



Ministerio de Cultura y Educación  
 Universidad Nacional de San Luis  
 Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales  
 Departamento: Geología  
 Área: Geología

(Programa del año 2023)  
 (Programa en trámite de aprobación)  
 (Presentado el 26/06/2023 15:21:08)

### I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
GEOQUIMICA	LIC.EN CS.GEOL.	3/11	2023	1° cuatrimestre

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ULACCO, JOSE HUMBERTO	Prof. Responsable	P.Tit. Exc	40 Hs
ROQUET, MARIA BELEN	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
ICAZATTI, FRANCO ALBERTO	Auxiliar de Práctico	A.Ira Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
1 Hs	3 Hs	1 Hs	1 Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
13/03/2023	24/06/2023	14	90

### IV - Fundamentación

La Geoquímica es una especialidad de las ciencias naturales, que sobre la base de la geología y de la química estudia la composición y dinámica de los elementos químicos en la Tierra, Sistema Solar y Universo. Determinando la abundancia absoluta y relativa, distribución y migración de los elementos entre las diferentes partes que los conforman. En la Tierra se utiliza como principales testimonios de las transformaciones los minerales y rocas componentes de la corteza terrestre, con el propósito de establecer leyes o principios en las cuales se basa tal distribución. Los elementos geoquímicos son en una escala de mayor a menor abundancia.

Esta asignatura está enfocada a alumnos de 2° año y por lo tanto corresponde al grupo de asignaturas básicas. Rescata los conceptos vertidos en Química e Introducción a la Geología, se amplía lo desarrollado en esta última, en varios aspectos y sirve como base para las asignaturas Mineralogía, Petrografía Ígnea y Metamórfica, Sedimentología, Suelos, Geología de Yacimientos Minerales, Hidrogeología y Prospección geológica.

### V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

**OBJETIVOS GENERALES:** Desarrollar los principios elementales en que se basa el conocimiento de la Geoquímica. Describir críticamente ambientes geológicos y geoquímicos y procesos naturales que en ellos se desarrollan, considerando los principios fisicoquímicos que permiten explicar el comportamiento de los elementos y los diferentes modelos del ciclo geoquímico que los caracteriza.

**OBJETIVOS PARTICULARES:** Obtener, procesar e integrar datos geoquímicos, para obtener información sobre diferentes procesos geológicos que se producen en la corteza terrestre. Caracterizar geoquímicamente los distintos tipos de rocas. Aplicar los conocimientos geoquímicos al reconocimiento de los procesos geológicos que han dado origen a las rocas y

## VI - Contenidos

### **Tema 1: La Geoquímica como ciencia.**

Objetivos y alcances de la Ciencia. Desarrollo histórico. Avances actuales. Campos que abarca: geoquímica de la litósfera endógena y exógena; geoquímica de la hidrosfera, atmósfera y biosfera.

### **Tema 2: Cosmoquímica.**

Origen del universo. Teorías cosmogónicas. Evolución estelar. Origen de los elementos en el cosmos. Abundancia cósmica y solar de los elementos. Planetas del Sistema solar. Los meteoritos: clasificación, mineralogía, estructura, elementos mayores y trazas. Evolución de la luna.

### **Tema 3: Evolución geoquímica y diferenciación de la tierra.**

Origen de la Tierra. Distribución de los elementos en el núcleo, manto y corteza. Distribución y clasificación geoquímica de los elementos según Goldschmidt, su relación con la clasificación periódica. La composición química del Núcleo, Manto y Corteza Terrestre. Evidencias a partir de datos geofísicos. Predicciones posibles del comportamiento geoquímico de algunos elementos en base a la ley periódica. Distribución de los elementos mayoritarios, minoritarios y trazas.

### **Tema 4: Métodos analíticos.**

Tipos de muestras. Métodos y análisis químicos. Características de las muestras. Técnicas analíticas comunes y especiales. Espectrometría de Absorción Atómica (llama) (AA o AAS). Plasma-Ar – Espectrografía de emisión (Óptica) (ICP-AES u OES). Fluorescencia de rayos X (XRF). Difractometría de rayos X (XRD).

