



RESOLUCIÓN N° 265

SANTA ROSA, 6 de mayo de 2022

VISTO:

El Expte. N° 301/22, iniciado por Secretaría Académica, s/eleva programas correspondientes a la carrera Licenciatura en Química - Plan 2021; y

CONSIDERANDO:

Que el docente Dr. Gustavo Walter BERTOTTO, a cargo de la cátedra "GEOQUÍMICA", que se dicta para la carrera Licenciatura en Química, eleva programa de la citada asignatura para su aprobación a partir del ciclo lectivo 2023.

Que el mismo cuenta con el aval de la Prof. Viviana A. Martínez, docente de espacio curricular afín y de la Mesa de Carrera de la Licenciatura en Química.

Que en la sesión ordinaria del día 05 de mayo de 2022, el Consejo Directivo, aprobó por unanimidad, el despacho presentado por la Comisión de Enseñanza.

POR ELLO:

**EL CONSEJO DIRECTIVO DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS Y NATURALES
RESUELVE:**

ARTÍCULO 1º: Aprobar el Programa de la asignatura "GEOQUÍMICA" correspondiente a la carrera Licenciatura en Química (Plan 2021), a partir del ciclo lectivo 2023, que como Anexos I, II, III, IV, V, VI y VII forma parte de la presente Resolución.

ARTÍCULO 2º: Regístrese, comuníquese. Pase a conocimiento de Secretaría Académica, Departamento de Asuntos Estudiantiles, Departamento de Química, del Dr. Gustavo Walter BERTOTTO y del CENUP. Cumplido, archívese.



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO I

DEPARTAMENTO DE: QUÍMICA

ACTIVIDAD CURRICULAR: GEOQUÍMICA - OPCIONAL

CARRERA/S - PLAN: Licenciatura en Química – Plan 2021

CURSO: 5º Año

RÉGIMEN: Cuatrimestral, segundo cuatrimestre

CARGA HORARIA SEMANAL:

- **Teórico: 2 horas**
- **Práctico: 2 horas 45 minutos**

CARGA HORARIA TOTAL: 75 horas

CICLO LECTIVO: A partir de 2023

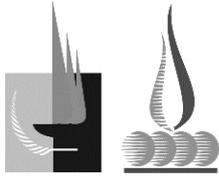
EQUIPO DOCENTE DE LA CÁTEDRA:

Dr. Gustavo Walter BERTOTTO Profesor Adjunto dedicación simple
Esp. Mónica Adriana PIRES Jefa de Trabajos Prácticos, dedicación Simple
Dr. Alexis Daniel PONCE Ayudante de Primera, ad-Honorem

FUNDAMENTO DE LA ACTIVIDAD CURRICULAR

La Geoquímica es una disciplina científica destinada a establecer, desarrollar y aplicar los principios físico-químicos que permitan explicar de un modo general el comportamiento de los componentes químicos en los medios naturales.

En la segunda mitad del siglo veinte, la Geoquímica ha prosperado en el enfoque cuantitativo que ha dominado las ciencias de la Tierra. Este enfoque ha causado avances más grandes en el conocimiento de nuestro planeta en los últimos 50 años que en toda la historia humana previa. Para comprender la dimensión que han tenido las contribuciones de la Geoquímica a este avance, basta citar algunos ejemplos: gran parte de lo que se conoce sobre cómo se formaron la Tierra y el sistema solar ha surgido por investigaciones sobre las propiedades químicas de meteoritos; a través de la Geoquímica



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO I DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

es posible cuantificar la escala del tiempo geológico y se pueden determinar profundidades y temperaturas de formación de magmas, entre otros.

La geoquímica está estrechamente vinculada con las ciencias ambientales, problemas como la lluvia ácida, el agujero en la capa de ozono, el efecto invernadero y la contaminación del agua son cuestiones concernientes a esta disciplina. El abordaje de estas temáticas requiere conocimientos básicos de geoquímica los que se pretenden inculcar durante el dictado de la asignatura.

La Geoquímica, de la misma manera que gran parte de la ciencia, es impulsada por la tecnología. La tecnología ha dado herramientas cada vez más potentes a los geoquímicos modernos, las que permiten estudiar la Tierra de formas impensadas años atrás. Los instrumentos para el análisis químico han sido fundamentales no sólo para las investigaciones realizadas en nuestro planeta sino también en otros cuerpos celestes, por ejemplo, Marte. Se abordarán durante el dictado de la asignatura, los principales métodos geoquímicos de análisis y sus aplicaciones.

