



UNIVERSITÀ  
degli STUDI  
di CATANIA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE BIOLOGICHE, GEOLOGICHE E  
AMBIENTALI

Corso di laurea magistrale in Scienze geologiche

Anno accademico 2019/2020 - 1° anno

---

## PETROLOGIA IGNEA E METAMORFICA

GEO/07 - 6 CFU - 1° semestre

### Docenti titolari dell'insegnamento

#### VITTORIO SCRIBANO

**Email:** scribano@unict.it

**Edificio / Indirizzo:** Sezione Scienze della Terra, Corso Italia, 55, Catania

**Telefono:** 0957195743

**Orario ricevimento:** Martedì dalle 11 alle 13 e Giovedì dalle 9 alle 11

#### PATRIZIA FIANNACCA

**Email:** pfianna@unict.it

**Edificio / Indirizzo:** Palazzo Ramondetta/Corso Italia 95

**Telefono:** 0957195738

**Orario ricevimento:** Lunedì e Mercoledì dalle 9 alle 11

---

### OBIETTIVI FORMATIVI

1) Trasmettere agli studenti i criteri per risolvere un' ampia gamma di problemi geologici ove gli aspetti petrologici sono dominanti. 2) Sottolineare il ruolo della petrologia sperimentale nella formulazione dei modelli petrogenetici riguardanti le rocce magmatiche e metamorfiche. 3) Trasmettere agli studenti informazioni sulle diverse ipotesi, suffragate da risultati sperimentali, sull'origine di diversi tipi di rocce magmatiche e metamorfiche nel quadro dei rispettivi contesti geologici.

### MODALITÀ DI SVOLGIMENTO DELL'INSEGNAMENTO

Lezioni frontali della durata di due ore ciascuna.

### PREREQUISITI RICHIESTI

Nozioni basilari di mineralogia e petrografia

---

### FREQUENZA LEZIONI

La frequenza alle lezioni è obbligatoria ai sensi del vigente Regolamento Didattico di Ateneo. D'altro canto, la frequenza è opportuna perchè alcuni argomenti trattati non sono facilmente riconducibili a libri di testo, e il materiale didattico sulla piattaforma Studium è soprattutto utile agli studenti che hanno frequentato tutte le lezioni.