### **Tema 5: Geoquímica de los procesos endógenos.**

Magmas, origen y procesos de diferenciación. Elementos mayoritarios, trazas y tierras raras en la evolución magmática. Diagramas de variación de dos y tres elementos. Diagramas de multielementos. Cristalización fraccionada y fusión parcial. Series de rocas. Diagramas de discriminación geoquímica y relación con el ambiente tectónico. Coeficiente de partición.

### **Tema 6: Geoquímica de las fases finales de diferenciación magmática.**

Pegmatitas. Procesos de formación de magmas pegmatíticos. Solubilidad del agua en fundidos silicáticos. Ebullición retrógrada. Temperatura y presión crítica. Procesos de concentración de elementos traza de valor económico. Relación con la temperatura y presión. Clasificación de pegmatitas. Soluciones hidrotermales: origen y evolución. Zonación geoquímica de los depósitos hidrotermales.

### **Tema 7: Geoquímica de las rocas metamórficas.**

Definiciones. Causas del proceso y tipos de metamorfismo: regional, de contacto y cataclástico. Composición química y mineralógica. Principios de las facies: diagrama ACF. Distribución de las diferentes facies metamórficas según condiciones de temperatura y presión.

### **Tema 8: Geoquímica de los isótopos.**

Generalidades. Número atómico y número de masa. Definición de isótopo. Isótopos estables y radiactivos. Radiactividad. Formas de desintegración. Ley fundamental de la radiactividad. Período de semidesintegración. Vida media. Isótopos con y sin relación genética. Isótopos estables del agua: Hidrógeno y Deuterio;  $^{16}\text{O}$  y  $^{18}\text{O}$ . Composición isotópica del agua del mar y de las precipitaciones. El Tritio. Isótopos de azufre, carbono, estroncio y plomo. Ejemplos de aplicaciones de los isótopos. Geocronología: datación con  $^{14}\text{C}$ , Rb-Sr, U-Th-Pb. Evolución de la corteza y manto terrestre.

### **Tema 9: Geoquímica de los sedimentos y el suelo.**

Meteorización, hidrólisis, oxidación y reducción en los procesos sedimentarios. El potencial de meteorización. Potencial iónico y clasificación geoquímica de los elementos en el ciclo exógeno. Evolución de elementos traza y tierras raras. Diferenciación sedimentaria y clasificación geoquímica de los sedimentos. Geoquímica de los carbonatos. Ambientes de depositación con relación a los parámetros Eh - pH. Composición y frecuencia de las rocas sedimentarias más comunes. Características químicas de los suelos. Composición. Constituyentes minerales primarios y secundarios. Componentes orgánicos.

## **Tema 10: Hidrogeoquímica.**

El agua en la tierra. Abundancia. El ciclo hidrológico. Características fisicoquímicas del agua. Composición. Clasificación de las aguas naturales según su composición. El sistema carbónico - carbonatos. Solubilidad de sales y óxido. Equilibrio redox en ambientes acuáticos. Sistemas  $SO_4^{2-}$  -  $HS^-$  y  $NO_3^-$  -  $NH_4^+$ . Complejos orgánicos e inorgánicos en aguas naturales. Equilibrios de adsorción. Características químicas de las aguas naturales superficiales; ríos, lagos y embalses. El agua y el ambiente. Contaminación. Indicadores. Composición química de las aguas subterráneas. Relación con el tipo de acuífero. Características químicas de las aguas oceánicas.

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

### **TRABAJOS PRÁCTICOS DE GABINETE Y LABORATORIO**

Trabajo Práctico N° 1: Introducción a herramienta de análisis de datos.

Preparación y conversión de datos químicos. Procesamiento con distintos Software. Elaboración de Diagramas Geotectónicos: Límites de Placas. Secciones Geoquímicas y Geofísicas de la Estructura Interna de la Tierra.

Trabajo Práctico N° 2: Sistema Solar. Uso de material digital para la elaboración de resúmenes y diagramas sobre los distintos aspectos característicos del sistema solar.

Trabajo Práctico N° 3: Procesamiento e interpretación de datos analíticos.

