

RESOLUCIÓN N° 0462

Viedma, 12 JUN 2019

VISTO, el expediente N° 502/2019 del registro de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO, y

CONSIDERANDO

Que la Resolución CDEyVE N° 025/17, establece los criterios, procedimientos, organización y buenas prácticas para la implementación de ofertas de cursos y programas de posgrado.

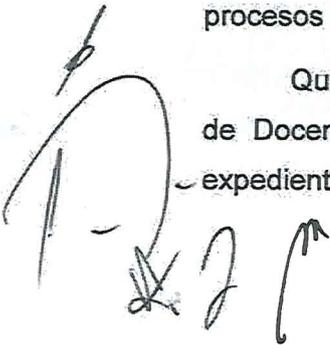
Que el artículo 3° inciso f), del Reglamento de Cursos y Programas de Posgrado de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO, establece que con la aprobación del curso, se realizará la designación docente o ampliación de dedicación, con indicación del curso o programa de acuerdo a su participación en el mismo.

Que el Curso de Posgrado formativo, denominado "Balances de masas y termobarometría de procesos ígneos" ha sido presentado por el Director de la Carrera de Doctorado con Mención en Ciencias de la Tierra, Dr. Alberto CASELLI, y fue avalado por la Directora de la Escuela de Geología, Paleontología y Enseñanza de las Ciencias, Dra. María Angélica DIEZ.

Que la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO posee un convenio marco con la UNIVERSIDAD DE GRANADA, REINO DE ESPAÑA, Universidad origen del Docente Dr. José Francisco MOLINA PALMA, DNI N° 24221635J, responsable del dictado del curso, quien cuenta con antecedentes académicos suficientes.

Que el docente responsable del curso, Dr. José Francisco MOLINA PALMA, DNI N° 24221635J, dictará el curso "Balances de masas y termobarometría de procesos ígneos", con carácter ah-honorem.

Que el mencionado curso ha sido evaluado favorablemente por la Secretaría de Docencia, Extensión y Vida Estudiantil, mediante nota obrante a fs. 46 del expediente del Visto.



Que conforme se establece en el proyecto presentado, la Sede deberá verificar la inscripción de un cupo mínimo de VEINTE (20) participantes como condición para dar inicio al curso de posgrado mencionado.

Que la presente se dicta en uso de las atribuciones conferidas por el artículo 18° del Estatuto de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO.

Por ello,

**EL RECTOR
DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO
RESUELVE**

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el curso de Posgrado "Balances de masas y termobarometría de procesos ígneos", que como ANEXO I integra la presente Resolución, a dictarse en la ciudad de General Roca, Sede Alto Valle - Valle Medio, durante el segundo cuatrimestre del corriente año, con una carga horaria total de TREINTA (30) horas reloj frente alumnos.

ARTÍCULO 2°.- Aprobar la designación del Dr. José Francisco MOLINA PALMA DNI N° 24221635J, como Profesor Titular ad-honorem.

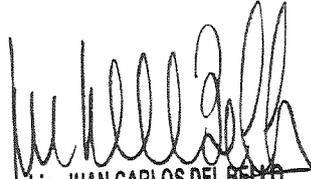
ARTÍCULO 3°.- Establecer que la Sede deberá verificar la inscripción de un cupo mínimo de VEINTE (20) participantes, para dar inicio al curso aprobado en el artículo 1°.

ARTÍCULO 4°.- Las erogaciones que en el cumplimiento de la presente demande, se imputarán a las Partidas A0001.070.003.001.12.11.03.07.01.00.2.0.0.0000.1.21.3.4 y A0001.070.003.001.12.11.03.07.01.00.3.0.0.0000.1.21.3.4 del presupuesto vigente de la UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO NEGRO.

ARTÍCULO 5°.- Registrar, comunicar y archivar.



RESOLUCIÓN N° 0462



Lic. JUAN CARLOS DEL BELLO
RECTOR
Universidad Nacional de Río Negro

ANEXO I - RESOLUCIÓN N° 0462

a. Denominación: Balances de masas y termobarometría de procesos ígneos

b. Destinatarios

Cantidad: mínimo 20 alumnos. Máximo 60 alumnos.

