



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS

Año Lectivo: 2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA

CARRERA/S: Licenciatura en Geología

PLAN DE ESTUDIOS: 2022 (Versión 0)

ASIGNATURA: Metodologías aplicadas a estudios metalogénicos

CÓDIGO: (3291)

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial

DOCENTE RESPONSABLE: Jorge E. CONIGLIO, Doctor, PAS-Ex

EQUIPO DOCENTE: Lucio PINOTTI, PAD-DE, Doctor (Co-Responsable)

Manuel DEMARTIS, PAD-SE, Doctor (Colaborador)

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: Cuatrimestral de baja carga

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 4 y 5 año (asignatura optativa, Primer Cuatrimestre)

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES: Asignaturas aprobadas: Práctica de Campo I (3715)

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: (Optativa)

CARGA HORARIA TOTAL: 56 horas

Teóricas: hs	Prácticas: hs	Teóricas - Prácticas:	56 hs	Laboratorio: hs
------------------	---------	-------------------	---------	------------------------------	-------	---------------------	---------

CARGA HORARIA SEMANAL:

Teóricas: hs	Prácticas: hs	Teóricas - Prácticas:	4 hs	Laboratorio: hs
------------------	---------	-------------------	---------	------------------------------	------	---------------------	---------

4 horas semanales (comprende teórico-prácticos). Esta asignatura no realiza trabajos de campo.



1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

La asignatura “Metodologías Aplicadas a Estudios Metalogenéticos”, es una materia optativa del primer cuatrimestre de cuarto y quinto año del Trayecto de Formación Optativa, Ciclo de Formación Específica, Área de Petrología y Minería.

Esta disciplina optativa es complementaria de la asignatura obligatoria Yacimientos Minerales (3277) e inicia al alumno en la aplicación de metodologías específicas para el estudio de los procesos formadores de yacimientos minerales. El curso continúa afianzando los criterios de trabajo y el dominio de contenidos conceptuales y procedimentales aportados por las asignaturas cursadas anteriormente y que el estudiante ha incorporado como conocimientos previos. Los temas han sido seleccionados de modo que puedan ser aplicados en investigaciones básicas y que además permitan cubrir algunos de los requerimientos actuales de las empresas mineras que están fuertemente orientados hacia las tareas de exploración.

Al finalizar la asignatura los estudiantes deben haber generado el criterio para la aplicación de determinadas metodologías, de acuerdo a la situación problemática a resolver. Se pretende que adquieran las habilidades mínimas indispensables en el uso de la microscopía óptica de luz transmitida y reflejada, procesamiento de imágenes satelitarias, técnicas de microanálisis mineral, entre otras. Todas estas metodologías específicamente orientadas al estudio e interpretación de los yacimientos minerales y a la industria minera.

2. OBJETIVOS PROPUESTOS

- Introducir al alumno en el uso de algunas de las metodologías específicas aplicadas a estudios metalogenéticos y de los depósitos minerales en general.
- Generar habilidades en el alumno que le permitan profundizar en el uso de los conceptos y herramientas básicas para efectuar la modelización de los depósitos minerales y determinar su importancia en las tareas de prospección y exploración minera.
- Generar criterios de diagnóstico que sean rápidamente aplicables al trabajo de campo y cartografía metalogenética.

3. EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

3.1. Contenidos mínimos

Conocimientos avanzados en el estudio de los depósitos minerales. Empleo de metodologías específicas: microscopía electrónica y microsonda electrónica, tratamiento de imágenes satelitales, alteraciones hidrotermales, petrología de menas, inclusiones fluidas, etc. Aplicaciones en metalogénesis y en la construcción y compresión de los modelos de depósitos minerales y su importancia en la prospección y exploración de los recursos minerales no renovables.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

3.2. Ejes temáticos o unidades

La asignatura está compuesta por 5 temas desarrollados en forma teórico-práctica, con participación activa de los alumnos, resolución de problemas a través de actividades no presenciales y lectura de textos específicos. Elaboración de informes orientados a la descripción de muestras.

