



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

(Programa del año 2026)

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
TRATAMIENTO DE MINERALES II	ING.EN MINAS	6/15	2026	1° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ACUÑA, VICTOR GUSTAVO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
AMAYA, EDGAR GILBERTO	Responsable de Práctico	P.Adj Semi	20 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
6 Hs	3 Hs	2 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
11/03/2026	26/06/2026	15	90

IV - Fundamentación

La modalidad de la materia referida a las clases teóricas, será presencial y se utilizaran como apoyo para el dictado herramientas digitales.

La actividad minera podemos decir, en forma general, que consiste en: 1) descubrir los recursos minerales en la corteza terrestre 2) su posterior extracción y 3) Purificación y adecuación para colocarlos en condiciones para su utilización en las industrias metalúrgicas, cerámicas y químicas, etc. Esta ultima etapa incluye diversos procesos de concentración o separación de minerales, los cuales hacen uso de diferentes propiedades de los minerales.

La presente asignatura tiene por objetivo preparar al ingeniero de minas para que pueda desarrollarse y adquiera los conocimientos básicos y dominio en un grupo de procesos de concentración, entre ellos: flotación espumante, separación por medios densos, separación magnética y separación electrostática, los cuales hacen uso de la diferencia de propiedades superficiales, densidad, susceptibilidad magnética y eléctrica respectivamente. De lo expresado anteriormente se fundamenta el desarrollo de la asignatura en cuestión.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

- a) Que el alumno adquiera los conocimientos teóricos básicos y principios fundamentales en los que se apoya el desarrollo de la teoría de la flotación, separación por medios densos, separación magnética y electrostática, como así mismo la comprensión del funcionamiento de las diferentes máquinas asociados a los procesos antes mencionados.
- b) Identificación de las variables de funcionamiento y proceso de las distintas máquinas.
- c) Que adquiera destreza en la resolución de problemas prácticos relacionados a los temas expuestos anteriormente, demostrando que es capaz de razonar, plantear y discernir, haciendo uso de herramientas físico, matemáticas y químicas.
- d) Manejo de máquinas de flotación, separación por medios densos, separación magnética y electrostática, de acuerdo al

VI - Contenidos

CLASES TEÓRICAS

- 1- Introducción: Durante los primeros 5 - 10 minutos el profesor ubica al alumno en el tema del día, tratando al mismo tiempo de evaluar si posee los conocimientos básicos para el desarrollo del tema en sí. Si es continuación de una clase anterior, esta se evalúa, para recordar y retomar ideas y conceptos de interés que permitan desarrollar el tema con más fluidez y que no signifiquen una pérdida de tiempo.
- 2- El desarrollo del tema del día se lleva a cabo de manera tal que se induce al alumno a que realice preguntas y en algunos casos especiales que sugieran o realicen propuestas que conlleven a la optimización del aprendizaje. El diálogo es la base del aprendizaje en esta asignatura.
- 3- Los últimos 5-10 minutos se destinan a que el alumno, con o sin ayuda del profesor, pueda exponer en forma sintética los conceptos básicos alcanzados.

PROGRAMA

BOLILLA N° 1 :Introducción: Justificación, Historia, esquema general del procesamiento de minerales y en particular los siguientes procesos de separación o concentración por los métodos de flotación, separación por medios densos, separación magnética y electrostática.

BOLILLA N.º 2 : Introducción. Principios de la flotación. Fases e interfases, fenómeno de adsorción, potencial electroquímico y electro cinético, ángulo de contacto. Mecanismo y cinética de la flotación.

BOLILLA N.º 3 : Reactivos de flotación. Colectores ionizados y no ionizados , espumantes, reguladores del medio , activadores , depresores .Pruebas de flotación de laboratorio. Pruebas de planta piloto.

BOLILLA N° 4 : Circuitos básicos de la flotación. Diseño de diagramas flujo. Flexibilidad del circuito.

BOLILLA N° 5 : Máquinas de flotación. Comparación de las máquinas de flotación mecánicas , flotación columnar.