---

## CONTENUTI DEL CORSO

### A) PETROLOGIA IGNEA

1A) INTRODUZIONE ALLA PETROLOGIA SPERIMENTALE - Il caso del lago di lava Makaopuhi (Hawaii) - LE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DI PETROLOGIA SPERIMENTALE: forni, autoclavi riscaldate internamente ed esternamente, il piston-cylinder di Boyd ed England, la tecnologia ANVIL e gli esperimenti in condizione di altissima pressione. 2A) ORIGINE DEI MAGMI BASALTICI - Richiami petrografici sui diversi tipi di basalti e sulle peridotiti mantelliche - Il sistema petrologico CMAS -Il sistema petrologico Ol-Cpx-Opx - Influenza dei volatili sull'andamento delle curve di solidus della peridotite - minerali idrati nelle peridotiti mantelliche - Risultati sperimentali sulla fusione parziale di Lherzoliti naturali. 3A) CONTESTUALIZZAZIONE GEOLOGICA DEL MAGMATISMO BASALTICO: PETROLOGIA DELLA CROSTA OCEANICA- Metodi di indagine sulla litosfera oceanica - Sequenze ofiolitiche - MORB - Il sistema Di-Fo-An - Dorsali a rapida espansione - Dorsali a lenta espansione - Core-Complexes oceanici - OIB - Isole oceaniche. 4A) SISTEMI IDROTERMALI ABISSALI- Fluidi acquosi sovracritici - Idratazione di rocce ultrabasiche - La serpentinizzazione - Curve di equilibrio delle principali reazioni di idratazione di rocce ultrabasiche e basiche - Sistemi tipo Logatchev e tipo Lost City: Black smokers e white smokers oceanici - Serpentinizzazione e produzione abiogenica di idrocarburi. 5A) CONTESTUALIZZAZIONE GEOLOGICA DEL MAGMATISMO BASALTICO: LE GRANDI PROVINCE MAGMATICHE. Tavolati basaltici continentali, plateau oceanici, dorsali asismiche - Esempi di grandi province magmatiche - L'ipotesi delle piume mantelliche - L'ipotesi della delaminazione crostale - L'ipotesi dell'impatto di asteroidi. 6A) LE INTRUSIONI BASICHE STRATIFICATE- Il layering igneo- Le cumuliti -Assetto geologico, stratigrafia e composizione petrografica e mineralogica dell'intrusione dello Skaergaard- Lo iato dell'olivina e i rapporti olivina/ortopirosseno nello Skaergaard alla luce dei sistemi petrologici Fo-Qz e Fo-Fa-Qz - Il complesso del Bushveld e gli orizzonti a cromite. 7A) LA SERIE TRACHIBASALTICA E IL DALY-GAP.-La serie trachibasaltica nel sistema TAS - La saturazione in allumina- le rocce peralcaline - Il minimo trachitico e quello fonolitico nel sistema Ne- Ks- Qz - Il sistema Ab- Or a diverse P(H<sub>2</sub>O)- Il Daly Gap e i tentativi di spiegazione dello stesso - Fusione parziale di rocce basiche con marcato metasomatismo alcalino e origine di magmi trachitici primari. 8A) PETROLOGIA DELLE ROCCE GRANITOIDI - Cenni sulla composizione e della costa continentale e ipotesi sulla sua formazione- I cratoni archeani - Richiami petrografici sui graniti - Il sistema Qz -Ab - Or - Dehydration Melting (anatessi) di metamorfiti regionali e formazione di magmi granitoidi - Migmatiti - Risalita verso la superficie dei magmi granitici. 9A) PETROLOGIA DELLE ANDESITI Con particolare riferimento al magmatismo di arco insulare - La serie calcalkalina - Le sorgenti dei magmi andesitici - Fusione della crosta oceanica subdotta - Idratazione e fusione parziale del cuneo mantellico - Diversi P-T-t paths per sistemi subduttivi - Deidratazione e liberazione di fluidi acquosi negli archi maturi - Slab-melting in contesti subduttivi più giovani - Fusione parziale del cuneo mantellico - Basalti alti in alluminio e loro differenziati. 10A) ORIGINE DEI MAGMI IN AMBIENTI GEODINAMICI DI SUBDUZIONE: APPROFONDIMENTI E CONTESTUALIZZAZIONI GEOLOGICHE- Modelli di generazione di fusi andesitici in funzione dell'inclinazione dello slab e della velocità di subduzione- Il magmatismo nell'arco insulare Izu-Bonin: origine delle Boniniti - I vulcani serpentinitici delle Marianne - Il sistema arco-fossa delle Kurili-Kamchatka- Genesi delle Adakiti - Problemi geo-petrologici in corrispondenza dell'arcipelago delle Aleutine - Il magmatismo nel sistema subduttivo Centro-Americano - Esempi di contesti subduttivi fossili. 11A) PETROLOGIA DEI LAMPROFIRI E CARBONATITI - I complessi intrusivi di Alnö e di Fen - L'associazione foiditi-carbonatiti e i problemi petrologici ad essa legati - Foiditi-carbonatiti in facies subvulcanica - L'associazione foiditi-carbonatiti nel vulcano attivo Oldoinyo-Lengai - Definizione, composizione mineralogica e classificazione delle carbonatiti in facies effusiva- Ipotesi sull'origine dei magmi carbonatitici - Il sistema petrologico CO<sub>2</sub> - Ossidi alcalini - Silice + Allumina + Ossido di Ti - CaO+MgO+FeO. 12A) APPROFONDIMENTO E CONTESTUALIZZAZIONI GEOLOGICHE DEL MAGMATISMO

CARBONATITICO- Cenni sull'East African Rift- I laghi salati dell'Etiopia - Il lago Natron, Tanzania - Assetto geologico e storia eruttiva dell'Oldoinyo Lengai - L'ipotesi di Nielsen e Vekslar (2002) sull'origine delle natrocarbonatiti del Lengai.