4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS:

La asignatura se dicta de manera integrada (teórico-práctica). Las clases generalmente se inician con un breve marco teórico y seguidamente se comienza con las actividades prácticas. Las introducciones teóricas representan aproximadamente el 30 % de la carga horaria de esta asignatura. Todos los temas se complementan con una serie de actividades no presenciales, como resolución de problemas en relación con las distintas técnicas abordadas, lecturas orientadas que refuerzan la comprensión de algunos puntos esenciales del programa y tratamiento de datos.

Las clases se realizarán mediante introducciones a través de presentaciones Power Point y pizarrón, manejo del equipamiento y softwares específicos. En el caso de la microscopía electrónica se efectúa una visita guiada al laboratorio de Nanotecnología de la UNRC.

Aproximadamente un 70% de la carga horaria total de la asignatura se desarrolla mediante actividades prácticas con protagonismo de los estudiantes y tiene por finalidad cubrir los contenidos mínimos orientados fundamentalmente a los estudios de microscopía óptica de luz transmitida y reflejada. Esto, en razón que es una asignatura que ha sido generada para profundizar y potenciar habilidades, en técnicas, metodologías y manejo de equipamiento específico.

Para hacer más dinámico este proceso de reconocimiento de minerales, asociaciones minerales, texturas y su vinculación procesos metalogénicos, algunas de las muestras que serán estudiadas en el microscopio, serán vistas y analizadas mediante ilustraciones Power Point y/o mediante cámara de video. Los temas abordados serán: alteraciones hidrotermales e inclusiones fluidas (que requiere de microscopio de luz transmitida) y minerales opacos metalíferos (que requiere de microscopía de luz reflejada).

En función de la cantidad de estudiantes se prevé la realización de comisiones (en lo posible, se pretende un alumno por microscopio). De acuerdo al calendario académico y disponibilidad de aulas, estas clases se concentrarán preferentemente los días viernes por la tarde.

La asignatura no cuenta con viajes a campo.

La utilización de plataformas virtuales en esta asignatura estará restringida a casos excepcionales, como alguna consulta que eventualmente no pueda ser realizada de manera presencial.

CLASES PRÁCTICAS: (ver ítem anterior)

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO: (ver ítem anterior)

OTRAS: Cada uno de los temas constan de una serie de actividades no presenciales orientadas a reforzar los conocimientos fundamentales de cada una de las metodologías aplicadas.



5. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS

6. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS

PROGRAMA ANALITICO

Tema 1: Introducción de la asignatura: Importancia de los modelos de depósitos minerales en prospección y exploración mineral. Modelos tenor-tonelaje. Elaboración de modelos de depósitos minerales. Empleo de metodologías específicas: tratamiento de imágenes satelitales, petrología de menas, inclusiones fluidas, isótopos estables, etc. Metalogénesis de Argentina y Sudamérica. Metodologías más comunes aplicadas al estudio de los depósitos minerales. Utilidad y limitaciones de las distintas metodologías. Breve síntesis sobre métodos especiales de microanálisis: Microscopía electrónica de "Scanning". Microsonda electrónica, microsonda iónica (SIMS), etc

Tema 2: Procesamiento digital de imágenes Landsat y Aster su aplicación en el mapeo de depósitos minerales. Prospección de depósitos de cobre porfíricos e hidrotermales mediante la combinación de bandas de los sensores Aster y Landsat. Análisis de firmas espectrales. Operaciones algebraicas de bandas para la identificación de zonas de alteración hidrotermal, zonas de oxidación e índice de óxido de hierro. Generación de modelos digitales del terreno mediante las bandas 3N y 3B de ASTER.