Identificación sectorial de los mismos: geólogos y geoquímicos que hayan terminado su titulación universitaria o de nivel superior de carreras de cuatro años o más de duración, obtenida en el país o en el extranjero. Excepcionalmente serán admitidos como alumnos aquellos quienes no cuenten con la titulación requerida, alumnos avanzados de nivel de grado y ostenten conocimientos suficientes y/o trayectoria y antecedentes profesionales que les permita desarrollar con éxito el curso.

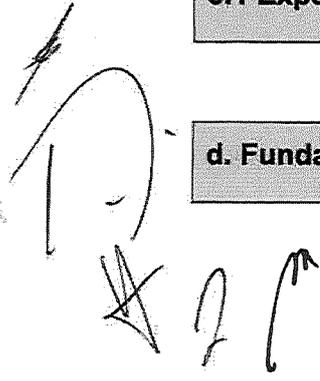
Requisitos específicos para realizar el curso (si correspondiera): geólogo o geoquímico

c. Docente/s responsable/s (agregar filas si correspondiera)

Apellido	Nombres	DNI	Correo Electrónico
Molina Palma	José Francisco	24221635J	jfmolina@ugr.es

c.1 Expertos invitados

d. Fundamentación

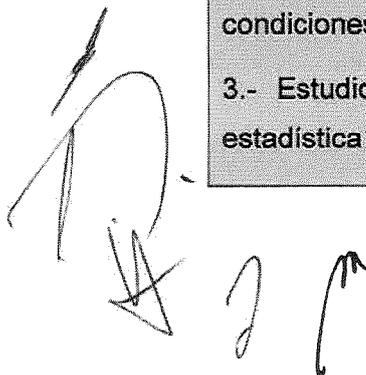


Para comprender el origen de las rocas ígneas y precisar el contexto geodinámico en el que se generaron es necesario establecer los procesos de fraccionamiento de elementos mayores y trazas, que tienen lugar durante la evolución magmática, y determinar las condiciones ambientales (P, T, fugacidad de H_2O y O_2) de cristalización de los magmas.

Se han desarrollado, por una parte, una serie de ecuaciones basadas en balances de masas entre rocas y minerales que utilizan coeficiente de partición mineral-fundido determinados a partir rocas naturales y sistemas experimentales que permiten un análisis cuantitativo de los procesos de fraccionamiento durante la evolución de los magmas (refs. 1-9). Por otra parte, se han calibrado expresiones termobarométricas que permiten determinaciones precisas de las condiciones ambientales de formación y cristalización de los magmas (refs. 3, 5, 8, 10-14), y se han realizado trabajos experimentales que permiten establecer las relaciones de fase en sistemas magmáticos simples (refs. 3, 4, 15-20). Por último se han desarrollado programas de minimización de la energía libre de sistemas de composición fija que permiten calcular las relaciones de fase en sistemas magmáticos complejos utilizando bases de datos y modelos de solución de minerales, fundidos y fluidos (refs. 11, 13, 21-32).

e. Objetivos

- 1.- Presentar las expresiones algebraicas que controlan el fraccionamiento de elementos mayores y trazas en procesos ígneos.
- 2.- Presentar las relaciones termodinámicas que permiten determinar las condiciones ambientales de evolución magmática y calcular las relaciones de fase.
- 3.- Estudio de casos prácticos utilizando hojas de cálculo, y programas de estadística y de cálculos termodinámicos.



f. Contenidos

TEORÍA

Tema 1. Presentación de datos analíticos

Diagramas de Harker

Diagramas multielementales normalizados REE y otros elementos traza

Establecimiento de fuentes y modelos geoquímicos de evolución magmática

Tema 2. Balances de masas

Ecuaciones básicas

Coefficientes de partición

Modelos de mezcla

Procesos de fusión y cristalización

Procesos en sistemas abiertos

Tema 3. Relaciones termodinámicas fundamentales

Equilibrio químico y reversibilidad

Función de Gibbs y potencial químico

Actividad y fugacidad

Condiciones de equilibrio químico y constante de equilibrio

Tema 4. Termobarometría clásica

Calibrado de expresiones termobarométricas

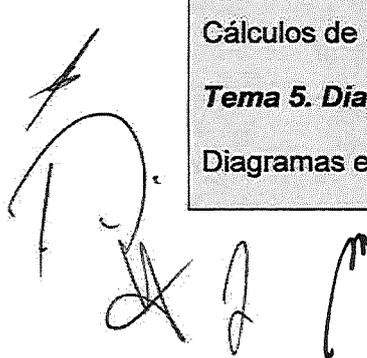
Exactitud y precisión de las expresiones termobarométricas.