OBJETIVOS Y/O ALCANCES DE LA ASIGNATURA

Con la presente propuesta de desarrollo, se pretende que quienes cursen la Asignatura se introduzcan al conocimiento de la Geoquímica y puedan comprender la distribución y migración de los diferentes elementos químicos presentes en los distintos subsistemas de la Tierra y sus vinculaciones. Si bien una parte de los contenidos está relacionada a los procesos fisicoquímicos básicos, se pondrá énfasis en la discusión de ejemplos geológicos sobre la base de aquellos.

Respecto al enfoque metodológico, se tratará de que las y los estudiantes, a través de los trabajos prácticos, puedan resolver situaciones problemáticas, con el fin de que adquieran, al comienzo, una visión global de la composición de la Tierra para luego trabajar en forma analítica los distintos procesos y componentes químicos. El proceso de enseñanza-aprendizaje, tendrá un enfoque hacia la experiencia directa de las y los estudiantes a través de las actividades programadas (gabinete, trabajos prácticos y viajes de campo) y puede dividirse en dos grandes objetivos: a) generales y b) específicos.

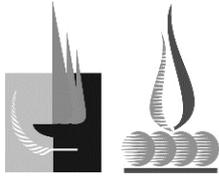
a) Objetivos Generales

-Objetivo Conceptual: Que el estudiantado adquiera los conocimientos necesarios para la comprensión del comportamiento de los elementos químicos en los subsistemas de la Tierra durante los diferentes procesos geológicos.

-Objetivo Procedimental: Que el estudiantado adquiera habilidades y destrezas a través de metodologías de trabajo de gabinete y campo, para resolver situaciones problemáticas concretas vinculadas a procesos geoquímicos.

-Objetivo Actitudinal: Que el estudiantado adquiera actitudes críticas, de responsabilidad, compromiso y solidaridad durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y en su visión de los procesos naturales.

b) Objetivos Específicos:



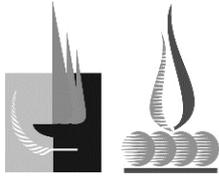
FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO I DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

Que el estudiantado adquiera conocimientos sobre:

- La distribución y abundancia de los elementos químicos en el cosmos y su relación con la Tierra.
- Las características composicionales de las distintas geosferas terrestres.
- Las principales metodologías analíticas actuales en geoquímica y su aplicación.
- Los aspectos referidos al comportamiento de los elementos químicos en las rocas, sedimentos, suelos, agua y la interacción entre ellos.
- El procesamiento, la interpretación y utilización de los datos obtenidos en el curso de un estudio geoquímico.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO II

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

PROGRAMA ANALÍTICO

Tema 1. Introducción.

Objetivos de la materia. Importancia de la geoquímica en las ciencias geológicas. Elementos químicos de importancia geológica. Elementos mayoritarios y traza. Isótopos. Clasificación geoquímica de los elementos. Procesos que controlan la composición química de rocas ígneas, metamórficas y sedimentarias. Controles en la distribución de elementos traza.

Tema 2. Métodos analíticos en Geoquímica.

Tipos de muestras: condiciones de muestreo y su representatividad. Técnicas de preparación previas al análisis. Introducción a los métodos de análisis geoquímico: fluorescencia de rayos X, microsonda electrónica, espectrofotometría, espectroscopía de emisión, absorción atómica, plasma inductivamente acoplado y espectrometría de masa. Metodología y aplicaciones. Criterios de elección de técnicas analíticas según el objeto de estudio.

Tema 3. Composición química del universo.

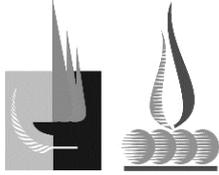
Cosmoquímica: nucleosíntesis, composición del sistema solar, formación de la Tierra. Abundancia cósmica de los elementos. Diferenciación geoquímica en el sistema solar. Meteoritos. Tipos y composición. Su relación con el origen de la Tierra. Utilidad del conocimiento geoquímico sobre meteoritos en relación a los procesos petrogenéticos.

Tema 4. Procesos de diferenciación en la Tierra.

Modelos acrecionales. Composición y diferenciación química de la Tierra: formación del núcleo y manto primitivo, formación de la corteza y de las geosferas fluidas (hidrósfera y atmósfera). Composición y evolución geoquímica del manto y de la corteza terrestre.

Tema 5. Isótopos estables.

