



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

<b>DIPARTIMENTO</b>	Scienze della Terra e del Mare		
<b>ANNO ACCADEMICO OFFERTA</b>	2022/2023		
<b>ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE</b>	2023/2024		
<b>CORSO DILAUREA MAGISTRALE</b>	SCIENZE DELLA NATURA		
<b>INSEGNAMENTO</b>	BIOGEOCHIMICA C.I.		
<b>CODICE INSEGNAMENTO</b>	22411		
<b>MODULI</b>	Si		
<b>NUMERO DI MODULI</b>	2		
<b>SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI</b>	BIO/19, GEO/08		
<b>DOCENTE RESPONSABILE</b>	QUATRINI PAOLA	Professore Associato	Univ. di PALERMO
<b>ALTRI DOCENTI</b>	QUATRINI PAOLA	Professore Associato	Univ. di PALERMO
	CALABRESE SERGIO	Professore Associato	Univ. di PALERMO
<b>CFU</b>	6		
<b>PROPEDEUTICITA'</b>			
<b>MUTUAZIONI</b>			
<b>ANNO DI CORSO</b>	2		
<b>PERIODO DELLE LEZIONI</b>	1° semestre		
<b>MODALITA' DI FREQUENZA</b>	Facoltativa		
<b>TIPO DI VALUTAZIONE</b>	Voto in trentesimi		
<b>ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI</b>	<b>CALABRESE SERGIO</b> Martedì 10:00 13:00 Via Archirafi 36, terzo piano, stanza III-8 Giovedì 10:00 13:00 Via Archirafi 36, terzo piano, stanza III-8 <b>QUATRINI PAOLA</b> Giovedì 10:00 12:00 Studio Docente Viale delle scienze ed 16. tel 09123897320. Chiamare per conferma.		

DOCENTE: Prof.ssa PAOLA QUATRINI

<b>PREREQUISITI</b>	Conoscenza di elementi di Chimica inorganica ed organica, elementi di Geochimica e Biochimica, Microbiologia Generale
<b>RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI</b>	<p>Gli studenti del corso acquisiranno conoscenze e competenze culturali integrate nell'ambito della biogeochimica, una scienza interdisciplinare del 21° secolo che ha origini al confine tra la biologia, la geologia e la chimica. La biogeochimica guarda al ruolo degli organismi viventi nella trasformazione, migrazione e distribuzione degli elementi chimici nella crosta terrestre. Il termine "cicli biogeochimici" viene utilizzato per la comprensione qualitativa e quantitativa del trasporto e della trasformazione di sostanze nell'ambiente naturale e umano.</p> <p>Gli studenti apprenderanno le basi essenziali della geochimica e della microbiologia finalizzate a comprendere l'interazione tra la Terra, i sistemi ambientali e la vita microbica. Durante le esercitazioni sperimenteranno tecniche ed approcci allo studio di tali interazioni. Il corso consentirà di comprendere che i microrganismi modellano il loro ambiente geochimico attraverso le loro esigenze metaboliche e di crescita e quindi esercitano un controllo geochimico e mineralogico significativo sui loro ambienti di vita. A loro volta, le condizioni geochimiche locali determinano quali processi metabolici sono possibili. Comprendendo queste influenze reciproche lo studente diventerà consapevole del ruolo dell'evoluzione della vita nelle mutevoli condizioni della geosfera e che i microbi hanno guidato importanti cambiamenti nella chimica oceanica, continentale e atmosferica. In questa ottica si approfondiranno i cicli biogeochimici degli elementi e le trasformazioni dei metalli. Allo stesso tempo si approfondiranno tematiche attuali connesse ai processi biogeochimici quali i cambiamenti climatici, l'inquinamento, la desertificazione ed anche lo sfruttamento dei microrganismi per l'ottenimento di fonti di energia rinnovabili basate sulla natura.</p> <p>Gli studenti acquisiranno la capacità di leggere criticamente articoli scientifici interdisciplinari valutandone la validità dei risultati descritti in rapporto all'approccio metodologico impiegato e di discuterne in aula. Gli studenti acquisiranno capacità critiche e competenza nella presentazione e divulgazione delle conoscenze scientifiche con particolare attenzione all'uso di una appropriata terminologia. Le capacità d'apprendimento saranno integrate da capacità di effettuare ricerche in rete, consultare banche dati ed analizzare in maniera critica la letteratura scientifica in lingua inglese.</p>
<b>VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO</b>	<p>L'apprendimento viene valutato mediante una presentazione alla classe di un argomento concordato con il docente mediante presentazione power point ed un esame finale sotto forma di prova scritta (quiz a scelta multipla e domande a risposta aperta) ed eventuale colloquio individuale qualora lo studente, raggiunta la sufficienza, scelga di migliorare l'esito della valutazione della prova scritta.</p> <p>Nella prova scritta lo studente dovrà rispondere a 15+15 domande inerenti gli argomenti sviluppati durante il corso, dimostrando di possedere un'adeguata conoscenza e competenza interpretativa dei contenuti generali e specifici, una capacità di collegamento ed elaborazione dei contenuti. La valutazione sarà data dalla somma delle risposte corrette di ciascun modulo, a condizione che siano corrette almeno la metà delle risposte relative a ciascun modulo.</p> <p>. Durante la prova orale lo studente dovrà rispondere ad almeno tre domande, inerenti gli argomenti sviluppati durante il corso, dimostrando di possedere un'adeguata conoscenza e competenza interpretativa dei contenuti generali e specifici, una capacità di collegamento ed elaborazione dei contenuti, nonché una capacità espositiva pertinente, chiara e corretta. La valutazione delle prove viene espressa in trentesimi. La valutazione finale della prova scritta sarà data dalla somma dei punteggi assegnati a ciascuna risposta corretta. La valutazione della prova orale sarà formulata sulla base delle seguenti considerazioni:</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Conoscenza sufficiente degli argomenti trattati e limitata capacità di elaborazione ed esposizione degli argomenti della disciplina (voto 18-21).</li><li>2) Buona conoscenza degli argomenti trattati e buona capacità di elaborazione ed esposizione degli argomenti della disciplina (voto 22-24)</li><li>3) Approfondita conoscenza degli argomenti trattati e approfondita capacità di elaborazione ed esposizione degli argomenti della disciplina (voto 25-27)</li><li>4) Ottima conoscenza degli argomenti trattati, ottima capacità di elaborazione ed esposizione degli argomenti della disciplina (voto 28-30)</li><li>5) Eccellente conoscenza degli argomenti trattati, eccellente capacità di elaborazione ed esposizione degli argomenti della disciplina (voto 30 e lode).</li></ol>
<b>ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA</b>	Lezioni frontali, discussioni in aula, Laboratori di geochimica e geomicrobiologia, laboratori in campo