BOLILLA N° 6 : Práctica en la planta de flotación. Preparación de la mena y la pulpa. variables del proceso de flotación. Análisis de interacción de las variables. balance metalúrgico de menas polimetálicas

BOLILLA N° 7 : Separaciones típicas por flotación. Flotación de sulfuros metálicos, oxidación, proceso de segregación, minerales complejos.

BOLILLA N° 8 : Flotación de no sulfuros metálicos, proceso de sulfidización.

BOLILLA N° 9 : Flotación de minerales no metálicos, minerales apolares, tecnología de la flotación.

BOLILLA N° 10 : Separación en medios densos. Introducción. Medios densos: líquidos y suspensiones. Equipos de separación: gravitacional y centrífugos.

BOLILLA N° 11 : Separación magnética y de alta tensión Introducción. Separadores magnéticos: diseño,, tipos de separadores magnéticos, separadores de alta y baja intensidad, separación de alta tensión. Principio de la separación. Equipos.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

La modalidad será presencial referido a los prácticos de aula utilizándose herramientas digitales como apoyo , los prácticos de laboratorio serán de forma presencial , la entrega de los trabajos prácticos será en formato Pdf, y de acuerdo a un cronograma establecido previamente.

TRABAJOS PRACTICOS DE LABORATORIO

Las prácticas de laboratorio se llevan a cabo normalmente después que los correspondientes temas teóricos ya han sido desarrollados. Durante estas prácticas el alumno recién puede comprender realmente la profundidad que contienen los diferentes conceptos y principios teóricos desarrollados en las clases teóricas. Para realizar una actividad organizada se les entrega con anticipación a los alumnos una Guía de Trabajos Prácticos y cada clase práctica se evalúa con anterioridad a su realización. El alumno tiene la oportunidad de asistir a clases de consulta, con lo cual se garantiza el éxito de la práctica respectiva.

- 1) Práctica sobre la metodología a seguir para la preparación de soluciones de diferentes reactivos y concentraciones.
- 2) Determinación de tensión superficial de diferentes soluciones. Medición del pH de diferentes soluciones.
- 2) Práctica sobre preparación y muestreo de minerales a concentrar.
- 3) Ensayos de flotación a nivel microescala. Construcción de áreas de flotación de algunos minerales. Interpretación de resultados.
- 4) Ensayos de flotación a escala laboratorio: Determinación de leyes por medios ópticos, tanto de alimentación, concentrados como colas. Determinación de la recuperación correspondiente. Interpretación de resultados.
- 5) Práctica sobre separación magnética: Determinación de leyes por medios ópticos, tanto de alimentación, concentrados y colas. Determinación de la recuperación correspondiente. Interpretación de resultados.
- 6) Determinación de Potencial Z
- 7) Práctica sobre simulación
- 8) Medición de ángulos de contacto

TRABAJOS DE CAMPO

En el desarrollo de los diferentes prácticos de laboratorio es de vital importancia contar con muestras de varios minerales . A tal efecto (obtención de muestras) se programan visitas a plantas de beneficio, lo cual conllevan en si misma prácticas de campo.

TRABAJOS PRÁCTICOS DE AULA

Consisten en prácticas de aula, en las que el alumno lleva a cabo la resolución de problemas varios. Con ello se pretende que el alumno comprenda y fije conceptos básicos, es decir, que aprenda a razonar e incluso que logre ejercer un rol protagónico en cuanto a tomas de decisiones se refiere, siempre dentro del tema en el que se está trabajando.

- 1) Desarrollos de circuitos de concentración por flotación
- 2) Selección de máquinas de flotación
- 3) Cálculo de un proceso de producción
- 4) Cálculo de la densidad del conjunto de los solidos
- 5) Cálculo del peso de los productos
- 6) Cálculo del rendimiento, recuperación ,razón de concentración
- 7) Determinación de carga circulante en función de la dilución de la pulpa.
- 8) Determinación de la carga circulante en función del porcentaje de solido de la pulpa
- 9) Determinación de la carga circulante en función de la densidad de la pulpa.
- 10) Cálculos de balances metalúrgicos.
- 11) Análisis de interacción de variables

VIII - Regimen de Aprobación

Todas las actividades implementadas para la enseñanza de la asignatura (teoría, prácticas de aula y de laboratorio), son evaluadas a través de exámenes independientes y el alumno para obtener la regularidad de la asignatura debe obtener el 100% de los exámenes aprobados.