Cálculos de P y T en asociaciones minerales de rocas ígneas

Cálculos de la fugacidad de oxígeno y el contenido en agua de los magmas

Tema 5. Diagramas de fase en sistemas magmáticos

Diagramas experimentales: sistemas riolíticos y basálticos



Cálculo de diagramas de fases

Principios generales

Introducción a Perplex

PRÁCTICAS

Práctica 1. Interpretación de diagramas composicionales

Estudio de casos prácticos: determinación de fuentes y elaboración de modelos de evolución

Práctica 2. Balances de masas por métodos de mínimos cuadrados

Estudio de casos prácticos: elaboración de modelos de evolución magmática

Práctica 3. Cálculos de las condiciones P-T-fO₂-X_{H2O} en rocas ígneas

Estudio de casos prácticos

Práctica 4. Relaciones de fase en sistemas ígneos

Cálculos de parámetros intensivos de equilibrio empleando bases de datos termodinámicos internamente consistentes: introducción a Perplex.

g. Metodología

Clases magistrales y realización de ejercicios prácticos con hojas de cálculo y programas de estadística.

h. Resultados esperados

- 1.- Conocer los fundamentos teóricos del fraccionamiento de elementos mayores y trazas en los procesos ígneos y sus aplicaciones a la resolución de problemas petrológicos.
- 2.- Conocer las bases termodinámicas de la termobarometría y de las relaciones de fase de los sistemas ígneos y sus aplicaciones a la resolución de problemas

petrológicos.

- 3.- Aplicar técnicas geoquímicas a la resolución de problemas petrológicos y elaborar modelos explicativos.
- 4.- Preparar, procesar, interpretar y presentar datos geoquímicos usando técnicas estadísticas y programas informáticos.

i. Cronograma:

Desde el lunes 19 hasta el viernes 23 de agosto de 2019.

Teoría

- Tema 1: Presentación de datos analíticos: 4 horas
- Tema 2: Balances de masas: 4 horas
- Tema 3: Relaciones termodinámicas fundamentales: 4 horas
- Tema 4: Termobarometría clásica: 4 horas
- Tema 5: Diagramas de fase en sistemas magmáticos: 4 horas

Prácticas

- Práctica 1: Interpretación de diagramas composicionales: 2 horas
- Práctica 2: Balances de masas por métodos de mínimos cuadrados: 3 horas
- Práctica 3: Cálculos de las condiciones P-T-fO₂-X_{H2O} en rocas ígneas: 2 horas
- Práctica 4: Relaciones de fase en sistemas ígneos: 3 horas

j. Carga horaria total: teoría: 20 horas; práctica: 10 horas

k. Criterios de aprobación y acreditación:

Teoría: examen de tipo test con un mínimo de 10 preguntas, cada una de ellas con 4

[Handwritten signature and initials]

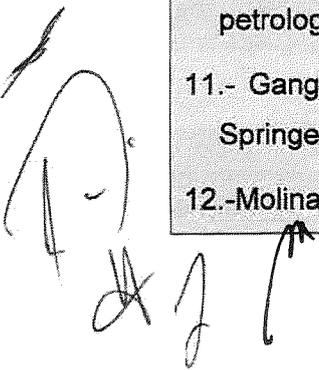
respuestas posibles entre las que el alumno deberá escoger la correcta.

Prácticas: resolución de dos ejercicios similares a los desarrollados en clase.

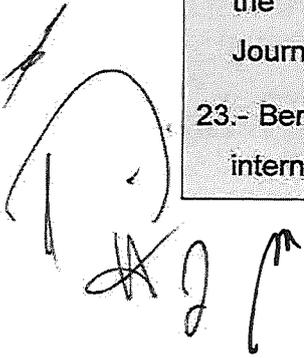
Duración del examen de teoría y prácticas: 2 horas.