## MODULO CICLI BIOGEOCHIMICI

Prof. *SERGIO CALABRESE*

### TESTI CONSIGLIATI

Bashkin, Vladimir Nikolaevich, and Robert W. Howarth. Modern biogeochemistry. Springer Science & Business Media, 2002;  
Cronan, Christopher S. "Ecosystem Biogeochemistry." Element Cycling in the Forest Landscape (2018);  
Schlesinger, William H., and Emily S. Bernhardt. Biogeochemistry: an analysis of global change. Academic press, 2013;  
Stumm, W. and Morgan, J.J. (1996) Aquatic Chemistry, Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters. 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York;

Ulteriori articoli, testi di consultazione e appunti del corso forniti dal docente

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20987-Attività formative affini o integrative
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	51
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	24

### OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO

L'obiettivo centrale del corso è quello di fornire le basi teoriche per comprendere le leggi e i processi che governano l'abbondanza degli elementi nelle sfere geochimiche (atmosfera, idrosfera, litosfera e pedosfera), e il ruolo della biosfera nei trasferimenti di materia fra le differenti sfere. Sarà discussa la composizione e l'evoluzione della litosfera, dell'atmosfera e dell'idrosfera in relazione alla storia del pianeta Terra. Saranno dunque presentati i Cicli Biogeochimici globali, fra i quali il ciclo dell'acqua e di specifici elementi (ciclo del carbonio; ciclo dell'azoto, del fosforo e del potassio; ciclo dello zolfo e del mercurio), e saranno analizzati i fattori di interferenza antropica sui cicli pre-antropoceni; i concetti teorici saranno supportati da esempi e casi di studio specifici.

Ad integrazione e completamento del corso saranno proposte attività laboratoriali-esperienziali: in aula (elaborazione ed interpretazione di dati analitici ed interpretazione di risultati; utilizzo di software per la modellizzazione), sul terreno (campionamenti presso le aree termali di Alcamo, e presso le zone umide della Conca d'Oro), e presso laboratori di analisi (DiSTeM, INGV); il percorso didattico-esperienziale consentirà ai partecipanti di familiarizzare, e in parte sperimentare, con le principali tecniche di campionamento e metodologie analitiche per l'analisi delle matrici ambientali (acque, gas, tessuti vegetali, suoli, rocce).