## B) PETROLOGIA METAMORFICA

1B) Richiami sul processo metamorfico e scopi della Petrologia Metamorfica. Limiti e agenti del processo metamorfico. Tipi di metamorfismo. Classificazione delle rocce metamorfiche. La natura progressiva del metamorfismo. Tipi di protoliti. Minerali indice. Zone metamorfiche. Facies e series di facies metamorfiche. 2B) Metamorfismo e ambienti geodinamici. Esempi e casi studio: Scottish Highlands, Paired metamorphic belts (Giappone), Cooma Metamorphic Complex (Australia), Orogene calabro-peloritano. 3B) Paragenesi e reazioni metamorfiche. La regola delle fasi nei sistemi metamorfici. Rappresentazione grafica di paragenesi: diagrammi chemografici (ACF, AKF, AFM) a varie condizioni P-T. Meccanismi di reazione. Griglie petrogenetiche nel metamorfismo progrado e retrogrado di protoliti pelitici e basici. 4-5B) Microstrutture, reazioni metamorfiche ed evoluzione P-T-d nel metamorfismo di rocce pelitiche, basiche e granitoidi. Sequenze di eventi metamorfici. Processi di deformazione e ricristallizzazione. Strutture e microstrutture nel metamorfismo di contatto e nel metamorfismo orogenico. Rapporti blastesi-deformazione. Strutture da sostituzione. Transizione dal flusso magmatico al flusso allo stato solido in rocce granitoidi. 6B) Cenni di geotermobarometria convenzionale. Evoluzione delle tecniche geotermobarometriche. I database termodinamici e il calcolo di equilibri di fase: sezioni, proiezioni e pseudosezioni. Modellizzazione di percorsi P-T. Mappe a raggi-X. Applicazione di tecniche di analisi d'immagine per l'identificazione delle paragenesi d'equilibrio e dei volumi efficaci di reazione. 7B) Metamorfismo di alta temperatura e anatessi crostale. Reazioni di fusione. Volumi e composizioni dei fusi prodotti. Migmatiti. Microstrutture delle rocce anatettiche. Deformazione di rocce anatettiche. Stadi di fusione, accumulo e migrazione del fuso. Metatessiti, diatessiti e plutoni granitici. 8B) Petrologia delle rocce granitoidi e loro ruolo nell'evoluzione della crosta continentale. 9B) Fluidi metamorfici e metasomatismo. Natura e ruolo dei fluidi nel metamorfismo regionale e di contatto. Metasomatismo. Tipi ed esempi di metasomatismo: skarn, albititi, trondhjemititi. 10B) Il fattore tempo nella deformazione ed evoluzione della crosta continentale: dai rapporti temporali blastesi-deformazione alla datazione assoluta degli eventi geologici. Tecniche analitiche e minerali d'interesse geocronologico. Tecniche di geocronologia microstrutturale. Interpretazione delle età metamorfiche. Ricostruzione di percorsi P-T-t.

---

## TESTI DI RIFERIMENTO

### PETROLOGIA IGNEA

Raccolta delle lezioni scaricabile dal sito:

[http://studium.unict.it/aof/index.php?option=com\\_browse&view=browse&catid=1857&parentid=1848](http://studium.unict.it/aof/index.php?option=com_browse&view=browse&catid=1857&parentid=1848)

### PETROLOGIA METAMORFICA

<http://studium.unict.it> (lezioni del corso in PPT e selezionati articoli scientifici)

Winter J.D. (2013) Principles of igneous and metamorphic petrology. - 2nd ed. Pearson.

Vernon, R. H., Clarke, G. L. (2008) Principles of metamorphic petrology. Cambridge University Press.