I. Bibliografía

- 1.- Albarède, F. (2009) *Geochemistry. An introduction.* Cambridge University Press. Cambridge, 342 pp.
- 2.- Albarède F. (1995) *Introduction to geochemical modeling.* Cambridge University Press. Cambridge, 543 pp.
- 3.- Best, M.G. (2003) *Igneous and metamorphic petrology.* Blackwell Publishing.
- 4.- Cox, K.G., Bell, J.D., Pankhurst, R.J., *The interpretation of Igneous Rocks.* George Allen & Unwin.
- 5.- Henderson, P. (1982) *Inorganic geochemistry.* Pergamon Press, Oxford. 353 pp.
- 6.- Le Maitre RW. 1982. *Numerical petrology.* New York, Elsevier.
- 7.- Shaw, M.D. (2006) *Trace Elements in Magmas: A Theoretical Treatment.* Cambridge University Press
- 8.- White, W. M. (2013) *Geochemistry.* Wiley-Blackwell (ISBN 978-0470656686), Wiley-Blackwell (ISBN 978-0470656686). 660 pp.
- 9.- Zou H. (2009) *Quantitative geochemistry.* London: Imperial College Press, 291 pp.
- 10.- Frost B. (1991) *An introduction to oxygen fugacity and its petrologic importance,* Mineralogical Society of America, *Reviews in Mineralogy.* Oxide minerals: petrologic and magnetic significance, 1991, vol. 25 (pg. 1-10).
- 11.- Ganguly J (2008) *Thermodynamics in Earth and Planetary Science,* 501 pp., Springer, Berlin.
- 12.- Molina JF, Moreno JA, Castro A, Rodríguez C, Fershtater GB (2015) *Calcio*

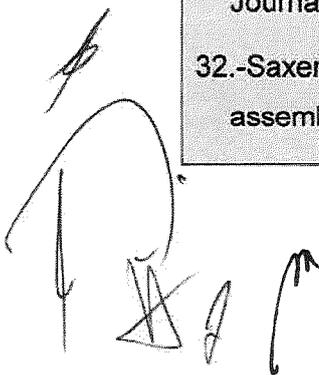


- amphibole thermobarometry in metamorphic and igneous rocks: new calibrations based on plagioclase/amphibole Al-Si partitioning and amphibole/liquid Mg partitioning. *Lithos* 232, 286–305.
- 13.-Nordstrom D.K., Munoz J.L. (1985) *Geochemical thermodynamics*. Menlo Park, CA, Benjamin/Cummings, 477.
 - 14.-Putirka K.D. (2008) Thermometers and barometers for volcanic systems. *Reviews in Mineralogy and Geochemistry* 69, 61–120.
 - 15.-Blundy J, Cashman K (2001) Ascent - driven crystallisation of dacite magmas at Mount St Helens, 1980–1986 . *Contributions to Mineralogy and Petrology* 140 , 631–650 .
 - 16.-Falloon T.J., Green D.H. (1988) Anhydrous Partial Melting of Peridotite from 8 to 35 kb and the Petrogenesis of MORB. *Journal of Petrology, Special Lithosphere Issue*, pp. 379-414.
 - 17.-Gualda A.R.G., Ghiorso M.S. (2013) Low-Pressure Origin of High-Silica Rhyolites and Granites. *The Journal of Geology*, 121. 537-545.
 - 18.-Maalöe S. (1985) *Principles of Igneous Petrology*. Springer-Verlag. Berlin
 - 19.-Morse S.A. (1980) *Basalts and phase diagrams: an introduction to the quantitative use of phase diagrams in igneous petrology*. Springer Verlag. Berlin
 - 20.-Ulmer, P. (2001) Partial melting in the mantle wedge—the role of H₂O in the genesis of mantle-derived 'arc-related' magmas. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 127 215–232.
 - 21.-Asimow, P.D., Ghiorso, M.S., 1998. Algorithmic modifications extending MELTS to calculate subsolidus phase relations. *American Mineralogist* 83, 1127e1132.
 - 22.- Berman, R.G., 1988. Internally-consistent thermodynamic data for minerals in the system Na₂O-K₂O-CaO-MgO-FeO-Fe₂O₃-Al₂O₃-SiO₂-TiO₂-H₂O-CO₂. *Journal of Petrology* 29, 445e522.
 - 23.- Berman, R.G., 2007. winTWQ (version 2.3): a software package for performing internally-consistent thermobarometric calculations. Geological Survey of Canada.



Open File 5462, (ed. 2.32), 41 pp.