## PROGRAMMA

ORE	Lezioni
2	Presentazione e Introduzione al corso. Richiami e concetti di base; cenni storici; la moderna Biogeochimica ambientale.
2	L'origine degli elementi e la nucleosintesi; l'origine del Sistema Solare e della Terra solida; origine dell'Atmosfera e degli Oceani.
4	Le Sfere Geochimiche; affinità Geochimica e distribuzione degli elementi; interazioni fra le sfere geochimiche; ambienti ossidanti e riducenti; ambienti acidi e basici; ecosistemi delle zone umide;
4	I Cicli biogeochimici globali: ciclo dell'acqua; ciclo del carbonio; ciclo dell'azoto, del fosforo e del potassio; ciclo dello zolfo e del mercurio. Esempi e casi di studio
4	Biogeochimica antropica; effetti delle attività antropiche sul sistema Terra e sulle sfere geochimiche; l'Antropocene e le interferenze sui cicli biogeochimici; cambiamenti climatici e zone critiche. Esempi e casi di studio
ORE	Laboratori
8	Laboratorio didattico sull'utilizzo della strumentazione per il campionamento e l'analisi di differenti matrici ambientali: pH-metro e conducimetro, Eh-metro e Ossigeno disciolto; titolazione volumetriche dei carbonati e bicarbonati; cromatografia ionica; spettrofotometria; ICP-MS e ICP-OES; analisi isotopiche; la determinazione analitica del mercurio; il campionamento dei gas disciolti nelle acque naturali; campionamento dei suoli e metodologie analitiche; le tecniche di biomonitoraggio. Elaborazione di dati geochimici ed analisi statistica tramite fogli di calcolo e software dedicati. Costruzione di grafici per la rappresentazione di dati geochimici e realizzazione di curve di processo tramite codici di calcolo. Interpretazioni di risultati analitici per la comprensione dei fenomeni naturali.
8	Attività in esterno. Escursioni ed esercitazioni didattiche multidisciplinari sul campo (in copresenza); campionamento delle acque naturali e dei gas disciolti (Acque termali di Alcamo; le acque superficiali della Conca d'Oro). Tali attività saranno modulate e concordate con i partecipanti, e potranno variare in funzione delle condizioni meteo, della disponibilità dei mezzi di trasporto e disponibilità finanziaria del CDS.

**MODULO  
GEOMICROBIOLOGIA**

*Prof.ssa PAOLA QUATRINI*

**TESTI CONSIGLIATI**

-Madigan M.T., Martinko J.M.: Brock. Biologia dei Microrganismi vol.1, CEA-Casa Editrice Ambrosiana, Milano.  
Barbieri P., Bestetti G., Galli E. Microbiologia ambientale ed elementi di ecologia microbica. Casa Editrice Ambrosiana, Milano

- articoli proposti e diapositive mostrate durante il corso.

- Scientific Articles and slides

<b>TIPO DI ATTIVITA'</b>	C
<b>AMBITO</b>	20987-Attività formative affini o integrative
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE</b>	43
<b>NUMERO DI ORE RISERVATE ALLE ATTIVITA' DIDATTICHE ASSISTITE</b>	32

**OBIETTIVI FORMATIVI DEL MODULO**

Il corso fornisce una preparazione teorica e pratica sul ruolo primario dei microrganismi (Bacteria, Archaea e funghi) nei cicli biogeochimici di Carbonio, azoto zolfo ed altri elementi; Gli studenti apprenderanno i meccanismi attraverso i quali le diverse classi metaboliche e funzionali di microrganismi modellano il loro ambiente geochimico. Gli studenti approfondiranno criticamente tematiche attuali connesse ai processi biogeochimici quali i cambiamenti climatici, l'inquinamento, la desertificazione ed anche lo sfruttamento dei microrganismi per l'ottenimento di fonti di energia rinnovabili basate sulla natura

**PROGRAMMA**

<b>ORE</b>	<b>Lezioni</b>
1	Introduzione al modulo e al corso. Contesto e rilevanza delle tematiche affrontate nel corso. Prerequisiti e modalità di esame.
2	Struttura, fisiologia, biochimica, genetica ed evoluzione dei microrganismi. Bacteria Archaea e funghi (richiami).
2	Le origini della vita. Le condizioni della Terra all'origine della vita. Il brodo primordiale. Il mondo a RNA; il codice genetico. Evoluzione microbica ed effetti sulle condizioni della Terra. Dal Last Unknown Common Ancestor all'albero della vita. Principi di filogenesi microbica
4	Il ruolo dei microrganismi (e dei loro metabolismi energetici e biosintetici) nella trasformazione degli elementi Il ciclo del Carbonio. Riserve e processi. Il ciclo dell'Azoto. Il ciclo dello Zolfo. Trasformazioni dei metalli mediate dai microrganismi.
4	Cambiamenti climatici e microorganismi. Produzione e consumo di gas clima alteranti (metanogenesi e metanotrofia; fissazione della CO <sub>2</sub> e del CO) Il ruolo dei microrganismi nella rigenerazione dei suoli degradati e desertificati. Il ruolo dei microrganismi nella produzione di energia da fonti rinnovabili (biocarburanti dalle biomasse, bioidrogeno dalla luce)
3	Biogeochimica ambientale. I microrganismi biodegradatori di molecole organiche contaminanti (idrocarburi, cloroorganici, plastica). Il biorisanamento

<b>ORE</b>	<b>Laboratori</b>
3	Esercitazione in Laboratorio: Allestimento e monitoraggio di una colonna di Winogradsky. Vita microbica perenne in un tubo
3	Il ruolo dei microrganismi nella biodegradazione di polimeri recalcitranti. Laboratorio: Colture di arricchimento su biomasse lignocellulosiche e isolamento di batteri degradatori
3	Tutoriali: presentazione e discussione in aula di articoli scientifici segnalati durante il corso
7	Escursioni in siti geotermali, test di formazione del biofilm microbici su vetrini, prelievo campioni per allestimenti in laboratorio (in co-presenza con il docente del modulo di Geochimica)