Barker J. (1998) Introduction to metamorphic textures and microstructures. Blackie USA, Chapman & Hall.

Vernon R.H. (2004) A practical guide to rock microstructure. (Cambridge University Press)

Siti consigliati <https://www.bgs.ac.uk/scmr/home.html>

## ALTRO MATERIALE DIDATTICO

### PETROLOGIA IGNEA

[http://studium.unict.it/aof/index.php?option=com\\_browse&view=browse&catid=1857&parentid=1848](http://studium.unict.it/aof/index.php?option=com_browse&view=browse&catid=1857&parentid=1848)

### PETROLOGIA METAMORFICA

<http://studium.unict.it> (lezioni del corso in PPT e selezionati articoli scientifici)

---

## PROGRAMMAZIONE DEL CORSO

|   | <b>Argomenti</b>  | <b>Riferimenti testi</b> |
|---|---|--------------------------|
| 1 | 1A) INTRODUZIONE ALLA PETROLOGIA SPERIMENTALE - Il caso del lago di lava Makaopuhi (Hawaii) - LE PRINCIPALI APPARECCHIATURE DI PETROLOGIA SPERIMENTALE: forni, autoclavi riscaldate internamente ed esternamente, il piston-cylinder di Boyd ed England, la tecnologia ANVIL e gli esperimenti in condizione di altissima pressione.  | Dispense online          |
| 2 | 2A) ORIGINE DEI MAGMI BASALTICI - Richiami petrografici sui diversi tipi di basalti e sulle peridotiti mantelliche - Il sistema petrologico CMAS -Il sistema petrologico Ol-Cpx- Opx - Influenza dei volatili sull'andamento delle curve di solidus della peridotite - minerali idrati nelle peridotiti mantelliche - Risultati sperimentali sulla fusione parziale di Lherzoliti naturali. | Dispense online          |
| 3 | 3A) CONTESTUALIZZAZIONE GEOLOGICA DEL MAGMATISMO BASALTICO: PETROLOGIA DELLA CROSTA OCEANICA- Metodi di indagine sulla litosfera oceanica - Sequenze ofiolitiche - MORB - Il sistema Di-Fo-An - Dorsali a rapida espansione - Dorsali a lenta espansione - Core-Complexes oceanici - OIB - Isole oceaniche.   | Dispense online          |
| 4 | 4A) SISTEMI IDROTERMALI ABISSALI- Fluidi acquosi sovracritici - Idratazione di rocce ultrabasiche - La serpentinizzazione - Curve di equilibrio delle principali reazioni di idratazione di rocce ultrabasiche e basiche - Sistemi tipo Logatchev e tipo Lost City: Black smokers e white smokers oceanici - Serpentinizzazione e produzione abiogenica di idrocarburi.                     | Dispense online          |
| 5 | 5A) CONTESTUALIZZAZIONE GEOLOGICA DEL MAGMATISMO BASALTICO: LE GRANDI PROVINCE MAGMATICHE. Tavolati basaltici continentali, plateau oceanici, dorsali asismiche - Esempi di grandi province magmatiche - L'ipotesi delle piume mantelliche - L'ipotesi della delaminazione crostale - L'ipotesi dell'impatto di asteroidi.  | Dispense online          |
| 6 | 6A) LE INTRUSIONI BASICHE STRATIFICATE- Il layering igneo- Le cumuliti - Assetto geologico, stratigrafia e composizione petrografica e mineralogica dell'intrusione dello Skaergaard- Lo iato dell'olivina e i rapporti olivina/ortopirosseno nello Skaergaard alla luce dei sistemi petrologici Fo-Qz e Fo-Fa-Qz - Il complesso del Bushveld e gli orizzonti a cromite.                    | Dispense online          |