Preparación de los datos químicos provenientes de tablas obtenidas de diferentes autores, con el fin determinar el Factor de Enriquecimiento en distintos ambientes. Diagramas de abundancias. Los mismos serán procesados con distintos Software.

Trabajo Práctico N° 4: Muestreo.

Características del muestreo. Importancia. Errores. Diseño del esquema de muestreo: medio a muestrear, representación, tamaño, número de muestras, distribución, métodos para controlar la calidad del muestreo. Identificación. Equipamiento.

Trabajo Práctico N° 5: Preparación de Muestras para análisis químico.

Objetivos. Tipos de Muestras. Tipo de análisis (composición, geocronología, Microanálisis). Muestras líquidas. Secado (equipamiento). Muestras sólidas. Partículas en suspensión. Tratamiento de muestras sólidas: Cuarteo, trituración y molienda (equipamiento), disgregado, tamizado. Separación de minerales. Distintos métodos: manual, magnético, con líquidos pesados, otros métodos. Determinación de la contaminación. Preparación para análisis especiales.

Trabajo Práctico N° 6: Métodos Analíticos en Geoquímica.

Desarrollos de Prácticos con las siguientes Técnica analítica: a) Espectrometría de Absorción Atómica (llama) (AA o AAS). b) Plasma-Ar – Espectrografía de emisión (Óptica) (ICP-AES u OES). c) Fluorescencia de rayos X (XRF). d) Difractometría de rayos X (XRD). e) Espectrometría infrarroja (IR).

Trabajo Práctico N° 7: Prácticos combinados con el Área de Química Analítica, INTEQUI y Química Inorgánica.

Generalidades. Características de la muestra a ser analizada (presentación). Características de los equipos: Interferencias. Límites de detección. Interpretación de diagramas.

Trabajo Práctico N° 8: Rocas Ígneas, clasificación de rocas ígneas, utilizando el triángulo de composicional de Streckeisen.

Trabajo Práctico N° 9: Descripción de Rocas.

Descripción de los principales tipos de rocas: Ígneas, Metamórficas y Sedimentarias. Determinación mineralógica y textural. Clasificación.

Trabajo Práctico N° 10: Geoquímica de procesos endógenos. Interpretación de los resultados de análisis químicos en Rocas.

Rocas Ígneas: ácidas, mesosilícicas y básicas. Diagramas característicos. Diagramas de discriminación geoquímica y relación con el ambiente tectónico Determinación de la signatura de las rocas.

Trabajo Práctico N° 11: Geoquímica de procesos endógenos relacionados a la interpretación de resultados de análisis

químicos en rocas ígneas pegmatíticas. Tratamiento de datos químicos minerales pegmatíticos, para ser procesados con Excel.

Trabajo Práctico N° 12: Procesamiento de los resultados analíticos.

A) Interpretación de los resultados de análisis químicos en Rocas Ígneas.

Preparación de los resultados para ser trabajados con distintos Software. Procesamiento de Datos en distintos formatos. Incorporación de datos y procesamiento en Excel y Origin.

B) Interpretación de los resultados de análisis químicos en Rocas Metamórficas.

Diagramas característicos. Diagramas de discriminación geoquímica. Determinación de Protolitos. Incorporación de datos y procesamiento en Excel y Origin.

C) Interpretación de los resultados de análisis químicos en Rocas Sedimentarias. Interpretación de datos de análisis químicos. Diagramas de abundancias. Diagramas de clasificación de rocas. Incorporación de datos y procesamiento en Excel y Origin.

Trabajo Práctico N° 13: Geoquímica de los Isótopos.

Cálculos utilizando isótopos estables. Cálculo de  $^{87}\text{Rb}$  y  $^{187}\text{Os}$ . Cálculos utilizando isótopos inestables: Rb – Sr y Sm – Nd. Elaboración de Isocrona. Cálculo de edad. Determinación de la procedencia del magma. Incorporación de datos y procesamiento en Excel y Origin.

Trabajo Práctico N° 14: Geoquímica aplicada a Hidrogeología y Suelos.

