



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

(Programa del año 2026)  
(Programa en trámite de aprobación)  
(Presentado el 10/03/2026 11:09:16)

### I - Oferta Académica

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

### II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
ACUÑA, VICTOR GUSTAVO	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs
ROMANO, EDUARDO ANTONIO	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs

### III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
8 Hs	2 Hs	6 Hs	0 Hs	8 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoría con prácticas de aula	1° Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
11/03/2026	23/06/2026	15	120

### IV - Fundamentación

La modalidad será presencial y como apoyo para su implementación se utilizarán herramientas digitales.

La inclusión de Planta de Tratamiento de Minerales, en la curricula de la carrera de Ingeniería de Minas está justificada a partir de la temática especial que ella trata, a saber, el diseño y cálculo de los equipos y aparatos que se utilizan en la separación y concentración de minerales.

Los metales y minerales de importancia comercial se encuentran solo muy raras veces en el estado natural en formas y grados de purezas que su utilización práctica exige, pues, casi sin excepción están mezclados, con otros de diferente valor. Por tanto tenemos que proceder a separarlos de estas sustancias desprovistas de valor a través de métodos físicos o procedimientos químicos.

Aprovechando las características y propiedades de los minerales, es que se desarrollaron diferentes métodos de separación y concentración, los cuales deben ser asistidos por equipos y maquinarias específicas.

El uso de las propiedades físicas para efectuar la separación define diferentes procesos de concentración, como por ejemplo la separación magnética, la electrostática, la separación por medios densos, entre otros.

El uso de las propiedades físico-químicas, define los procesos de flotación.

Si el proceso de recuperación de componentes valiosos de la matriz rocosa se produce por medio de reacciones químicas en solución acuosa, se define entonces la hidrometalurgia. En la actualidad también se aprovechan los microorganismos para producir esta separación a través de los procesos biohidrometalurgicos.

Así es como, para llegar a estas etapas de concentración de los minerales y/o de recuperación de metales hace falta acondicionar o adecuar los minerales granulométrica mente mediante la trituración, clasificación y molienda. Hay que

distribuirlos (Cañerías y tubos), clasificarlos (Hidrociclones, clasificadores espiral) y transportarlos en forma de pulpa (bombas), concentrarlos y realizar las operaciones de separación sólido-líquido (espesadores y filtros).

Planta de Tratamiento de Minerales es una materia del quinto año de la Carrera de Ingeniería de Minas que se dicta en el primer cuatrimestre. No tiene correlativas inmediatas posteriores, y como correlativa inmediata anterior tiene a tratamientos I Y II. Pero además hay otras materias en las cuales se apoya, Geología y Química Analítica Instrumental.

Las unidades temáticas a desarrollar están basadas en los contenidos mínimos de la materia, y se han estructurado de la siguiente manera: Flujograma de Ingeniería, Trituración, Molienda, separación por tamaños, ciclones, clasificadores atkins y sistemas de distribución de pulpas.

## V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

Las operaciones de separación y concentración tienen vinculación directa con el Tratamiento de Minerales.

El objetivo general de esta materia, es proveer los medios necesarios para que los alumnos, puedan establecer y/o resolver los problemas de separación, concentración o beneficio de minerales cuando se encuentran mezclados con otros, teniendo en cuenta los criterios de procesos establecidos.

Entre los objetivos particulares podemos mencionar:

Hacer que los alumnos internalicen las relaciones conceptuales y procedimientos que se aplican en la concentración. Proveer los conocimientos necesarios para la elaboración de un circuito de concentración de minerales.

Desarrollar en el estudiante el interés por la investigación y desarrollo de procesos mineros.

Dar los conocimientos fundamentales que permitan al alumno elaborar un estudio del proceso de un mineral. Brindar los conocimientos básicos del desarrollo sostenible y de la interacción Desarrollo Minero y Ambiente.

Al finalizar el curso se espera que el alumno logre y/o confirme destrezas que le permitan expresarse con propiedad utilizando términos de la Ciencia y la Técnica Minera y desarrollar una conducta que le permita participar en trabajos de equipo.-

Es importante destacar que los trabajos prácticos correspondientemente a esta materia son de gabinete y de laboratorio, pues a través de la ejecución de los mismos se logra obtener los datos necesarios para dimensionar equipos, seleccionar reactivos, definir parámetros y establecer criterios de trabajo.