---

|    |   |   |
|----|---|---|
| 7  | 7A) LA SERIE TRACHIBASALTICA E IL DALY-GAP.-La serie trachibasaltica nel sistema TAS - La saturazione in allumina- le rocce peralcaline - Il minimo trachitico e quello fonolitico nel sistema Ne- Ks- Qz - Il sistema Ab- Or a diverse P(H <sub>2</sub> O)- Il Daly Gap e i tentativi di spiegazione dello stesso - Fusione parziale di rocce basiche con marcato metasomatismo alcalino e origine di magmi trachitici primari.  | Dispense online                                 |
| 8  | 8A) PETROLOGIA DELLE ROCE GRANITOIDI - Cenni sulla composizione e della costa continentale e ipotesi sulla sua formazione- I cratoni archeani - Richiami petrografici sui graniti - Il sistema Qz -Ab - Or - Dehydration Melting (anatessi) di metamorfiti regionali e formazione di magmi granitoidi - Migmatiti - Risalita verso la superficie dei magmi granitici.   | Dispense online                                 |
| 9  | 9A) PETROLOGIA DELLE ANDESITI Con particolare riferimento al magmatismo di arco insulare - La serie calcalkalina - Le sorgenti dei magmi andesitici - Fusione della crosta oceanica subdotta - Idratazione e fusione parziale del cuneo mantellico - Diversi P-T-t paths per sistemi subduttivi - Deidratazione e libeazione di fluidi acquosi negli archi maturi - Slab-melting in contesti subduttivi più giovani - Fusione parziale del cuneo mantellico - Basalti alti in alluminio e loro differenziati.                               | Dispense online                                 |
| 10 | 10A) ORIGINE DEI MAGMI IN AMBIENTI GEODINAMICI DI SUBDUZIONE: APPROFONDIMENTI E CONTESTUALIZZAZIONI GEOLOGICHE- Modelli di generazione di fusi andesitici in funzione dell'inclinazione dello slab e della velocità di subduzione- Il magmatismo nell'arco insulare Isuzu-Bonin: origine delle Boniniti - I vulcani serpentinitici delle Marianne - Il sistema arco-fossa delle Kurili-Kamchatka- Genesi delle Adakiti - Problemi geo-petrologici in corrispondenza dell'arcipelago delle Aleutine - Il magmatismo nel sistema s            | Dispense online                                 |
| 11 | 11A) PETROLOGIA DEI LAMPROFIRI E CARBONATITI - I complessi intrusivi di Alnö e di Fen - L'associazione foiditi-carbonatiti e i problemi petrologici ad essa legati - Foiditi-carbonatiti in facies subvulcanica - L'associazione foiditi-carbonatiti nel vulcano attivo Oldoinyo-Lengai - Definizione, composizione mineralogica e classificazione delle carbonatiti in facies effusiva- Ipotesi sull'origine dei magmi carbonatitici - Il sistema petrologico CO <sub>2</sub> - Ossidi alcalini - Silice + Allumina + Ossido di Ti - CaO+M | Dispense online                                 |
| 12 | 2A) APPROFONDIMENTO E CONTESTUALIZZAZIONI GEOLOGICHE DEL MAGMATISMO CARBONATITICO- Cenni sull'East African Rift- I laghi salati dell'Etiopia - Il lago Natron, Tanzania - Assetto geologico e storia eruttiva dell'Oldoinyo Lengai - L'ipotesi di Nielsen e Vekslar (2002) sull'origine delle natrocarbonatiti del Lengai.  | Dispense online                                 |
| 13 | B) PETROLOGIA METAMORFICA 1B) Richiami sul processo metamorfico e scopi della Petrologia Metamorfica. Limiti e agenti del processo metamorfico. Tipi di metamorfismo. Classificazione delle rocce metamorfiche. La natura progressiva del metamorfismo. Tipi di protoliti. Minerali indice. Zone metamorfiche. Facies e series di facies metamorfiche.  | Cap. 21, 22, 25 Winter (2013) e dispense online |