Electrodos para medir pH y de Ión Selectivo. Práctico combinado con Química Analítica Muestreo de suelos y agua.

Características de la muestra para analizar. Características del Instrumento: Interferencias. Límites de detección.

Interpretación de diagramas. Determinación de PH, Conductividad y Residuo Seco en Hidrogeología y Suelos.

Determinaciones de aniones y cationes mayoritarios en muestra de agua y suelo.

#### TRABAJOS PRÁCTICOS DE CAMPO

Trabajo Práctico de Campo N° 1: Muestreo en rocas metamórficas, ígneas y sedimentarias. Zona Los Puquios.

Observación de la cartografía básica. Elección de las zonas de muestreo. Reconocimiento preliminar del terreno. Obtención de muestras para distintos estudios. Ubicación las zonas de muestreo con GPS. Informe final: el práctico posee una actividad final donde los estudiantes deben presentar un informe escrito, utilizando un lenguaje científico adecuado sobre los problemas geológicos observados en el viaje de campo.

Trabajo Práctico de Campo N° 2: Obtención de muestras en el terreno.

Muestreo en rocas metamórficas de basamento, sedimentos Terciarios y Cuaternarios, Muestreo de aguas. Suelos. Zona El Potrero de los Funes – El Volcán.

Observación de la cartografía básica. Elección de las zonas de muestreo. Reconocimiento preliminar del terreno. Obtención de muestras para distintos estudios. Ubicación las zonas de muestreo con GPS. Informe final: el práctico posee una actividad final donde los estudiantes deben presentar un informe escrito, utilizando un lenguaje científico adecuado sobre los problemas geológicos observados en el viaje de campo.

Trabajo Práctico de Campo N° 3: Obtención de muestras en el terreno.

Obtención de muestras en el terreno. Zona de Potreros – Concarán, San Luis. Muestreo en rocas ígneas (graníticas, pegmatíticas y basaltos) y vetas hidrotermales.

Observación de la cartografía básica. Elección de las zonas de muestreo. Reconocimiento preliminar del terreno. Obtención de muestras para distintos estudios. Ubicación las zonas de muestreo con GPS. Informe final: el práctico posee una actividad final donde los estudiantes deben presentar un informe escrito, utilizando un lenguaje científico adecuado sobre los problemas geológicos observados en el viaje de campo.

### VIII - Regimen de Aprobación

REGLAMENTO INTERNO

- 1 Los T. P. consistirán en tareas de gabinete y de campo.
- 2 La asistencia a las clases de T. P. es obligatoria.
- 3 El Alumno que tuviera más del 25% de inasistencia a los Trabajos Prácticos perderá la condición de regular.
- 4 El Alumno que tuviera más del 20% de inasistencia (o 1 inasistencia) a los Teórico-Prácticos de Laboratorio (Trabajo Práctico N° 4: Métodos Analíticos en Geoquímica) perderá la condición de regular.
- 5 La asistencia a las clases de Trabajos Prácticos de Campo deberá ser del 100%.
- 6 Los T. P. de campo serán coordinados con anticipación.
- 7 Los T. P. (de aula y campo), cuestionarios y parciales serán incluidos correlativamente en una carpeta de trabajos prácticos, la que estará permanentemente actualizada, pudiendo ser requerida en cualquier oportunidad.
- 8 Los T. P. realizados deberán entregarse para su corrección durante el Trabajo Práctico siguiente. Será considerado ausente el alumno cuyo T. P. no resulte satisfactorio.

#### REGULARIZACIÓN DE LA MATERIA

- 9 El alumno deberá aprobar dos (2) parciales con un puntaje mínimo de seis (6) sobre diez (10) puntos.
- 10 Para rendir cada parcial el alumno deberá tener aprobado los anteriores y presentar el mismo día la carpeta de T.P. con la totalidad de los T.P. comprendidos, aprobados.
- 11 La ausencia a un parcial será considerada aplazo.

