



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PALERMO

DIPARTIMENTO	Scienze della Terra e del Mare
ANNO ACCADEMICO OFFERTA	2022/2023
ANNO ACCADEMICO EROGAZIONE	2023/2024
CORSO DILAUREA MAGISTRALE	GEORISCHI E GEORISORSE
INSEGNAMENTO	GEOCHIMICA DELLE ACQUE INTERNE E MARINE
TIPO DI ATTIVITA'	C
AMBITO	21015-Attività formative affini o integrative
CODICE INSEGNAMENTO	22461
SETTORI SCIENTIFICO-DISCIPLINARI	GEO/08
DOCENTE RESPONSABILE	CALABRESE SERGIO Professore Associato Univ. di PALERMO
ALTRI DOCENTI	
CFU	6
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLO STUDIO PERSONALE	86
NUMERO DI ORE RISERVATE ALLA DIDATTICA ASSISTITA	64
PROPEDEUTICITA'	
MUTUAZIONI	
ANNO DI CORSO	2
PERIODO DELLE LEZIONI	2° semestre
MODALITA' DI FREQUENZA	Facoltativa
TIPO DI VALUTAZIONE	Voto in trentesimi
ORARIO DI RICEVIMENTO DEGLI STUDENTI	CALABRESE SERGIO 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

DOCENTE: Prof. SERGIO CALABRESE

PREREQUISITI	Prerequisiti necessari includono conoscenze di base della chimica inorganica, e familiarità con concetti di base della geochimica e mineralogia.
RISULTATI DI APPRENDIMENTO ATTESI	Conoscenza e capacità di comprensione; l'acquisizione delle conoscenze necessarie per la comprensione delle leggi che governano l'abbondanza e la distribuzione degli elementi nell'idrosfera; la capacità di applicare le conoscenze acquisite nella modellizzazione di fenomeni e processi naturali, secondo l'approccio termodinamico all'equilibrio, riguardanti i fenomeni di interazione acqua roccia in relazione alla mobilità degli elementi. Contestualmente, è attesa dagli studenti l'acquisizione di abilità comunicative e divulgative; la capacità di esporre problematiche geochimiche anche ad un pubblico non esperto; essere in grado di evidenziare con chiarezza le possibili ricadute scientifiche delle applicazioni geochimiche; la capacità di studiare e comprendere articoli scientifici di settore, nonché di testi; la capacità di seguire seminari tematici e interagire con ricercatori professionisti, utilizzando le conoscenze acquisite nel corso.
VALUTAZIONE DELL'APPRENDIMENTO	La valutazione dell'apprendimento sarà basata su una prova intermedia e una prova orale finale, al fine di verificare i risultati di apprendimento previsti, e contestualmente valutare le conoscenze acquisite; sarà valutato un elaborato sulle tematiche del corso che prevederà l'elaborazione di dati geochimici riguardanti l'idrosfera e casi di studi specifici. Fra i criteri di valutazione, l'adozione di un appropriato linguaggio tecnico, la capacità di ragionamento critico ed autonomo, l'attitudine a lavorare e risolvere problemi in gruppo, l'abilità nell'identificare connessioni concettuali tra i vari argomenti del corso.
OBIETTIVI FORMATIVI	L'obiettivo centrale del corso è quello di studiare e comprendere le leggi e i processi che governano l'abbondanza degli elementi nell'idrosfera, e come essi interagiscano con le altre sfere geochimiche. Sarà discussa la composizione e l'evoluzione dell'idrosfera in relazione alla storia del pianeta Terra. Saranno analizzate specifiche applicazioni della geochimica e della geochimica isotopica a problemi ambientali ed allo studio delle risorse idriche del pianeta. Saranno discussi i principali cicli geochimici dell'idrosfera. Saranno forniti cenni riguardanti la normativa che regola la Tutela delle Acque interne, di transizione e marino costiere. Saranno forniti elementi per inquadrare la problematica della acqua come risorsa necessaria alla sopravvivenza dell'uomo, ed in particolare della sua qualità; in particolare, saranno discusse le perturbazioni indotte dalle attività antropiche, cercando di cogliere gli effetti a breve e lungo termine sui cicli naturali. Particolare attenzione sarà posta allo studio ed alla comprensione di possibili cause di degrado di acque naturali ed all'approntamento degli opportuni rimedi. Ad integrazione e completamento del corso saranno proposte attività laboratoriali: in aula (elaborazione ed interpretazione di dati analitici ed interpretazione di risultati; utilizzo di software per la modellizzazione delle acque), sul terreno (Acque termali di Alcamo; le acque della Conca d'Oro), e presso laboratori di analisi (DiSTeM, INGV, ARPA Sicilia); il percorso didattico-esperienziale consentirà ai partecipanti di sperimentare e familiarizzare con le principali tecniche di campionamento e metodologie analitiche per l'analisi delle acque naturali
ORGANIZZAZIONE DELLA DIDATTICA	Lezioni frontali ed esercitazioni pratiche in aula, tavoli di lavoro e metodologie di apprendimento attivo (problem-based learning e flipped classroom); analisi e discussione di specifici casi di studio didattici; le attività si svolgeranno in aula, in laboratorio e sul campo. Il corso sarà arricchito da incontri tematici con specialisti del settore appositamente invitati (in presenza e/o on line).
TESTI CONSIGLIATI	•Appelo C.A.J., Postma D. (2007) Geochemistry, Groundwater and Pollution. Balkema; •Clark I (2015) Groundwater Geochemistry and Isotopes. CRC Press. •Stumm, W. and Morgan, J.J. (1996) Aquatic Chemistry, Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters. 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc., New York; •Otonello G. (1991) Principi di Geochimica. Zanichelli Editore •Analytical methods for water APAT-ISPRA; •Ulteriori articoli e testi di consultazione e gli appunti del corso forniti dal docente