Tema 3: Alteraciones hidrotermales: Clasificación de las alteraciones e interpretación de la mineralogía de alteración. Petrografía de los distintos tipos de alteraciones hidrotermales: silícica, fílica, potásica, propílica, argílica y argílica avanzada, entre otras.

Tema 4: Estudio de inclusiones fluidas (IF): Fundamentos y aplicaciones. Petrografía de IF: Tipos de IF. Modos de ocurrencia, cronología relativa de formación. Modificaciones físicas y composicionales después de la formación de las IF: evidencias texturales y rol de la deformación. Conceptos básicos de la microtermometría de IF.

Trabajos prácticos de IF: Identificación de fluidos homogéneos y heterogéneos. Distinción de procesos de ebullición, inmiscibilidad y mezcla de fluidos. Estimación de la composición química, densidad y salinidad de fluidos en ambientes geológicos. Uso del programa Flnchor y otros.

Tema 5: Microscopía de luz reflejada: importancia y limitaciones. Aplicaciones en tecnología mineral: mineralotecnia y metalurgia. Propiedades ópticas en luz reflejada a nicols paralelos y cruzados. Análisis textural y estudios paragenéticos. Prácticas de microscopía de menas: Ejemplo 1: aplicación en el estudio de procesos de oxidación y enriquecimiento supergénico en yacimientos de cobre porfíricos y en el estudio de depósitos epitermales de metales preciosos.



La distribución de temas, días y horarios de dictado se detallan en el siguiente cuadro:

Semana	Día/Horas	Actividad: tipo y descripción*
3° semana de marzo	14-18 hs	Tema 1: presentación e introducción de la asignatura. Clase con Power Point con los fundamentos teóricos de análisis de minerales con microscopio electrónico y microsonda electrónica con EDAX. Visita al Laboratorio de Nanotecnología de la UNRC. Entrega de ejercicio como actividad no presencial.
4° semana de marzo	14-18 hs	Tema 2: Introducción al procesamiento digital de imágenes Landsat y Aster su aplicación en el mapeo de depósitos minerales .
1° semana de abril	14-18 hs	Tema 2: Prospección de depósitos de cobre porfíricos e hidrotermales mediante la combinación de bandas de los sensores Aster y Landsat. Análisis de firmas espectrales. Operaciones algebraicas de bandas para la identificación de zonas de alteración hidrotermal. Actividades no presenciales: Guía para que los estudiantes efectúen el proceso en el hogar.
2° semana de abril	14-18 hs	Tema 2: Análisis de firmas espectrales. Operaciones algebraicas de bandas para la identificación de zonas de oxidación e índice de óxido de hierro. Generación de modelos digitales del terreno mediante las bandas 3N y 3B de ASTER. Actividades no presenciales: Guía de actividades para que los estudiantes efectúen el proceso en el hogar.
3° semana de abril	14-18 hs	<i>Entrega de las actividades no presenciales de los temas 1 y 2.</i> Tema 3: Alteraciones hidrotermales: Clasificación de las alteraciones e interpretación de la mineralogía de alteración. Introducción a la petrografía de los distintos tipos de alteraciones hidrotermales a trabajar: silícica, fílica, potásica, propilítica, argílica y argílica avanzada, entre otras. Trabajo con muestras de mano y secciones delgadas. Se complementa con actividades no presenciales. Resolución de cuestionarios.
4° semana de abril	14-18 hs	Tema 3: Trabajo práctico: reconocimiento microscópico de las siguientes alteraciones: silícica, fílica, greisenización, albitización, sericita-adularia, carbonatización, oxidación hidrotermal
1° semana de mayo	14-18 hs	Tema 3: Trabajo práctico: reconocimiento microscópico de las siguientes alteraciones: potásica, propilítica, argílica y argílica avanzada.
2° semana de mayo	14-18 hs	Tema 4: Introducción al estudio de inclusiones fluidas (IF): Fundamentos y aplicaciones. Trabajo práctico: Petrografía de IF: Tipos de IF. Modos de ocurrencia, cronología relativa de formación. Modificaciones físicas y composicionales después de la formación de las IF: evidencias texturales y rol de la deformación. Conceptos básicos de la microtermometría de IF. Distinción de procesos de ebullición, inmiscibilidad y mezcla de fluidos. Estimación de la composición química, densidad y salinidad de fluidos en ambientes geológicos. Clase teórico-práctica. Se complementa con actividades no presenciales. Resolución de cuestionarios.