En base a las características de la asignatura los trabajos prácticos de aula y laboratorio siguen un orden secuencial que no puede ser alterado; es decir, es imposible que el alumno pueda realizar un trabajo práctico sin haber realizado los anteriores. Más allá de esta reglamentación el alumno tiene oportunidad de recuperar trabajos prácticos de laboratorio y aula, siempre y cuando haya superado prácticos no aprobados.

REGULARIZACION DE LA MATERIA

El alumno quedará regular en la materia cumpliendo los siguientes requisitos:

- 1) Aprobación del 100% de los Trabajos prácticos y laboratorios con nota de 7, se tomará una recuperación por cada trabajo práctico no aprobado en primera instancia.
- 2) Aprobación del 100% de los Exámenes Parciales con nota de 7
- 3) Se tomarán 3 Parciales con una recuperación para cada uno, con una fecha de evaluación límite de 15 días después de cada examen.
- 4) Asistencia del 90 % a los trabajos teóricos prácticos
- 5) Debe presentar el informe de cada trabajo práctico como fecha límite de 15 días de realizado el presente trabajo, la no presentación se considera como no aprobado.

PROMOCIÓN DE LA MATERIA

- 1) Aprobación con nota de 7 del 100% de las evaluaciones teóricas
- 2) Se tomará una recuperación por cada evaluación teórica no aprobada
- 3) Asistencia del 90 % de las clases teóricas
- 4) debe cumplir el mismo régimen referido a los trabajos teóricos prácticos y laboratorios para regularizar la materia

ALUMNOS LIBRES

Para los Exámenes Libres, el alumno deberá aprobar un examen escrito y oral -práctico, que versará sobre un trabajo práctico de la guía correspondiente, siendo seleccionado por sorteo. Como así también debe presentar la carpeta de trabajos prácticos completa. Aprobada esta etapa, el alumno deberá rendir un examen oral de los contenidos teóricos de la Materia.

IX - Bibliografía Básica

- [1] 1-Flotación de Minerales. Alexander Sutulov. Univ. de Concepción quinta edición
- [2] 2-Tecnología de Procesamiento de Minerales. B.A. Wills. Cuarta Edición. Ed. Limusa. 1995.
- [3] 3-Principles of Mineral Dressing. A M.Gaudin. McGraw-Hill Book Company. New York and London. Última Edición.
- [4] 4-Operaciones Básicas de la Ingeniería Química. G. Brown. Manuel Marín & Cia., Editores. Provenza, 273 - Barcelona 1995.
- [5] 5-Elementos de Preparación de Minerales. Arthur F. Taggart. Primera Edición Española 1966 Ediciones Interciencia. Castanilla de los Angeles, 15. Madrid
- [6] 6-Conminución de Minerales. J. Videla y R. Dzioba. Ed.UNSJ. 2000.
- [7] 7-Tratamiento Mecánico de Minerales, Tomo 1. Ing. Pedro Marquina Herrera. Facultad de Ingeniería - Asentamiento Universitario Zapala. 1999
- [8] 8- Estudio de la zona de inyección de aire de la columna de flotación Victor H.A. Ciribeni U.N.S.J. 2004
- [9] 9- Introducción al procesamiento de minerales. E. G. Kelly - D.J. Spottiswood. Editorial Limusa Primera edición. 1996
- [10] 10- Concentración por flotación. Dulce Gomez - Limon Galindo Edic. 2002[11]
- [11] 11- Elorza Rodríguez, Enrique; Salazar Hernández Ma. del C; Díaz Madrigal, F.J. (2024) Uso del Prol- 40 en la flotación de menas minerales del distrito minero de Mazapil. UASLP Universidad Autónoma de San Luis Potosí
- [12] 12- Ávila marquez Delia Monserrat; Gutierrez Calderon Zurisaday; Reyes Dominguez Ivan Alejandro; Toledo Jaldin, Helen Paola; Blanco Flores Alien (2024) Efecto del método de deposición de nanopartículas de sulfuro de cobre en la esfalerita para la concentración de zinc. UASLP. Universidad Autónoma de San Luis Potosí

