



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2016 - Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional"

ES COPIA
OSCAR GUILLERMO SEGURA
Director de Despacho
UNSL

SAN LUIS, 16 MAYO 2016

VISTO:

El Expediente EXP-USL: 1572/2016 mediante el cual se solicita la protocolización del Curso de Posgrado: **GEOQUÍMICA DE PROCESOS MAGMÁTICOS**; y

CONSIDERANDO:

Que el Curso de Posgrado se propone dictar en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 27 de junio al 1º de julio de 2016, con un crédito horario de 60 horas presenciales y bajo la coordinación de la Lic. Julieta **CAPRIOLO**.

Que la Comisión Asesora de Posgrado de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales recomienda aprobar el curso de referencia.

Que el Consejo de Posgrado de la Universidad Nacional de San Luis en su reunión del 29 de marzo de 2016, analizó la propuesta y observa que el programa del curso, bibliografía, metodología de evaluación y docentes a cargo, constituyen una propuesta de formación de posgrado de calidad en su campo específico de estudio.

Que, por lo expuesto, el Consejo de Posgrado aprueba la propuesta como Curso de Posgrado, según lo establecido en Ordenanza CS N° 23/09.

Que corresponde su protocolización.

Por ello y en uso de sus atribuciones

EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS

RESUELVE:

ARTÍCULO 1º.- Protocolizar el dictado del Curso de Posgrado: **GEOQUÍMICA DE PROCESOS MAGMÁTICOS**, en el ámbito de la Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales del 27 de junio al 1º de julio de 2016, con un crédito horario de 60 horas presenciales.

ARTÍCULO 2º.- Protocolizar como docente responsable del curso al Dr. Juan Enrique **OTAMENDI** (DNI N° 17.437.354) de la Universidad Nacional de Río Cuarto – Córdoba.

Cpde RESOLUCIÓN R N°

683

Jorge Raúl Ojguín
Vice Rector - UNSL
674/16

Dra. Alicia Marcela Priñista
Secretaria de Posgrado
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2016 - Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional"

ES COPIA
OSCAR GUILLERMO SEGURA
Director de Despacho
UNSL

ARTÍCULO 3º.- Aprobar el programa del Curso de referencia, de acuerdo al **ANEXO** de la presente disposición.-

ARTÍCULO 4º.- Comuníquese, insértese en el Libro de Resoluciones, publíquese en el Digesto Electrónico de la UNSL y archívese.-

RESOLUCIÓN R N°
mav

683

Dra. Alicia Marcela Printista
Secretaria de Posgrado
U.N.S.L.

Ing. Jorge Raúl Olguin
Vicerector - UNSL
a/c Rectorado RR N° 674/16



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2016 - Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional"

ES COPIA
OSCAR GUILLERMO SEGURA
Director de Despacho
UNSL

ANEXO

DENOMINACIÓN DEL CURSO: GEOQUÍMICA DE PROCESOS MAGMÁTICOS

UNIDAD ACADÉMICA RESPONSABLE: Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales

CATEGORIZACIÓN: Perfeccionamiento

RESPONSABLE: Dr. Juan Enrique OTAMENDI

COORDINADORA: Lic. Julieta CAPRIOLO

CRÉDITO HORARIO: 60 horas

MODALIDAD DE DICTADO: Presencial

FECHA DE DICTADO DEL CURSO: 27 de junio al 1° de julio de 2016

FECHA PREVISTA PARA ELEVAR LA NÓMINA DE ALUMNOS APROBADOS:
Agosto de 2016

DESTINATARIOS: Egresados con título de grado universitario en disciplinas afines a la temática del curso.

LUGAR DE DICTADO: Dpto. de Geología – UNSL – San Luis.

CUPO: 20 personas.

FUNDAMENTACIÓN: Este curso brinda herramientas conceptuales y metodológicas que son imprescindibles para realizar un tratamiento óptimo de los datos geoquímicos obtenidos en la investigación de rocas ígneas. La razón que subyace al objetivo general de este curso es que, los métodos e instrumentales usados para determinar la composición química de las rocas, incluyendo elementos e isótopos, han avanzado en calidad y disminuido los costos operativos. Como consecuencia de esto, la mayoría de los proyectos de investigación y/o exploración geoquímica se desarrollan disponiendo de una base de datos que tiene un número muy grande de muestras e incluye una amplia gama de elementos químicos. La disponibilidad de esta base de datos no puede ser usada con eficiencia si no se dispone de la herramienta conceptual que brindan los avances del conocimiento en geoquímica de rocas ígneas. Y todo integrado en una nueva visión del ciclo geoquímico vincula la diferenciación química con la evolución geodinámica de la Tierra, mientras tiene en cuenta que el Planeta Tierra se formó como parte del sistema solar. Este curso tiene por objetivo presentar a los investigadores y profesionales que necesitan usar datos geoquímicos las herramientas conceptuales y las metodologías que les permiten obtener conclusiones de aplicación geológica.