3° semana de mayo	14-18 hs	Tema 4: Trabajo práctico: Petrografía de IF: Inclusiones bifásicas, trifásicas y polifásicas. Grado de relleno, inclusiones fluidas primarias, pseudosecundarias y secundarias. Identificación de fluidos homogéneos y heterogéneos.
4° semana de mayo	14-18 hs	<i>Entrega de las actividades no presenciales de los temas 3 y 4.</i> Tema 5: Introducción a la microscopía de luz reflejada: importancia y limitaciones. Aplicaciones en tecnología mineral: mineralotecnia y metalurgia. Propiedades ópticas en luz reflejada con luz natural y con anilizador. Análisis textural y estudios paragenéticos. Trabajo práctico: Principales minerales formadores de mena.
1° semana de junio	14-18 hs	Tema 5: Trabajo práctico: Microscopía de luz reflejada: Estudio de muestras de yacimientos de pórfidos de Cu. Reconocimiento textural y mineralógico de la zona primaria, de enriquecimiento supergénico y de oxidación.
2° semana de junio		Tema 5: Trabajo práctico: Microscopía de luz reflejada: Estudio de muestras de yacimientos de epitermales de alta, baja y sulfuración intermedia.
2° semana de junio		Finalización del cuatrimestre. Entrega de la monografía con las actividades prácticas realizadas de los temas 3, 4 y 5 (atlas con fotografías macro y microscópicas y descripciones de las muestras estudiadas).

*Teóricos, teóricos-prácticos, trabajos de laboratorios, salidas a campo, seminarios, talleres, coloquios, instancias evaluativas, consultas grupales y/o individuales, otras.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía obligatoria y de consulta

-David A. J., Vikre, P., du Bray, E., Blakely, J., Fey, L., Rockwell, B., Mauk, J., Anderson, E y Graybeal, F. 2018. Descriptive Models for Epithermal Gold-Silver Deposits. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey. 246 pags.

-Echeveste, H., Del Blanco, M y Bodaño, M., 2014. Atlas de Minerales Opacos. Instituto de Recursos Minerales Facultad de Ciencias y Naturales y Museo Universidad Nacional de La Plata. 76 pags.

-Lunar, R. y Oyarzun, R., 1991. Yacimientos minerales. Técnicas de estudio, tipos, evolución metalogénica, exploración. Ed. Centro de estudios Ramón Areces, S.A., 960 pag.

-Paar, W., de Brodtkorb M., Putz, H., Martin, R. (2016). Atlas of ore minerals. Focus on epithermal deposits of Argentina. The Canadian Mineralogist, Special publication, 402 pp.

-Picot, P. y Johan, Z., 1977. Atlas des mineraux metalliques. Mémoires du Bureau de Recherches Géologiques et minières. París. Francia. 403. Pag.

-Ramdhor, P., 1980. The ore minerals and their intergrowths. 2°, Vol. I y II., Ed, Pergamon Press. 1205 pag.



-Thompson, A.J.B. y Thompson, J.F.H. (editores). 1998. Atlas of Alteration. A field and petrographic guide to hidrothermal alteration minerals. Geological Assdociation of Canada. MDD Series Editor: K.P.E. Dunne. 119 páginas.

-Uytenbogaardt, W., y Burke, E.A.J. 1971. Tables for Microscopic Identification of Ore Minerals. Elsevier, Amsterdam, 430 p. (Reimpresión de Dover Publications, New York, 1986).