X - Bibliografía Complementaria

- [1] 1-Handbook of Mineral Dressing. Arthur F.. Taggart. Jhon Wiley & Sons, Inc. London: Chapman & Hall, Limited. Ultima Edición 1956
- [2] 2-Mineral Processing Handbook. Norman L. Weis. Editor en Chief. Volumen 1 y 2. Published by Society of Mining Engineers of the American American Institute of Mining, Metallurgical and Petroleum Engineers, Inc. New York. 1985. Library of Congress Catalog Card Number 85-072130 ISBN 0-89520-447-7. Set: ISBN 0-89520-448-7.
- [3] 3-Mineral Processing Technology 5th Edition. Wills Barry A. 1992. Editorial Elsevier,HB ISBN 0-08-041872-4.
- [4] 7-Tratamiento Mecánico de Minerales, Tomo 1. Ing. Pedro Marquina Herrera. Facultad de Ingeniería - Asentamiento Universitario Zapala.1999
- [5] 8- Estudio de la zona de inyección de aire de la columna de flotación Victor H.A. Ciribeni U.N.S.J. 2004
- [6] 9- Introducción al procesamiento de minerales. E. G. Kelly - D.J. Spottiswood. Editorial Limusa Primera edición. 1996
- [7] 10- Concentración por flotación. Dulce Gomez - Limon Galindo Edic. 2002

XI - Resumen de Objetivos

Este curso pretende que el alumno adquiera los conocimientos teóricos y principios fisico-matemáticos-químicos básicos inherentes a los diferentes procesos de separación (flotación por espumas, separación por medios densos, separación magnética y eléctrica), como así mismo el principio de funcionamiento de las diferentes máquinas asociadas a los mismos. Además, se pretende lograr la comprensión y entendimiento de la influencia de las diferentes variables en la eficiencia de las mismas.

Ello permitirá al alumno adquirir destreza en la resolución de problemas prácticos asociados a los temas expuestos anteriormente, demostrando que es capaz de razonar, plantear y discernir, haciendo uso de herramientas físico, matemáticas y químicas.

El manejo de las diferentes máquinas, a través del desarrollo de prácticas experimentales, le permitirá dirigir y/o participar en: dirección y ejecución de estudios relacionados fundamentalmente a la instalación y dirección e investigación de plantas de beneficio de minerales.

XII - Resumen del Programa

El presente curso incluye en forma sintética el desarrollo de temas relacionados a los procesos de concentración de minerales por los procesos de flotación, medios densos, magnéticos y de alta tensión, a la justificación e historia del tratamiento de minerales, y en particular los procesos de separación de minerales que se citan a continuación: 1) concentración por flotación espumante, 2) separación por medios densos, 3) separación magnética y 4) electrostática.

Para ello es necesario previamente el desarrollo teórico, en forma independiente y con la profundidad que exige este curso, de diferentes temas y/o principios, entre los que se destacan: reactivos de flotación, tensión superficial, ángulo de contacto, fenómeno de adsorción, etc. Además es necesario realizar una síntesis sobre conocimientos básicos adquiridos en materias dictadas con anterioridad, entre ellos: química del carbono, liberación, procesos reducción de tamaño y máquinas asociadas (trituración y molienda), clasificación por tamaños en el laboratorio y a nivel industrial, separación sólido-líquido, etc.

XIII - Imprevistos

Este curso normalmente no presenta imprevistos, relacionado con el número y desempeño del equipo docente correspondiente, siempre y cuando no surjan paros docentes y no docentes. Ello trae como consecuencia complicaciones horarias con los docentes, quienes tienen programados los temas a dictar durante el cuatrimestre, sumado a que los alumnos normalmente tienen un número elevado de cursos. A pesar que es difícil coincidir horarios para recuperar clases, se coordinará con los alumnos los días y horas para completar el dictado de la materia

XIV - Otros