Principales sistemas de isótopos estables (O, C, H y S). Fraccionamiento isotópico: intercambio isotópico, efectos cinéticos y otros factores que generan fraccionamiento. El factor de fraccionamiento y su dependencia con la temperatura. Aplicaciones.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO II DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

Tema 6. Isótopos radioactivos.

Aplicación en geocronología. Mecanismos de decaimiento radioactivo. Principios de datación radimétrica. Métodos radimétricos. Cálculos de isócronas y relaciones iniciales. Concepto de temperatura de cierre del sistema isotópico. Edades modelo. Isótopos radioactivos utilizados en petrogénesis. Reservorios isotópicos. Valores isotópicos de referencia de los reservorios terrestres. Notación épsilon. Aplicaciones.

Tema 7. Geoquímica de rocas ígneas.

Generación de magmas. Fusión del manto peridotítico. Fusión de la corteza continental. Procesos de diferenciación. Cristalización fraccionada. Series de rocas. Asociaciones petroectónicas. Magmatismo en dorsales oceánicas. Magmatismo relacionado a plumas mantélicas. Magmatismo en zonas de subducción: arcos de islas y márgenes continentales activos.

Tema 8. Geoquímica de las fases finales de diferenciación magmática.

Pegmatitas. Procesos de formación. 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. Soluciones hidrotermales: origen y evolución. Zonación geoquímica de los depósitos hidrotermales.

Tema 9. Geoquímica de rocas sedimentarias.

Clasificación geoquímica de sedimentos. Meteorización química. El potencial de meteorización. Potencial iónico y clasificación geoquímica de los elementos en el ciclo exógeno. Ambiente de depositación con relación a los parámetros Eh - pH. Formación de arcillas y de lateritas. Sedimentos carbonáticos y silíceos. Diagénesis.

Tema 10. Geoquímica de las rocas metamórficas.

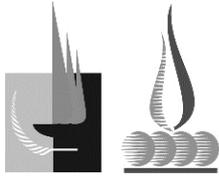
Definiciones. Causas del proceso y tipos de metamorfismo: regional, de contacto y en zonas de falla. Composición química y mineralógica. Asociaciones minerales en equilibrio. Reacciones metamórficas. Geotermómetros y geobarómetros.

Tema 11. Prospección Geoquímica.

Objetivos. Ambientes geoquímicos. Asociaciones y dispersiones de elementos. Migración. Importancia de los conceptos de fondo, umbral, anomalías. Dispersión primaria y secundaria. Métodos de prospección geoquímica. Selección de áreas. Tratamientos estadísticos de datos geoquímicos.

Tema 12. Hidrósfera y atmósfera.

Origen y evolución de la hidrósfera. Características geoquímicas de reservorios de la hidrósfera: océanos, aguas continentales (lagos, ríos y glaciares), aguas subterráneas. Características geoquímicas de las aguas meteóricas. Génesis y evolución de los océanos.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

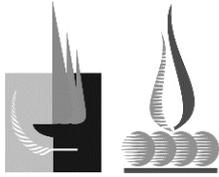
Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO II DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

Ejemplos de evaporitas: evaporación del agua de mar. Composición química de la atmósfera: componentes constantes y variables. Tropósfera, estratósfera e ionósfera. Génesis y evolución de la atmósfera: atmósfera primordial, adiciones y pérdidas atmosféricas.

Tema 13. Biosfera. Naturaleza, masa y composición de la biosfera.

Materia orgánica sedimentaria. Depósitos biogénicos. Origen del carbón y de hidrocarburos. Ciclo geoquímico del carbono.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO III

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

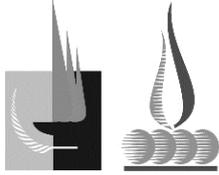
BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía básica

- ALBAREDE, F., 2009. Geochemistry, an introduction. Segunda Edición, Cambridge University Press, 342 p.
- BEST, M., 2003. Igneous and metamorphic petrology. Segunda Edición. Blackwell, Malden MA, 729 p.
- CONDIE, K.C., 2005. Earth as an evolving Planetary System. Elsevier, 447 p. ROLLINSON, H., 1993. Using geochemistry data: evaluation, presentation, interpretation. Longman scientific & technical. John Wiley & Sons, 352 p.
- WHITE, W.M. Geochemistry. Libro online descargado de:
<http://www.geo.cornell.edu/geology/classes/geo455/Chapters.HTML>
- WINTER, J.D., 2009. An introduction to Igneous and Metamorphic Petrology. 2ª Edición. Prentice Hall, New Jersey (USA), 720 p.