OBJETIVOS:

El objetivo general del curso es presentar herramientas conceptuales y metodológica como una colección de sistemas químicos complejos que interaccionan entre si; y al mismo tiempo, proveer una oportunidad de aplicar principio básicos y aplicados de geoquímica para el tratamiento conceptual de los procesos geológicos globales.

g. Jorge Raur Oiguin
Vice Rector - UNSL
a/c Rectorado RR N°
674/16

Dra. Alicia Marziale Piniñista
Secretaría de Posgrado
U.N.S.L.

Cpde RESOLUCIÓN R N° 683



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

"2016 - Año del Bicentenario de la Declaración de la Independencia Nacional"

ES COPIA
OSCAR GUILLERMO SEGURA
Director de Despacho
UNSL

Los objetivos específicos son:

- 1- Introducir al alumno las fuentes de información actualizada y los mecanismos de razonamiento utilizados en la investigación de los procesos magmáticos.
- 2- Utilizar los elementos mayoritarios y traza para investigar la petrogenesis de rocas ígneas.
- 3- Combinar la abundancia y variación de elementos químicos y algunos isótopos radiactivos para cuantificar la evolución petrológica de rocas ígneas.
- 4- Analizar usando modelos cualitativos y cuantitativos los procesos magmáticos que gobiernan la distribución y abundancia de los elementos químicos en el planeta Tierra.
- 5- Integrar, dentro del marco que brinda la investigación de los procesos magmáticos, la información de los objetivos anteriores con el propósito de comprender cómo ha evolucionado químicamente la Tierra.

CONTENIDOS MÍNIMOS: Elementos mayoritarios y traza en rocas ígneas. Modelado petrogenético combinando elementos e isótopos. Origen y abundancia de los elementos químicos en el universo y diferenciación interna el planeta tierra.

PROGRAMA:

PARTE I. ELEMENTOS MAYORITARIOS Y TRAZA EN ROCAS IGNEAS

UNIDAD I.1. ELEMENTOS MAYORITARIOS EN SISTEMAS MAGMÁTICOS.

Clasificación geoquímica de rocas ígneas: diagramas óxidos-óxidos; diagramas catiónicos. Discriminación geoquímica de series de rocas ígneas. Propuesta de clasificación de granitoides de Frost et al. (2001). Diagramas de variación. Concepto de índice de diferenciación en base a datos geoquímicos. Interpretación de trenes de variación de elementos mayoritarios: extracción, adición de fases y trenes con inflexión. Reconocimiento de procesos magmáticos usando elementos mayoritarios.

UNIDAD I.2. ELEMENTOS TRAZA EN SISTEMAS MAGMÁTICOS, INTRODUCCIÓN

Elementos traza: definición, conceptos y generalidades. Clasificación en función del comportamiento geoquímico. Agrupamiento de elementos traza por familias. Elementos compatibles e incompatibles. Movilidad. Comportamiento en sistemas magmáticos. Leyes que rigen la distribución sólido/líquido. Coeficiente de partición total: concepto y significado. Predicción del valor del coeficiente de partición usando la teoría del modulo elástico de la celda cristalina de Blund y Wood (1994). Tipos de diagramas de presentación de la abundancia de los elementos traza: normalización, patrones de normalización, interpretación del espectro normalizado. Diagrama de tierras raras y multi-elementos.

UNIDAD I.3. ELEMENTOS TRAZA EN SISTEMAS MAGMÁTICOS, MODELADO PETROLÓGICO

Comportamiento de elemento traza durante la fusión parcial y cristalización fraccionada. Deducción de las ecuaciones que modelan los procesos en equilibrio. Análisis de los modelos petrológicos en equilibrio. Deducción de las ecuaciones que modelan los procesos fraccionados (tipo Rayleigh). Análisis de los modelos petrológicos fraccionados. Modelado de fusión parcial en desequilibrio. Diagrama de vectores.