|    |   |  |
|----|---|--|
| 14 | 2B) Metamorfismo e ambienti geodinamici. Esempi e casi studio: Scottish Highlands, Paired metamorphic belts (Giappone), Cooma Metamorphic Complex (Australia), Orogene calabro- peloritano.   | Cap. 21 Winter (2013) e dispense online  |
| 15 | 3B) Paragenesi e reazioni metamorfiche. La regola delle fasi nei sistemi metamorfici. Rappresentazione grafica di paragenesi: diagrammi chemografici (ACF, AKF, AFM) a varie condizioni P-T. Meccanismi di reazione. Griglie petrogenetiche nel metamorfismo progrado e retrogrado di protoliti pelitici e basici.  | Cap. 24, 25 Winter (2013) e dispense online  |
| 16 | 4-5B) Microstrutture, reazioni metamorfiche ed evoluzione P-T-d nel metamorfismo di rocce pelitiche, basiche e granitoidi. Sequenze di eventi metamorfici. Processi di deformazione e ricristallizzazione. Strutture e microstrutture nel metamorfismo di contatto e nel metamorfismo orogenico. Rapporti blastesi-deformazione. Strutture da sostituzione. Transizione dal flusso magmatico al flusso allo stato solido in rocce granitoidi. | Cap 23 Winter (2013); Cap. 3, 6 Vernon & Clarke (2008); Cap. 4-5 Vernon (2004) e dispense online |
| 17 | 6B) Cenni di geotermobarometria convenzionale. Evoluzione delle tecniche geotermobarometriche. I database termodinamici e il calcolo di equilibri di fase: sezioni, proiezioni e pseudosezioni. Modellizzazione di percorsi P-T. Mappe a raggi-X. Applicazione di tecniche di analisi d'immagine per l'identificazione delle paragenesi d'equilibrio e dei volumi efficaci di reazione.   | Chapter 27 Winter (2013); Chapter 2 Vernon & Clarke (2008) e dispense online                     |
| 18 | 7B) Metamorfismo di alta temperatura e anatessi crostale. Reazioni di fusione. Volumi e composizioni dei fusi prodotti. Migmatiti. Microstrutture delle rocce anatettiche. Deformazione di rocce anatettiche. Stadi di fusione, accumulo e migrazione del fuso. Metatessiti, diatessiti e plutoni granitici.  | Cap 4 Vernon & Clarke (2008); Cap 27 (Par 4) Winter (2013) e dispense online                     |
| 19 | 8B) Petrologia delle rocce granitoidi e loro ruolo nell'evoluzione della crosta continentale.   | Cap 18 Winter (2013) e dispense online   |
| 20 | 9B) Fluidi metamorfici e metasomatismo. Natura e ruolo dei fluidi nel metamorfismo regionale e di contatto. Metasomatismo. Tipi ed esempi di metasomatismo: skarn, albititi, trondhjemititi.  | Cap 5 Vernon & Clarke (2008); Cap 30 Winter (2013) e dispense online                             |

## VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

### MODALITÀ DI VERIFICA DELL'APPRENDIMENTO

La verifica dell'apprendimento verrà effettuata mediante esami orali. Agli studenti viene data l'opportunità di effettuare una presentazione (PPT, PDF etc.) su uno degli argomenti trattati durante il corso.

### ESEMPI DI DOMANDE E/O ESERCIZI FREQUENTI

Presentazione e discussione di una ricerca (precedentemente preparata) su uno degli argomenti trattati

durante il corso. E' anche possibile effettuare un esame tradizionale del tipo domanda - risposta.

Esempio di possibili domande:

(Modulo di petrologia iglea)

-Descrizione sommaria delle più comuni apparecchiature di petrologia sperimentale

-Le ipotesi più comuni sulla formazione delle grandi province ignee

-Ipotesi sulla formazione dei magmi boninitici e adakitici nel quadro del magmatismo in ambienti ritenuti collisionali

(Modulo di petrologia metamorfica)

-Microstrutture, reazioni metamorfiche ed evoluzione P-T-d nel metamorfismo di rocce basiche

-Cenni di geotermobarometria convenzionale

-Natura e ruolo dei fluidi nel metamorfismo regionale e di contatto

---