Bibliografía complementaria

- BARNES, H., 1997. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. Tercera Edición. John Wiley and Son, 974 p.
- BUCHER, K. y GRAPES, R., 2011. Petrogenesis of metamorphic rocks. 8ª Edición. Springer-Verlag, Berlín, 428 p.
- DICKIN, A., 2005. Radiogenic isotope geology. Segunda Edición. Cambridge University Press, 512 p.
- FAURE, G., 1997. Principles and applications of inorganic geochemistry. Segunda Edición. Prentice Hall, 625 p.
- GILL, R., 1996. Chemical fundamentals of Geology. Segunda Edición. Chapman & Hall, 290 p.
- HOEFS, J., 2009. Stable isotope geochemistry. Sexta Edición. Springer, 285 p. HOLLAND, H. y TUREKIAN, K., (Editors-in-Chief) 2014. Treatise on Geochemistry. Segunda Edición. Elsevier, 15 volúmenes, 9144 p.
- KRAUSKOPF, K. y BIRD, D., 1994. Introduction to Geochemistry. Tercera Edición. McGraw-Hill, 640 p.
- LANGMUIR, D., 1997. Aqueous Environmental Geochemistry. Prentice Hall, 602 p. POTTER, P., MAYNARD, J.B. y DEPETRIS, P., 2005. Mud and mudstones. Springer Verlag, 297 p.
- ROBB, L., 2005. Introduction to ore-forming processes. Blackwell Publishing, 378 p. ROLLINSON, H., 2007. Early Earth Systems. Blackwell Publishing, 285 p.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO III DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

SCASSO, R.A. y LIMARINO, C.O., 1997. Petrología y diagénesis de rocas clásticas. Asociación Argentina de Sedimentología, Publicación Especial N° 1, 257 p.

TATSUMI, Y., 2005. The subduction factory: How it operates in the evolving Earth. GSA Today, 15(7): 4-10.

WILSON, M., 1989. Igneous Petrogenesis. Springer, 466 p.



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO IV

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

PROGRAMA DE TRABAJOS PRÁCTICOS

Trabajo Práctico N° 1: Rocas y Minerales - Cristaloquímica.

Análisis y determinación de los distintos enlaces químicos presentes en los minerales.

Trabajo Práctico N° 2: Fórmula química de minerales.

Descomposición en óxidos. Cálculo de los porcentajes de los elementos a partir de la fórmula química de minerales puros. Cálculo de la fórmula química a partir de los porcentajes de los elementos. Interpretación de análisis. Determinación de la fórmula química de un mineral a partir de su composición porcentual en peso de óxidos.

Trabajo Práctico N° 3: Muestreo y Preparación de muestras para análisis químicos. Objetivos e importancia del muestreo. Control del muestreo y de los análisis químicos, errores. Calidad de los datos. Preparación de muestras sólidas para análisis químico. Métodos de concentración de minerales. Equipamiento.

Trabajo Práctico N° 4: Tratamiento de análisis químicos de isótopos estables.

Cálculo de valores de δ en diferentes sistemas (O, H, C, S).

Trabajo Práctico N° 5: Tratamiento de análisis químicos de isótopos radiactivos. Construcción de isocronas. Cálculos de edades. Determinación de relaciones isotópicas.

Trabajo Práctico N° 6: Tratamiento de análisis químicos de elementos mayoritarios en rocas ígneas.

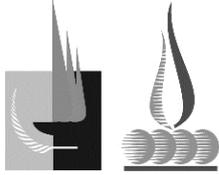
Diagramas de variación y clasificación química de rocas. Moda y Norma.

Trabajo Práctico N° 7: Tratamiento de análisis químicos de elementos traza en rocas ígneas.

Gráficos multielementales. Análisis del comportamiento de los elementos de tierras raras. Normalización.

Trabajo Práctico N° 8: Tratamiento de análisis químicos de rocas sedimentarias.

Cálculo de índices de meteorización química.



FACULTAD DE CIENCIAS
EXACTAS Y NATURALES

Universidad Nacional de La Pampa

CORRESPONDE AL ANEXO IV DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

Trabajo Práctico N° 9: Tratamiento estadístico de datos geoquímicos aplicados a la prospección minera.

Trabajo Práctico N° 10: Tratamiento de análisis químicos de muestras de agua.

Análisis del comportamiento de los iones mayoritarios. Utilización de datos químicos como indicadores de calidad de agua.



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO V

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

ACTIVIDADES ESPECIALES QUE SE PREVÉN

Quienes cursen participarán en dos tipos de actividades especiales que complementan aquellas realizadas durante las clases teóricas y prácticas, a saber: lectura y exposición de artículos científicos, y viaje de aplicación práctica.