#### RECUPERACIONES

- 12 Los teórico-prácticos de laboratorio no son recuperables.
- 13 Los trabajos de campo no son recuperables.
- 14 Previo a cada parcial se entregarán artículos en inglés para ser traducidos por grupos, el grupo que no entregue la traducción en la fecha estipulada no tendrá derecho a rendir el parcial subsiguiente.
- 15 Los alumnos tendrán derecho a una recuperación de cada Trabajo Práctico que hubieran reprobado.
- 16 Cada examen parcial tiene 2 (dos) recuperaciones que se realizarán de manera sucesiva luego de haber transcurrido al menos 48 horas de cada examen.

#### ALUMNOS REGULARES PROMOCIONALES

La asistencia a las clases teóricas es obligatoria.

Los alumnos deberán completar la asistencia del 100 % de las clases teóricas – prácticas.

El alumno deberá aprobar cada parcial con un puntaje mínimo de siete (7) sobre diez (10) puntos.

Los alumnos deberán completar la asistencia del 100 % a los reconocimientos de campo.

### IX - Bibliografía Básica

- [1] 1. ACADEMIA DE ASTROFÍSICA DEL INSTITUTO NACIONAL EVOLUCIÓN ESTELAR, VENTANA INTERACTIVA AL UNIVERSO. P 17.
- [2] 2. ASIGNATURA GEOQUÍMICA Y PROSPECCIÓN GEOQUÍMICA. 1997. Métodos Analíticos. Departamento de Geología. Universidad Nacional de San Luis.
- [3] 3. BARNES H., 1982. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. John Wiley & Sons
- [4] 4. DERCOURT J. y PAQUET J., 1978. Geología. Ed. Reverté.
- [5] 5. FAURE, G., 1992. Principles and Applications of inorganic geochemistry. Maxwell MacMillan International Editions.
- [6] 6. FERRARI, R. C., ACOSTA, L. C., STIGLIANO, D., VALLERÒ, E. Y MERLO, D. 2013. EL BIG BANG FÍSICA DEL COSMOS. Ministerio de Educación de la Nación. ISBN 978-950-00-0988-1. 196 p.
- [7] 7. FOLGUERA A. Y SPAGNOLO M., 2009. De la Tierra y los planetas rocosos: una introducción a la tectónica. Ministerio de Educación de la Nación. Instituto Nacional de Educación Tecnológica,. Buenos Aires. 136 p.
- [8] 8. FOLGUERA A., CICHOWOLS M., RAMOS V. A. Y AGUIRRE URRETA B. LA TIERRA. Explora las ciencias en el mundo contemporáneo. Programa de capacitación multimedial. Ministerio De Educación, Ciencia Y Tecnología.
- [9] 9. FYFE, W. S., 1981. Introducción a la geoquímica. Ed. Reverté.
- [10] 10. GONZALEZ BONORINO, F. 1972 Introducción a la geoquímica. Springer Verlag.
- [11] 11. HENDERSON, P., 1982. Inorganic Geochemistry. Pergamon Press.
- [12] 12. JESÚS DE LA ROSA. 2009. El Sistema Solar. Meteoritos. Evolución Del Sistema Solar Y La Tierra. Apuntes Asignatura Geoquímica Y Prospección Geoquímica.
- [13] 13. KRAUSKOPF, K., 1979. Introduction to Geochemistry. McGraw-Hill Book Company 2° Edi. 617p.

- [14] 14. MASON, B., 1952. Principles of Geochemistry.
- [15] 15. ROBIN GILL., 1996. Chemical fundamentals of geology. Chapman & Hall.
- [16] 16. ROBIN GILL., 1997. Modern analytical geochemistry. Addison Wesley Longman Limited.
- [17] 17. ROLLINSON H., 1993. Using geochemistry data: evaluation, presentation e interpretation. Longman Scientific & technical. John Wiley & Sons.
- [18] 18. VOLBORTH, A., 1969. Elemental Analysis in Geochemistry.
- [19] 19. WHITE, WILLIAM M. 2003. Geoquímica. John Hopkins University Press. P 726.