7.2. Otros: materiales audiovisuales, enlaces, otros.

Páginas de Internet, bibliografía de consulta:

1) <http://www.geovirtual.cl/depos/000index.htm>

2) <http://www.educarchile.cl/autoaprendizaje/tierra/modulo4/clase2/texto/yasim.htm#2> Opacos

3)ATHENA: Mineralogy; P. Perroud, Univ. Geneve.

<http://un2sg1.unige.ch/www/athena/mineral/mineral>

4) CSIRO Exploration & Mining <http://www.dem.csiro.au>

5) Introduction to ore microscopy, Univ. Geneve. <http://www.unige.ch/sciences/terre/mineral>

Ore Systems Consulting <http://www.oresystems.com/index>

6) Algunas páginas web de simuladores de microscopía de luz transmitida y reflejada.

A) ARGILIZACIÓN Y SERICITIZACIÓN EN PLAGIOCLASAS, CUARZOS FRESCOS Y BIOTITA A CLORITA

https://www.youtube.com/watch?v=RDZ_4AKiK88&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ

B) ARGIL. Y SERICIT. EN PLAGIOCLASA EN ROCA VOLCÁNICA

https://www.youtube.com/watch?v=CMiN0jbyz0A&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=2

C) CLORITIZACIÓN EN BIOTITA

https://www.youtube.com/watch?v=yC9lgVVzTJc&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=3

D) ALTERACIÓN DE OPACOS A LEPIDOC-GOETHITA

https://www.youtube.com/watch?v=5q3bXcd1VLA&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=4

E) MAGNETITA A OX-HIDROX DE Fe

https://www.youtube.com/watch?v=uuH_J0AfgwQ&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=5

F) OPACITIZACIÓN EN HORNBLENDA MARRÓN ALTERADA A CLINOPX Y OX DE Fe

https://www.youtube.com/watch?v=NXGLwFF1toc&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=6

G) ALBITIZACIÓN EN NEFELINA

https://www.youtube.com/watch?v=hQln6s8Ezj8&list=PL5k_2NCH5I4DAZb1eamG7K6lQdvVQhrbZ&index=7

8. DÍA Y HORARIOS DE CLASES

Viernes de 14 a 18 hs. Asimismo, para establecer definitivamente esta organización de horarios se deberá tener en cuenta la disponibilidad del aula de microscopía y la cantidad de comisiones a realizar.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS

Días viernes, antes o después del horario de clases (a coordinar con los estudiantes)

9. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

La asignatura no contempla la promoción. La regularidad será obtenida con la aprobación de las distintas actividades explicitadas en el cronograma. Serán requisitos la participación activa de los estudiantes en las clases teórico-prácticas. Si por alguna razón justificada, algún estudiante no ha podido participar de alguna actividad práctica; dicha clase deberá ser recuperada.

La asignatura no puede rendirse en condición de libre, excepto (y eventualmente) en aquellos casos en que se haya vencido recientemente la regularidad.

10. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

Las tareas evaluativas para obtener la regularidad implican un continuo seguimiento y orientación por parte de los docentes, considerando: la participación en clases, la aprobación de las actividades no presenciales y de la monografía final. Como se ha detallado en el cronograma de actividades, se efectuarán evaluaciones discretas en tres momentos del cuatrimestre mediante la presentación de las actividades no presenciales: en primera instancia de los temas 1 y 2, en segunda instancia, de los temas 3 y 4, y finalmente la presentación de una monografía individual (una especie de atlas con fichas, fotografías y descripciones microscópicas), que contempla las actividades prácticas realizadas de los temas 3, 4 y 5.

Las actividades no presenciales y la monografía, una vez evaluadas por los docentes y en caso de ser necesario, deben ser corregidas y devueltas.

Dr Jorge E. CONIGLIO

Firma Profesor/a Responsable

Firma Secretario/a Académico/a