1) Lectura y exposición de artículos científicos. Se proporcionarán artículos científicos relacionados con temas desarrollados previamente en las clases, para que los/las estudiantes lean, interpreten y expongan ante el resto del curso en un tiempo acotado. Se debatirán las metodologías empleadas y los resultados obtenidos.

2) Viaje de aplicación práctica. El mismo es de carácter obligatorio y se realizará preferentemente en el último mes de la cursada. Las y los estudiantes deberán presentar un informe conteniendo las actividades desarrolladas. Sus objetivos se detallan a continuación:

- Plantear y planificar la ejecución de un trabajo de laboratorio en el área de la Geoquímica.
- Trabajar con el material bibliográfico y cartográfico sobre la zona a visitar, a fin de decidir los sitios más adecuados para desarrollar las actividades.
- Práctica de la metodología de muestreo de rocas.
- Práctica de laboratorio en donde serán analizadas las rocas colectadas en el trabajo de campo.



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO VI

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

PROGRAMA DE EXAMEN

Los exámenes finales libres se corresponden con la temática enunciada en los Anexos II y IV del presente programa.



CORRESPONDE A LA RESOLUCIÓN N° 265/22

ANEXO VII

ASIGNATURA: GEOQUÍMICA

CICLO LECTIVO: A partir de 2023.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN Y/U OTROS REQUERIMIENTOS

La aprobación de la asignatura Geoquímica se puede realizar en los regímenes Regular o Libre.

Condiciones para la aprobación en el régimen Regular

1) Aprobación de la cursada, que incluye:

- a) Aprobar el 100% de las actividades prácticas.
- b) Aprobar dos evaluaciones parciales escritas, que se realizarán durante la cursada y en las mismas se deben resolver correctamente el 60% de las consignas para ser aprobadas. Cada evaluación parcial tendrá su correspondiente recuperatorio. Al finalizar la cursada, y en caso de tener un parcial desaprobado, el estudiantado tendrá la opción de un parcial recuperatorio adicional de la evaluación no aprobada, todo de acuerdo a la reglamentación vigente.
- c) Aprobar las actividades especiales que se prevén en el Anexo V: lectura y exposición de artículos científicos y viaje de aplicación práctica.

2) Aprobación de un examen final oral, con una calificación mínima de 4 sobre 10 posibles.

Condiciones para la aprobación en el régimen Promocional

1) Aprobación de la cursada, que incluye:

- a) Asistir al 85% de las clases de la cursada.
- b) Aprobar el 100% de las actividades prácticas.
- c) Aprobar dos evaluaciones parciales escritas, que se realizarán durante la cursada, con una calificación mínima de 7 sobre 10 posibles. Cada evaluación parcial tendrá su correspondiente recuperatorio. Al finalizar la cursada, y en caso de tener un parcial desaprobado, el estudiantado tendrá la opción de un parcial recuperatorio adicional de la evaluación no aprobada, todo de acuerdo a la reglamentación vigente.



CORRESPONDE AL ANEXO VII DE LA RESOLUCIÓN N° 265/22

d) Aprobar los informes de las actividades especiales que se prevén en el Anexo V: Viajes de aplicación práctica (prácticas de campo con la presentación de los mapas resultantes) con una calificación mínima de 7 puntos sobre 10 posibles.

2) No se realiza un examen final. La calificación final de aprobación de la asignatura se obtiene al realizar un promedio de las calificaciones obtenidas en las evaluaciones parciales, en las actividades especiales y en los exámenes prácticos.

Condiciones para la aprobación en el régimen Libre

Aprobación de un examen final que consta de dos partes:

1) Parte práctica. Los exámenes correspondientes a los temas prácticos se tomarán durante un período no mayor a 5 días hábiles. En estas pruebas el estudiantado deberá demostrar pleno conocimiento de la totalidad de los Trabajos Prácticos correspondientes al Programa de la actividad curricular, incluyendo las actividades especiales del Anexo V. Cada uno de los exámenes de temas prácticos es eliminatorio.

2) Parte teórica. Aprobación de un examen final oral, con una calificación mínima de 4 sobre 10 posibles.

Como resultado de las evaluaciones de los temas teóricos y prácticos el tribunal fijará una calificación definitiva entre cero y diez.

El estudiantado deberá tener aprobadas la totalidad de las correlativas previstas por su Plan de Estudios para la asignatura al momento de rendir el examen final.