Ejes transversales, su abordaje y evaluación

EJE N°1 (Nivel Medio): Diseño, cálculo, evaluación, gerenciamiento y planificación de las etapas de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles.

En este nivel intermedio, los estudiantes profundizan su comprensión y aplican los conocimientos adquiridos en el nivel anterior. Se espera que sean capaces de realizar cálculos más avanzados, evaluar con mayor precisión las etapas de procesamiento de minerales. Además, comienzan a asumir toma de decisiones en este nivel. Competencias Esperadas: i.

Aplicar métodos avanzados de diseño y dimensionamiento. ii. Evaluar y seleccionar tecnologías y equipos adecuados para el procesamiento de minerales y derivados.

EJE N°3:( Nivel Medio) Proyecto, dirección, supervisión, gerenciamiento y control de la construcción, operación y mantenimiento de las obras de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles.

En este nivel intermedio, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en el nivel anterior para realizar tareas más específicas relacionadas con la dirección, supervisión, gerenciamiento y control de proyectos en el ámbito minero. Se espera que sean capaces de planificar, gestionar recursos de manera eficiente y asegurar el cumplimiento de estándares de calidad, seguridad y medio ambiente en las operaciones. Además, comienzan a desarrollar habilidades de liderazgo y toma de decisiones en este nivel. Competencias Esperadas: i. evaluar y mitigar riesgos asociados a las operaciones de procesamiento, aplicando medidas preventivas y correctivas según sea necesario.

EJE N°6: (Nivel Medio) Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en minas.

En este nivel intermedio, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en el nivel anterior para abordar problemas más complejos y específicos en el campo de la ingeniería en minas. Se espera que sean capaces de analizar problemas multidisciplinarios, diseñar soluciones innovadoras y evaluar su viabilidad técnica. Además, comienzan a desarrollar habilidades de trabajo en equipo y comunicación técnica en este nivel. Competencias Esperadas: i. Evaluar la viabilidad técnica de una planta de procesamiento de minerales, de las soluciones propuestas, mediante análisis de riesgos y beneficios. ii. Colaborar con equipos multidisciplinarios en la implementación de soluciones, comunicando de manera efectiva los hallazgos y recomendaciones.

EJE N°11: (Nivel Medio). Nivel Desempeño en equipos de trabajo.

En este nivel intermedio, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en el nivel anterior para desempeñarse de

manera más efectiva en equipos de trabajo en entornos de ingeniería en minas. Se espera que sean capaces de conformar proyectos de manera colaborativa. Competencias Esperadas: i. Colaborar con colegas de diferentes disciplinas y áreas de especialización para abordar desafíos interdisciplinarios en proyectos mineros.

EJE N°12: Comunicación efectiva (Nivel Medio)

En este nivel intermedio, los estudiantes aplican los conocimientos adquiridos en el nivel anterior para comunicarse de manera más efectiva en situaciones profesionales y técnicas relacionadas con la ingeniería en minas. Se espera que sean capaces de adaptar su comunicación a diferentes audiencias y contextos, para mejorar la claridad y precisión de sus mensajes.

Competencias Esperadas: i. Utilizar técnicas de comunicación verbal, como la argumentación estructurada y la narración efectiva, para transmitir información técnica de manera clara y persuasiva. ii. Emplear herramientas de comunicación escrita, como informes técnicos y correos electrónicos profesionales, para transmitir información de manera clara y precisa. iii Utilizar tecnologías de comunicación modernas, como videoconferencias y presentaciones multimedia, para facilitar la colaboración y el intercambio de información en entornos virtuales.

EJE N°13: Actuación profesional ética y responsable. (Nivel Medio)

En este nivel intermedio, los estudiantes aplican los principios éticos aprendidos en el nivel anterior a situaciones más complejas y desafiantes dentro del campo de la ingeniería en minas. Se espera que sean capaces de identificar y abordar dilemas éticos de manera proactiva, y tomar decisiones informadas que reflejen un alto grado de responsabilidad profesional.

Competencias Esperadas: aplicar los principios éticos en la toma de decisiones relacionadas con planta de procesos considerando el impacto social, económico y ambiental de sus acciones.