Cpde RESOLUCIÓN R N° 683

Ing. Jorge Raúl Olguín
Vicerrector - UNSL
a/c Rectorado RR N°
644/16

Dra. Alicia Marcela Priftista
Secretaria de Posgrado
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

ES COPIA
OSCAR GUILLERMO SEGURA
Director de Copias
UNSL

UNIDAD I.4. ELEMENTOS TRAZA EN SISTEMAS MAGMÁTICOS: MAGMAS PRIMARIOS, GENERACIÓN Y COMPOSICIÓN EN RELACIÓN AL AMBIENTE TECTÓNICO.

Reacciones y composiciones de fases durante la fusión del manto primitivo. Composición de elementos mayoritarios en magmas primitivos según los resultados de petrología experimental. Características geoquímicas que distinguen a los magmas primarios (MORB, OIB, IAB). Modelado petrológico para explicar la generación de magmas primarios en diferente ambientes tectónicos.

PARTE II. MODELADO PETROGENÉTICO COMBINANDO ELEMENTOS E ISÓTOPOS

UNIDAD II.1. SISTEMA ISOTÓPICO Rb – Sr CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Propiedades químicas de los elementos Rb y Sr. Abundancia natural relativa de los isótopos de Rb y Sr. Geocronología usando el sistema Rb – Sr. Como calcular $^{87}\text{Rb} / ^{86}\text{Sr}$ de las medidas de Rb y Sr y luego calcular $^{87}\text{Sr} / ^{86}\text{Sr}$ a un tiempo T (Ma) en el pasado. Construcción de una isocrona arbitraria.

UNIDAD II.2. SISTEMA Sm – Nd CONCEPTOS FUNDAMENTALES.

Propiedades químicas de los elementos Sm y Nd. Sistema isotópico Sm-Nd. Qué relaciones isotópicas se mide y cuales se calculan. Fraccionamiento y CHUR. Notación epsilon. Edades modelo. Relación entre los sistema Rb-Sr y Sm-Nd en rocas ígneas plutónicas y volcánicas.

UNIDAD II.3. MODELADO DE MEZCLAS CON DOS MIEMBROS FINALES

La ecuación y el modelo de Langmuir et al. (1978). Los tipos de mezclas binarias, elemento versus elemento, elementos vs cociente de elementos; cocientes versus cocientes. Resolución de un problema numérico concreto. Aplicaciones a sistema de elementos traza e isótopos. Construcción del diagrama $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ vs $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ para una mezcla de dos componentes. La isocrona ficticia, otra forma de chequear una mezcla binaria.

UNIDAD II.4. MODELADO PETROLÓGICO: PROCESO AFC.

Modelado del proceso Asimilación y Cristalización Fraccionada (AFC) y sus controversias. Notación y conceptos fundamentales. El desarrollo pionero de De Paolo (1981). Las ecuaciones fundamentales. El problema de la selección de parámetros. La solución de Aitcheson y Forrest (1994). Diagramas ρ versus r . Evaluación de la aplicación rigurosa de los modelos AFC en secuencias calco-alcalinas (Roberts y Clemens, 1995).

PARTE III. ORIGEN Y ABUNDANCIA DE LOS ELEMENTOS QUIMICOS EN EL UNIVERSO Y DIFERENCIACIÓN INTERNA EL PLANETA TIERRA.

UNIDAD III.1. ORIGEN Y ABUNDANCIA DE LOS ELEMENTOS EN EL UNIVERSO, EN EL SISTEMA SOLAR Y EN EL PLANETA TIERRA

Nucleosíntesis y evolución estelar. Abundancia de los elementos en la nebulosa solar. Origen del sistema solar. Composición de meteoritos. Formación de los meteoritos como evidencia de los procesos que ocurrieron en la Nebulosa Solar.

[Handwritten signature]
Ing. Jorge Raúl Oiguirre
Vicecorrector - UNSL
a/c Rectorado RR N°
674/16

[Handwritten signature]
Dra. Alicia Martínez Fernández
Secretaría de Posgrado
U.N.S.L.



Clasificación geoquímica de los elementos por su comportamiento en el Sistema Solar. Formación, origen y composición de los planetas en el sistema solar. Síntesis de la composición del núcleo y del manto de la tierra. Manto primitivo (PUM). Modelo condrítico versus modelo pirolítico. Manto empobrecido (DMM).