## X - Bibliografía Complementaria

- [1] 1. DANA E. S. y FORD W. E., 1979. Tratado de Mineralogía.. Ed. CECSA.
- [2] 2. DE SMETH, J. B., 1997. Analytical Chemistry M6 (MEX-3). Curso ITC.
- [3] 3. HURLBUT, C. S., 1978. Manual de Mineralogía de Dana.. Editorial Reverté.
- [4] 4. SPIEGUEL, M., 1991. Estadística. McGraw-Hill.
- [5] 5. WEDEPOHL K. H., 1978. Handbook of Geochemistry.
- [6] 6. TURNER, F. J. y VERHOOGEN, J., 1978. Petrología ígnea y metamórfica. Ed. Omega. Barcelona.
- [7] 7. VAN DER LEEDEN, FRITS, F. L. TROISE AND D. K. TODD, 1990. The Water Encyclopedia. Ed. Lewis Publishers.

## XI - Resumen de Objetivos

En los objetivos generales de la Asignatura se prevé desarrollar los principios elementales en que se basa el conocimiento de la Geoquímica. Describir críticamente ambientes geológicos y geoquímicos y procesos naturales que en ellos se desarrollan, con referencia a los principios fisicoquímicos que permiten explicar el comportamiento de los elementos y los diferentes modelos de ciclo geoquímico que los caracteriza. En cuanto a los objetivos particulares, se pretende adquirir, procesar e integrar datos geoquímicos, para obtener información sobre diferentes procesos geológicos que se producen en la corteza terrestre. Caracterizar geoquímicamente los distintos tipos de rocas. Aplicar los conocimientos geoquímicos al reconocimiento de los procesos geológicos que han dado origen a las rocas y minerales.

## XII - Resumen del Programa

Objetivos y alcances de la Ciencia. Desarrollo histórico. Avances actuales. Geoquímica de la litósfera endógena y exógena; geoquímica de la hidrósfera, atmósfera y biósfera.

Origen del universo. Teorías cosmogónicas. Evolución estelar. Origen de los elementos en el cosmos. Abundancia cósmica y solar de los elementos. Los meteoritos. Evolución de la luna.

Origen de la Tierra. Distribución de los elementos en el núcleo, manto y corteza. Composición química del Núcleo, Manto y Corteza Terrestre. Métodos y análisis químicos. Técnicas analíticas comunes y especiales.

Magmas, origen y procesos de diferenciación. Diagramas. Los elementos trazas y tierras raras en la evolución magmática. Cristalización fraccionada y fusión parcial.. Los elementos mayoritarios en la diferenciación magmática. Diagramas de discriminación. La regla de las fases. Fraccionamiento de cristales.

Pegmatitas. Procesos de formación de magmas pegmatíticos. Procesos de concentración de elementos traza de valor económico. Relación con la temperatura y presión. Soluciones hidrotermales: origen y evolución. Zonación geoquímica de los depósitos hidrotermales.

Causas del proceso y tipos de metamorfismo. Composición química y mineralógica. Principios de las facies. Distribución de las diferentes facies metamórficas según condiciones de temperatura y presión (profundidad).

Isótopos estables y radiactivos. Ley fundamental de la radiactividad. Isótopos con y sin relación genética. Isótopos estables del agua. Isótopos de azufre, carbono, estroncio y plomo. Ejemplos de aplicaciones de los isótopos. Geocronología.

Meteorización, hidrólisis, oxidación y reducción en los procesos sedimentarios. Clasificación geoquímica de los elementos en el ciclo exógeno. Evolución de elementos traza y tierras raras. Diferenciación sedimentarias y clasificación geoquímica de los sedimentos. Ambientes de depositación con relación a los parámetros Eh - pH. Composición y frecuencia de las rocas sedimentarias más comunes. Características químicas de los suelos. Composición.

El agua en la tierra. Abundancia. El ciclo hidrológico. Características fisicoquímicas del agua. Complejos orgánicos e inorgánicos en aguas naturales.

### **XIII - Imprevistos**

Se aclara que 6 hs restantes del crédito serán utilizadas para imprevistos que surjan en las actividades de los prácticos N° 13 y 14 y de campo.

### **XIV - Otros**

--

<b>ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA</b>	
	<b>Profesor Responsable</b>
Firma:	
Aclaración:	
Fecha:	