## VI - Contenidos

### UNIDAD 1: Flujograma de Ingeniería

Tema 1: Objetivos del Tratamiento de Minerales. Operaciones de Concentración, Adecuación granulométrica. Otras adecuaciones.

Determinación de los valores presentes en una mena. Examinación visual y microscópica. Análisis químicos, diferentes tipos.

Tema 2: Fórmulas sobre suspensión de sólidos en Líquidos: porcentajes de sólidos en peso y en volumen. Dilución. Peso específico del sólido y de la pulpa. Tema 3: Desarrollo de un Flowsheet o Flujograma del Proceso.

Evaluación de los resultados de las pruebas. Cuantificación de los procesos. Curvas de selectividad. Elementos a considerar para el desarrollo de un flowsheet. Balance de masas, metalúrgico y de aguas Instalaciones de Conminución y Clasificación

### UNIDAD 2: Selección de Circuitos de Trituración

Tema 1 - Trituración primaria, secundaria y cuaternaria Relación de reducción. Usos y aplicaciones

Tema 2 - Selección y cálculo de un triturador. Granulometrías en circuito abierto y cerrado. Curvas. Esquemas típicos de trituración. Cálculo de la carga circulante. Flow sheet típicos de plantas de trituración de áridos y rocas.

### UNIDAD 3: Selección del tamaño y tipo de zarandas vibratorias en plantas de trituración de minerales

Tema 1 - Zarandas. Tipos de Zarandas. Tipos de Telas. Diferentes aberturas. Ubicación de las zarandas dentro de un esquema de flujo. Zarandas desaguadoras.

Tema 2 - Selección de Zarandas vibratorias. Cálculo del área. Factores que intervienen. Cálculo de la carga circulante. Circuitos de clasificación de áridos y rocas industriales. Instalaciones de Separación Sólido-líquido.

### UNIDAD 4: Selección de Circuitos de Molienda

Tema 1 - Características del diseño de los molinos. Molinos de Barras. Molinos de Bolas. Molinos Autógenos. Usos.

Tema 2- Pruebas con mineral para la selección del Molino. Molturabilidad para molinos de bolas y barras. Índice de Bond (Bond Work Index), índice de abrasión. Experiencias en planta piloto. Ecuaciones usadas para determinar la potencia requerida en la molienda.

Tema 3 - Cálculo de molino de barras en circuito simple. Cálculo de un molino de bola en un circuito Barras - Bolas. Cálculo molino de Bolas en circuito simple. Selección del tamaño de los cuerpos moledores y estimación del consumo de acero.

### UNIDAD 5:

Selección de Hidrociclones Clasificadores

Tema 1 - Clasificación. Ciclones. Funcionamiento del Ciclón. Variables asociadas a la geometría (variables de diseño). Variables asociadas al proceso (variables operativas).

Tema 2 - Materiales de Construcción de los Ciclones. Rendimiento de los Ciclones y tamaño de separación. Ubicación del Ciclón en un esquema de flujo. Instalación. Balance de Masa, selección y cálculo.

UNIDAD 6: Selección y Aplicación de Clasificadores Espiral

Tema 1 - Clasificadores Espiral. Descripción del equipo. Instalación. Régimen de clasificación. Régimen de corriente. Discusión de los parámetros de operación. Definiciones. Distribuciones granulométricas. Diámetro de corte. Partición. Aplicación de los Clasificadores Espiral.

Tema 2 - Diseño actual. Rendimiento. Ubicación del Clasificador Espiral en un esquema de flujo. Balance de Masas, selección y cálculo.

UNIDAD 7: Selección de Circuitos de distribución de Pulpas.

Tema 1- Equipo e instalaciones. Bombas Centrifugas. Diferencia entre una bomba de pulpa y de agua. Revestimientos: diferentes tipos. Bombas de Eje Vertical. Bombas de desplazamiento positivos. Usos.

Tema 2 - Montaje de una bomba centrífuga. Caja de bomba. Diferentes tipos de sello o estopa duras. Cañerías y accesorios. Válvulas. Manómetros.

Tema 3 - Bombeo de Pulpas. Curvas características de la bomba y del sistema, Desempeño de una bomba de pulpa. Potencia consumida.