UNIDAD III.2. PLANETA TIERRA ORIGEN Y EVOLUCION DE LA CORTEZA CONTINENTAL

Características geoquímicas y geofísicas de la corteza continental. Constitución estratigráfica de la corteza oceánica. Génesis de magma en dorsales meso-oceánicas. Diferencias en la composición de los niveles eruptivos (MORB) de la corteza oceánica en la Tierra. Abundancia de elementos mayoritarios en la corteza continental. Hipótesis sobre el origen de las capas de la Tierra, caso particular de la corteza continental. Modelo Andesítico. Abundancia de elementos traza en la corteza continental. Diferenciación de la corteza continental como producto del desarrollo de procesos magmáticos. La paradoja química de la corteza continental y las ideas que pretenden resolverla. Planteo del problema si actualmente la masa (o el volumen) de la corteza continental crece o decrece. Balance de masas globales que resulta de la erosión y acreción de corteza continental en márgenes destructivos. Preservación de corteza continental a lo largo del tiempo geológico.

SISTEMA DE EVALUACIÓN: Resolución y presentación de informe, en forma individual, de un problema que integre varios temas tratados en el curso.

BIBLIOGRAFÍA: (sólo libros y trabajos mencionados en el programa)

- AITCHESON, S.J. y FORREST, A.H., 1994. Quantification of crustal contamination in open magmatic systems. *Journal of Petrology*, 35, 461-488.
- BROWN, M. y RUSHMER, T., 2006. Evolution and differentiation of the continental crust. Cambridge University Press - New York.
- BLUNDY J. y WOOD, B., 1994. Prediction of crystal-melt partition coefficients from elastic moduli. *Nature*, 372, 452-454.
- DE PAOLO, D.J., 1981. Trace element and isotopic effects of combined wall rock assimilation and fractional crystallization. *Earth and Planetary Science Letters*, 53, 189-202.
- DE PATER, I. y LISSAUER, J.J., 2001. *Planetary Sciences*. Cambridge University Press.
- DICKIN, A.P., 1997. *Radiogenic isotope geology*. Cambridge University Press.
- FAURE, G. 1986. *Principles of isotope geology*. Segunda Edición. John Wiley & Sons.
- FAURE, G. 1998. *Principles and applications of geochemistry*. Segunda Edición. Prentice Hall.
- FROST, B., BARNES, C., COLLINS, W., ARCULUS, R., ELLIS, D. y FROST, C., 2001. A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42, 2033-2048.
- LANGMUIR, C. H., VOCKE, R. D., HANSON, G. N. y HART, S. R., 1978. A general mixing equation with applications to Icelandic basalts. *Earth and Planetary Science Letters*, 37, 380-392.
- ROLLINSON, H.R. 1993. Using geochemical data: evaluation, presentation, interpretation. Longman Scientific and Technical.
- ROLLINSON, H.R. 2007. *Early Earth Systems, a geochemical approach*. Blackwell Publishing.

J. Jorge Raul Oguin
Vicerrector - UNSL
a/c Rectorado RR N°
674/16

Dra. Alicia Mercedes Pflüger
Secretaría de Posgrado
U.N.S.L.



Universidad Nacional de San Luis
Rectorado

ES COPIA
OSCAR DELGADO ROSA
Dpto. de Geología
UNSL

- ROBERT M.P. y CLEMENS, J.D., 1995. Feasibility of AFC models for the petrogenesis of calc-alkaline magma series. Contributions to Mineralogy and Petrology, 121, 139-147.
- RUDNICK, R. editor 2005. The Crust. Elsevier.
- TAYLOR, S.R. y MCLENNAN, S.M. 1985. The Continental Crust: its composition and evolution. Blackwell Publishing.
- WHITE, W.M. 2013. Geochemistry. Wiley-Blackwell.
- WILSON, M. 1994. Igneous petrology. Chapman & Hall.

ARANCEL: \$1000 (pesos un mil).

- Alumnos de doctorado y docentes de la UNSL: \$700 (pesos setecientos).
- Alumnos del doctorado de la Geored: \$500 (pesos quinientos).

COSTOS Y FUENTE DE FINANCIAMIENTO: Gastos del docente responsable. Dpto. de Geología.

Cpde **RESOLUCIÓN R N° 683**
mav

Dra. Alicia Marcela Printista
Secretaria de Posgrado
U.N.S.L.

Ing. Jorge Raúl Oguin
Vicerrector - UNSL
a/c Rectorado RR N° 674/16