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
3	Presentazione e Introduzione al corso. Cenni storici; l'acqua, una preziosa georisosa; le acque naturali e il ciclo idrogeochimico; distribuzione e concentrazione degli elementi nelle acque naturali (acque sotterranee, acque superficiali, acque meteoriche, acque marine);
4	Concetti di base di chimica – struttura atomica, legami chimici, unità di concentrazione e di conversione dei dati chimici, stima dell'errore nel calcolo del bilancio di carica. Introduzione ad alcune rappresentazioni grafiche per spiegare la composizione chimica delle acque naturali. Classificazione delle acque in base ai diagrammi di Piper, Langelier-Ludwig, Giggenbach; triangolari.
4	Isotopi stabili di H e O. Dimensione isotopica della Tabella Periodica. Gli isotopi stabili di maggior interesse per l'idrogeochimica: H, O. Standard di riferimento (SMOW, V-SMOW). Frazionamento isotopico: perché, dove e in quali condizioni avviene. Fattore di frazionamento. Linea meteorica isotopica mondiale (MWML) e locale. Effetti di temperatura, di quota, di precipitazione e "continentale" sul frazionamento.

PROGRAMMA

ORE	Lezioni
4	Alcuni concetti e semplici strumenti di termodinamica. Principali concetti relativi all'equilibrio e alle costanti di equilibrio. Definizione del concetto di attività e dei coefficienti di attività; calcolo e utilizzo dello IAP e SI. Calcolo della variazione della costante di equilibrio con la temperatura. Calcolo degli effetti dei coefficienti di attività sulla solubilità dei minerali. Calcolo dell'effetto della complessazione sulla solubilità dei minerali;
4	Studio dei concetti di assorbimento, adsorbimento e scambio ionico. Definizione del concetto di ossidazione e di riduzione. Esempi di reazioni redox nell'ambito della geochimica delle acque. Bilanciamento delle reazioni redox. Definizione delle variabili Eh e pe. Calcolo dell'Eh dalle coppie redox. Misura del valore di Eh in campo e ricaduta di tali misure. Costruzione e utilizzazione dei diagrammi pe-pH (Eh-pH).
3	Introduzione ad alcuni concetti basilari di cinetica chimica; ordine di una reazione e leggi fondamentali di cinetica. Utilizzo dell'equazione di Arrhenius. Studio dei fattori che controllano la precipitazione dei minerali e studio delle cinetiche di dissoluzione.
4	Studio dei fattori che influenzano la resistenza dei minerali primari al weathering. Studio della natura dei prodotti di weathering (argille, ossidi e idrossidi). Studio dei principi che governano la solubilità del quarzo. Studio dei principi che governano la solubilità degli idrossidi di Al e Fe. Studio dei processi di dissoluzione incongruente dei silicati. Calcoli e utilizzo dei diagrammi di attività.
3	La contaminazione delle acque naturali; sorgenti antropiche (urbane e industriali) e sorgenti naturali (vulcani, geogenico); cenni sulla composizione dei principali composti organici presenti nelle acque naturali e sui principali processi di contaminazione;
3	Cenni normativi sulla tutela delle acque naturali; la normativa italiana in materia di acque, iter storico ed elementi sul Testo Unico ambiente (D. Lgs. 152/2006); la tutela dei corpi idrici dall'inquinamento. I ruoli delle istituzioni, della comunità scientifica e della cittadinanza; Contratti di Fiume, Citizen Science ed esempi di cittadinanza attiva.
ORE	Laboratori
12	Laboratorio didattico sull'utilizzo della strumentazione per il campionamento e l'analisi delle acque naturali: 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; il campionamento dei gas disciolti nelle acque naturali. 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 dei sistemi idrogeochimici.
20	Attività in esterno. Escursioni ed esercitazioni didattiche sul campo sul campionamento delle acque naturali e dei gas disciolti (Acque termali di Alcamo; le acque della Conca d'Oro). Visite didattiche presso i laboratori del DiSTeM, dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) sezione di Palermo, e l'ARPA). 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.