Tema 4 - Comportamiento de las pulpas. Tipos de flujo. Velocidad de transporte Velocidad límite.

Tema 5 - Dimensionamiento de bombas de pulpa y cañerías. Pérdidas de carga. Cálculo de las cañerías. Velocidad de transporte y velocidad límite de sedimentación. Curvas. Ubicación de una bomba en un esquema de flujo. Balance de masas, selección y cálculo.

UNIDAD 8: Tratamiento de Pulpas Minerales

Tema 1: Conocimientos sobre lamas: Importancia del tratamiento de las lamas en la concentración de minerales. Lamas primarias. Lamas secundadas. Dispersión. Floculación.

Tema 2: Teoría de la Floculación: Definición del fenómeno. Análisis de los factores que intervienen. Mineral, Medio y Reactivo. Efecto de la concentración del floculantes. Efecto del peso molecular del polímero. Potencial hidrógeno y fuerza iónica.

### **UNIDAD 9: Espesamiento y filtrado**

Tema 1: Teoría del dimensionamiento de un espesador: Decantación intermitente. Decantación continua. Espesador Dorr. Capacidad de los espesadores Dorr. Velocidad de asentamiento. Cálculo del área: Velocidad ascendente del agua. Determinación del punto crítico. Cálculo del volumen. Cálculo de la altura H.

Tema 2: Filtración. principio, ventajas y limitaciones. Tipos de filtros. Descripción y equipo de un sistema de filtración. Aplicaciones. Prácticas sobre dimensionamiento de espesadores. Instalaciones Auxiliares y de concentración

Unidad 10 Almacenamiento de gráneles sólidos

Tema 1 -Almacenamiento de gráneles sólidos según su función -Almacenamiento de gráneles sólidos por su concepción

Tema 2 -Características de las pila. Diseño de pilas: criterio de homogeneización, Máquina utilizada en las operaciones de apilamiento y desapilamiento, criterio constructivos, criterio medioambientales.

Unidad 11 Silos de almacenamiento

Tema 1-Tipos de silos. Silos de homogeneización Presiones de los gráneles en un silo Tema 2 - Eliminación de bóveda en el interior de un silo

Tema 3 - Diseño estructural de silo y tolva.

Unidad 12 Transporte por correas, transporte neumático y mineroductos .

Tema 1 - Transportadora de correas, generalidades .Descripción de los distintos tipos de Transportadora de correas. Calculo

Tema 2 - Transporte neumático, generalidades - Generalidades, propiedades de pulpas.

Tema 3 - Reología de las pulpas minerales Mineraductos, conceptos básicos

## **VII - Plan de Trabajos Prácticos**

Plan de trabajos prácticos:

Los trabajos prácticos se entregarán en formato PDF. de acuerdo a un crono grama establecido previamente.

Practico N° 1

Elaboración de flujograma de ingeniería

Practico N° 2

Calculo de equipos de trituración primaria y secundaria. Por formula y por tabla

Practico N° 3

Calculo de zaranda y la carga circulante

Practico N° 4

Calculo de molino de barras y bolas  
Practico N° 5  
Calculo de hidrociclones  
Practico N° 6  
Calculo de clasificadores de espiral  
Practico N° 7  
Calculo de distribución de pulpa (bombas y cañerías)  
Practico N° 8  
Calculo de espesadores.  
Practico N°9  
Calculo de pila de homogenización  
Practico N°10  
Calculo de tolvas  
Practico N° 11  
Calculo de cinta transportadora

### **VIII - Regimen de Aprobación**

Para regularizar se requiere un presentismo del 80 % en clases teóricas y prácticas. Además la aprobación del 100 % de los trabajos prácticos y la presentación de la carpeta de trabajos prácticos. la aprobación de la totalidad de los parciales y posteriormente la evaluación de un examen final

### **IX - Bibliografía Básica**

- [1] 1.Chaves, A. P. (1998). Tratamiento de minerios (Vols. 1-3).
- [2] 2.Fueyo, L. (1999). Equipos de trituración, molienda y clasificación: Tecnología, diseño y aplicación.
- [3] 3.Halbe, D. (1995). Process Design 562.
- [4] 4.Mullar, A. L., & Bhappu, R. B. (1978). Mineral processing plant design. American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers.
- [5] 5.Salvadeo, R. (1995). Transportadores de cinta.