- 24.-Connolly J.A.D. (2005) Computation of phase equilibria by linear programming: a tool for geodynamic modeling and its application to subduction zone decarbonation. *Earth and Planetary Science Letters*, 236, 524–541.
- 25.-Connolly J.A.D., Petrini K (2002) An automated strategy for calculation of phase diagram sections and retrieval of rock properties as a function of physical conditions, *J. Metamorph. Petrol.* 20 697–708.
- 26.-DeCapitani C., Brown T.H. (1987) The computation of chemical equilibria in complex systems containing non-ideal solutions, *Geochim. Cosmochim. Acta* 51 2639–2652.
- 27.-Ghiorso M.S. (1997) Thermodynamic models of igneous processes. *Annual Reviews of Earth and Planetary Sciences* 25, 221e241.
- 28.-Ghiorso, M.S., 2013. A globally convergent saturation state algorithm applicable to thermodynamic systems with a stable or metastable omnicomponent phase. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 103, 295e300.
- 29.-Ghiorso, M.S., Hirschmann, M.M., Reiners, P.W., Kress III, V.C., 2002. The pMELTS: A revision of MELTS for improved calculation of phase relations and major element partitioning related to partial melting of the mantle to 3 GPa. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 3. <http://dx.doi.org/10.1029/2001GC000217>.
- 30.-Ghiorso MS, Gualda GAR (2015) Chemical Thermodynamics and the Study of Magmas. *The Encyclopedia of Volcanoes, Second Edition*, 2015, 143-161
- 31.-Powell R., Holland T.J.B., Worley B., 1998. Calculating phase diagrams involving solid solutions via non-linear equations, with examples using THERMOCALC. *Journal of Metamorphic Geology* 16, 577–588.
- 32.-Saxena S.K., Eriksson G. (1983) Theoretical computation of mineral assemblages in pyrolite and lherzolite. *J. Petrol.* 24 538–555.



m. Presupuesto

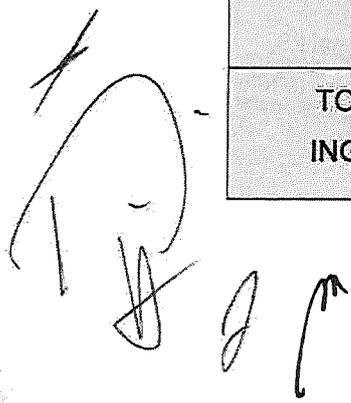
a) Gastos

Es importante aclarar aquí que el viaje desde Granada hasta General Roca estará cubierto por fondos de la Universidad de Granada. Eso es posible debido a que está vigente un convenio marco de colaboración entre las dos universidades. Es por ello que el Dr. José Francisco Molina Palma solicitará los fondos para movilidad docente en dicha universidad.

Rubro	Descripción por todo el Programa	Monto Total por los X Meses
Gastos	Break para un mínimo de 20 part..x 5 días.	\$ 5.000
Bienes de capital	--	--
Viáticos	\$ 2.411 por día x 6 días.	\$ 14.466
Viajes Nqn/Roca/Nqn	Ida y vuelta. Monto aprox. Agosto.	\$ 4.000
Otros		\$ 1.000
TOTAL DE GASTOS		\$ 24.466

b) Ingresos

Rubro	Descripción	Aportante	Monto Total
Abono de Curso	Cuota por alumno	Mínimo 20 alumnos	\$ 30.000
Otros	--	--	--
TOTAL DE INGRESOS			\$ 30.000



ñ. Oferta de becas (en caso de corresponder) y condiciones para su usufructo

Dependiendo de la cantidad de inscriptos se otorgarán medias becas a docentes, doctorandos y/o estudiantes de grado

n. Aranceles (en caso de corresponder)

Profesionales: \$ 2.000.-

Alumnos de Posgrado y Grado avanzado: \$ 1.500.-

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO	
Departamento Despacho, Protocolización y Notificaciones	
SUBSECRETARÍA LEGAL Y TÉCNICA	
ENTRADA	SALIDA
12 JUN 2019	12 JUN 2019

P200 2 12

SDE y VE,


 NORMA G. ROBLES
 Dpto. Despacho, Protocolización y Notificaciones
 SUBSECRETARÍA LEGAL Y TÉCNICA
 UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO NEGRO



