UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DI MILANO-BICOCCA

# COURSE SYLLABUS

# Environmental Geochemistry

**2526-2-F7401Q108**

## Obiettivi

Il corso di Geochimica Ambientale offre agli studenti un'ampia panoramica riguardo alla Geochimica applicata ai temi ambientali. Alla fine del corso, gli studenti saranno in grado di affrontare tematiche complesse legate all'ambiente. Saranno capaci di applicare le loro conoscenze ed abilità per la risoluzione di problemi in contesti multidisciplinari correlati alla Geochimica Ambientale. Le metodologie scientifiche e le conoscenze acquisite saranno essenziali per pianificare e risolvere i problemi legati alla Geochimica Ambientale.

Conoscenza e comprensione
Lo studente completerà e rafforzerà la preparazione e la capacità di comprensione acquisite con il corso di Geochimica della Triennale. Acquisirà approfondite conoscenze nell'ambito dei processi geochimici applicati all'ambiente, che gli permetteranno di comprendere e interpretare processi complessi quali ad esempio lo stoccaggio delle scorie radioattive, l'inquinamento delle acque superficiali e profonde, la gestione dei rifiuti prodotti dall'attività estrattiva. Tali conoscenze sono acquisite tramite la frequenza a lezioni frontali. Il livello di apprendimento è valutato mediante una prova orale di profitto dopo il termine del corso.

Capacità di applicare conoscenza e comprensione

Grazie alle conoscenze acquisite, lo studente sarà in grado di:

- analizzare in dettaglio i processi geochimici legati all'ambiente;
- svolgere autonomamente attività di studio e ricerca nel settore della geochimica ambientale;
- utilizzare le proprie conoscenze teoriche per individuare situazioni di criticità e proporre possibili soluzioni;
- risolvere autonomamente le problematiche di tipo geochimico-ambientale indispensabili per la valutazione della
  pericolosità e del rischio ambientale.

Autonomia di giudizio
Lo studente acquisirà la capacità di caratterizzare e valutare l'affidabilità delle informazioni raccolte, il livello di incertezza nei dati e nelle misure, e la complessità dei modelli disponibili per la soluzione dei problemi. Questa

capacità permetterà quindi allo studente di valutare in modo autonomo i problemi e di formulare soluzioni anche sulla base di informazioni limitate o incomplete. Ulteriore aspetto che verrà acquisito dallo studentei è la capacità di valutare le
conseguenze delle scelte effettuate e delle soluzioni proposte sul contesto ambientale. Tutte queste competenze sono sviluppate attraverso lo studio e la discussione in aula di casi reali.

Abilità comunicative
Lo studente acquisirà la capacità di comunicare in modo sintetico ed efficace le proprie valutazioni e proposte di soluzione sia ad un pubblico specialistico (es: convegni, colleghi) che non specialistico (clienti, popolazione). Quest'ultimo aspetto è fondamentale per le tematiche di gestione del rischio, perché le valutazioni tecniche devono essere trasmesse in modo chiaro ai policy makers che successivamente si interfacciano con la popolazione. La capacità di comunicazione è sviluppata attraverso discussioni in aula delle problematiche studiate.

Capacità di apprendimento
Lo studente acquisirà la capacità di apprendere in modo autonomo nuovi concetti e nuove teorie attingendo, prevalentemente, dalla letteratura in lingua inglese. I vari argomenti del corso verranno trattati utilizzando articoli pubblicati in riviste specialistiche. Il livello di apprendimento raggiunto verrà valutato in base alla prova d'esame in lingua inglese.

## Contenuti sintetici

Il corso di Geochimica Ambientale è specificamente incentrato sull'interconnessione tra i processi geochimici e l'ambiente. I temi trattati nel corso includono: mobilità degli elementi (dispersibilità e biodisponibilità); valutazione e monitoraggio dell'inquinamento da metalli pesanti; qualità dell'acqua (acque naturali e acqua per uso potabile, agricolo e industriale); agenti inquinanti nell'acqua, nell'aria e nel suolo; rifiuti (rifiuti minerari, rifiuti radioattivi, rifiuti urbani); interazioni tra geochimica e salute umana.

## Programma esteso

1. Arsenico: chimica e mineralogia dell'arsenico; arsenico nelle acque sotterranee dell'Asia meridionale; arsenico nei suoli, nei residui minerari e nei siti industriali dismessi; arsenico nell'acqua potabile e il suo impatto sulla salute umana.

2. Particelle atmosferiche: particolato solido nell'atmosfera; nubi carboniose atmosferiche - dall'inquinamento locale ai cambiamenti climatici; particolato atmosferico nell'ambiente urbano; impatto atmosferico e ambientale delle particelle vulcaniche; polvere minerale atmosferica; interazioni tra polvere minerale, clima ed ecosistemi oceanici.

3. Smaltimento geologico di rifiuti radioattivi: smaltimento geologico dei rifiuti nucleari; smaltimento geologico dei rifiuti radioattivi in argilla; la roccia cristallina come deposito per il combustibile nucleare esaurito Svedese; la strategia Russa di utilizzo della roccia cristallina come deposito per i rifiuti nucleari; il sale come roccia ospite per il deposito geologico di rifiuti nucleari; smaltimento geologico dei rifiuti nucleari nel tufo: Yucca Mountain (USA); selezione di un sito per un deposito di rifiuti radioattivi: un'analisi storica.

4. Depositi minerari nelle profondita' oceaniche: risorse metalliche e finestre sui processi terrestri; estrazione di metalli dai depositi minerari oceanici; estrazione mineraria dai depositi minerari oceanici: quali sono i rischi ecologici?; estrazione mineraria nelle profondità marine: sfide e risposte, normative internazionali.

5. Sostenibilità globale dell'acqua: acqua e sanificazione nei paesi in via di sviluppo; processi idrogeochimici;

acque sotterranee: una risorsa in declino; gestione dell'acqua nella produzione di gas di scisto; conservazione, efficienza e riutilizzo.

6. Caolino: minerali del gruppo del caolino come registratori ambientali; interazioni nell'ambiente, caolini e salute.

7. Mineralogia e geochimica medica: potenziale tossico delle polveri minerali.

8. Isotopi stabili dei metalli: ciclo del mercurio negli ecosistemi; frazionamento isotopico delle piante; applicazioni ambientali.

9. Rifiuti minerari: geochimica e mineralogia dei rifiuti minerari solidi, conoscenze essenziali per prevedere l'impatto ambientale; flussi di rifiuti delle sabbie bituminose: caratteristiche e bonifica, acque minerarie; rifiuti minerari e salute umana; riciclaggio, riuso e riabilitazione dei rifiuti minerari.

10. Fosfati e sostenibilità: reattività dei minerali di fosfato e sostenibilità globale; ciclo del fosforo; minerali di fosfato e inquinamento ambientale; rimozione e recupero del fosforo dalle acque reflue municipali; fosfati e stoccaggio di rifiuti nucleari.

11. Impatto sociale ed economico della geochimica: l'impatto della geochimica; geochimica applicata all'esplorazione mineraria e all'estrazione mineraria; mineralogia ambientale: nuove sfide, nuovi materiali; soluzioni basate sulla geochimica per la società urbana: Londra, un caso di studio; isotopi stabili da alimenti adulterati a scene del crimine; isotopi metallici stabili nel corpo umano.

12. Bonifica sostenibile dei suoli: la necessità di una bonifica sostenibile dei suoli; emendamenti minerali per la bonifica; nanoparticelle per la bonifica: risolvere grandi problemi con piccole particelle.

13. Il ciclo del combustibile nucleare - aspetti ambientali: il ruolo della mineralogia e della geochimica; residui di molitura dell'uranio: geochimica, mineralogia e impatto ambientale; combustibile nucleare esaurito; mineralogia dell'uranio e mobilità del nettunio; vetri di scorie nucleari - quanto sono durevoli?; forme di scorie ceramiche per attinidi.

14. Metalli tossici: il ruolo delle superfici; nano-compartimenti della Terra per i metalli tossici; ritenzione e trasporto dei metalli sulle particelle colloidali nell'ambiente; i metalli nell'ambiente; indagini a raggi X di sincrotrone delle interazioni minerali-microbi-metalli; ritenzione di metalli in tracce su nanoparticelle di ossido di manganese biogeniche.

15. Geochimica urbana: perché la geochimica urbana?; problemi ereditari nella geochimica urbana; impatto dello sviluppo urbano sull'idrogeologia fisica e chimica; geochimica urbana e salute umana; emissioni di gas serra su scala urbana; geochimica ambientale e medica nella risposta e preparazione ai disastri urbani.

## Prerequisiti

Buona conoscenza di chimica e geochimica.

## Modalità didattica

26 lezioni da 2 ore in presenza, Didattica Erogativa

6 CFU

## Materiale didattico

Presentazioni in PowerPoint fornite dal docente

## Periodo di erogazione dell'insegnamento

primo semestre

## Modalità di verifica del profitto e valutazione

Esame orale, dopo la conclusione del corso (non sono previsti test durante il corso), consiste in un'intervista su tre argomenti, a scelta dello studente, trattati durante il corso. L'esame si svolgerà con un minimo di tre domande riguardo agli argomenti scelti dallo studente. Saranno valutati i seguenti punti: il grado di conoscenza e approfondimento dei vari argomenti; la capacità di fare collegamenti; la chiarezza del linguaggio e l'uso di un linguaggio tecnico-scientifico appropriato.

## Orario di ricevimento

previo appuntamento per email: alessandro.fabbrizio@unimib.it

## Sustainable Development Goals