### **X - Bibliografía Complementaria**

- [1] Referencias Bibliográficas (Normas APA 7)
- [2] 1-Alvarez, R. (1996). Trituración, molienda y clasificación.
- [3] 2-Bouso Aragonés, J. L., & Martínez Pagán, P. (2023). Bombeo de pulpas minerales: Diferentes procedimientos de cálculo. ResearchGate.
- [4]  
[3https://www.researchgate.net/publication/368394443\\_BOMBEO\\_DE\\_PULPAS\\_MINERALES\\_DIFERENTES\\_PROCEDI\\_MIENTOS\\_DE\\_CALCULO](https://www.researchgate.net/publication/368394443_BOMBEO_DE_PULPAS_MINERALES_DIFERENTES_PROCEDI_MIENTOS_DE_CALCULO)
- [5] Metso Minerals. (s.f.). Conocimientos básicos en el procesamiento de minerales. [Manual técnico].
- [6] 4- Sepúlveda, J., & Gutiérrez, L. (1986). Dimensionamiento y optimización de plantas concentradoras mediante técnicas de modelación matemática. Academia.edu.  
[https://www.academia.edu/5756837/LIBRO\\_NEGRO\\_DIMENSIONAMIENTO\\_Y\\_OPTIMIZACION\\_PLANTAS\\_CONCENTRADORAS\\_JAIME\\_SEPULVEDA](https://www.academia.edu/5756837/LIBRO_NEGRO_DIMENSIONAMIENTO_Y_OPTIMIZACION_PLANTAS_CONCENTRADORAS_JAIME_SEPULVEDA)
- [7] 5- Western Australian School of Mines (WASM). (2003). Laboratory manual for Hydrometallurgy 562 - Hydrometallurgy 351. Curtin University of Technology.

### **XI - Resumen de Objetivos**

#### **INTRODUCCION**

La Universidad Nacional de San Luis, tiene como objetivo fundamental la formación de profesionales en las distintas ramas de la Ciencia y de la Técnica.

Dentro de los profesionales que se forman en la Universidad y específicamente en la Facultad de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales, están los del área de la Ingeniería de Minas.

La Minería Argentina está destinada a crear un fuerte impacto en la economía de nuestro país. Esto ha permitido la radicación

de numerosas empresas de capitales extranjeros, que esperan con gran expectativa, que nuestro país, se ordene desde el punto de vista económico y jurídico.

Con la sanción de la Ley de Inversiones Mineras, cerca de un centenar de prospectos mineros son estudiados por empresas argentinas y extranjeras.

Las empresas están priorizando en sus contrataciones a Ingenieros jóvenes con conocimiento del idioma Inglés, computación y una clara comprensión del problema minero, dirigido a solucionar problemas operacionales.

Las propuestas de cátedra que aquí presentamos trata, en el área de su competencia, de cumplir con estos requisitos.

## **XII - Resumen del Programa**

UNIDAD 1: Flujograma de Ingeniería. Instalaciones de Conminución y Clasificación

UNIDAD 2: Selección de Circuitos de Trituración

UNIDAD 3: Selección del tamaño y tipo de zarandas vibratorias en plantas de trituración de minerales Selección del tamaño y tipo.

UNIDAD 4: Selección de Circuitos de Molienda.

UNIDAD 5: Selección de Hidrociclones Clasificadores.

UNIDAD 6: Selección y Aplicación de Clasificadores Espiral.

UNIDAD 7: Selección de Circuitos de distribución de Pulpas

UNIDAD 8: Tratamiento de Pulpas Minerales.

UNIDAD 9: Espesamiento y filtrado.

UNIDAD 10 Almacenamiento de gráneles sólidos.

UNIDAD 11 Silos de almacenamiento.

UNIDAD 12 Transporte gráneles y pulpas.

## **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 , no docentes y/o alumnos. 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**

--

### **ELEVACIÓN y APROBACIÓN DE ESTE PROGRAMA**

#### **Profesor Responsable**

Firma:

Aclaración:

Fecha: