

SALTA, 27-MAR-2026

RESOLUCIÓN N° 217

UNIVERSIDAD PROVINCIAL DE LA ADMINISTRACIÓN, TECNOLOGÍA Y OFICIOS

Expediente SICAD N° 244/26

VISTO el Artículo 75, apartado 19, de la Constitución Nacional, la Ley nacional 24521 y la Ley 8312, modificatoria de su similar 7803, y

CONSIDERANDO:

Que, de conformidad con lo dispuesto por el Artículo 26 de la Ley 24521, la enseñanza superior universitaria estará a cargo de las Universidades Nacionales, de las Universidades Provinciales y Privadas, y de los Institutos Universitarios;

Que mediante Ley 8312, modificatoria de su similar 7803, se crea la Universidad Provincial de la Administración, Tecnología y Oficios (UPATecO) como persona jurídica pública, con autonomía institucional y académica, y autarquía financiera y administrativa;

Que, por su parte, el Artículo 27 de la Ley 7803, modificado por Ley 8312, establece que los títulos que emita la UPATecO tendrán validez en todo el territorio de la provincia de Salta y habilitarán a los egresados a ejercer su profesión u oficio, conforme la normativa vigente en la materia;

Que, en las actuaciones de referencia, la Secretaría Académica de esta Universidad eleva el Proyecto de Plan de Estudios correspondiente a la carrera de pregrado "Tecnatura Universitaria en Procesamiento de Minerales";

Que dicha carrera se organiza en base al Modelo de Formación Modular y Certificación por Competencias, con módulos que conforman unidades académicas mínimas;

Que la carrera mencionada tiene como objetivos, entre otros, la formación de técnicos universitarios en el campo de la minería y los procesos metalúrgicos, con una sólida base científica y tecnológica, capaces de operar, controlar y optimizar procesos de transformación de recursos minerales en plantas de procesamiento, laboratorios metalúrgicos y sistemas industriales, actuando con criterios de seguridad, eficiencia productiva, calidad y sustentabilidad ambiental, y contribuyendo al desarrollo regional y nacional;

Que en autos queda claramente establecida la fundamentación de la necesidad de la carrera, duración, perfil del egresado, requisitos de ingreso, objetivos de la carrera, metodología, evaluación, organización curricular, contenidos mínimos de cada espacio curricular, entre otros ítems;

.. //

.. // RESOLUCIÓN N° 217

Expediente SICAD N° 244/26

Que la Dirección Jurídica de esta Universidad se expide favorablemente a través de Dictamen N° 200/26, por lo que corresponde el dictado del acto administrativo pertinente, en virtud de la Ley 8312, modificatoria de su similar 7803, y del Decreto N° 88/23;

Por ello;

**EL RECTOR DE LA UNIVERSIDAD PROVINCIAL
DE LA ADMINISTRACIÓN, TECNOLOGÍA Y OFICIOS**

R E S U E L V E :

ARTÍCULO 1°.- Aprobar el Plan de Estudios de la carrera de pregrado “Tecnatura Universitaria en Procesamiento de Minerales”, de la Universidad Provincial de la Administración, Tecnología y Oficios (UPATecO), que como Anexo forma parte de este instrumento legal.

ARTÍCULO 2°.- La presente resolución será refrendada por la señora Vicerrectora de esta Universidad.

ARTÍCULO 3°.- Comunicar y archivar.



Firmado digitalmente por
Dra. MARÍA de los D. TALENS
Vicerrectora UPATecO



Firmado digitalmente por
Dr. CARLOS MORELLO
Rector UPATecO

RC
DD



**UNIVERSIDAD PROVINCIAL DE ADMINISTRACIÓN,
TECNOLOGÍA Y OFICIOS (UPATecO)**

AUTORIDADES

RECTOR
Dr. Carlos Morello

VICERRECTORA
Dr. María de los D. Talens





PLAN DE ESTUDIO 2026

IDENTIFICACIÓN DE LA CARRERA

1.- CARACTERÍSTICAS DE LA CARRERA

Denominación de la Carrera:	Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales
Nivel Académico:	Tecnicatura Universitaria.
Modalidad:	Híbrida
Título que Otorga	Técnico Universitario en Procesamiento de Minerales
Duración de la carrera:	2 años y medio
Régimen de cursado:	Cuatrimestral
Carga Horaria Total:	1600 horas reloj





2.- FUNDAMENTACIÓN DE LA CARRERA

2.1 Pertinencia académica y científica

La Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales se fundamenta en la necesidad de formar técnicos universitarios con una sólida base científica y tecnológica que les permita comprender, operar y optimizar los procesos de transformación de los recursos minerales en productos útiles para la industria y la sociedad.

El procesamiento metalúrgico de minerales constituye una disciplina interdisciplinaria que integra conocimientos de química, física, matemática aplicada, mineralogía, ingeniería de procesos y control industrial. La complejidad creciente de los métodos de concentración, separación y extracción de metales exige una formación sistemática que no puede ser abordada desde una capacitación empírica o meramente operativa, sino desde una perspectiva científico-tecnológica estructurada.

El plan de estudios se organiza sobre una progresión epistemológicamente coherente que parte de las ciencias básicas (química, física y matemática) y avanza hacia los procesos metalúrgicos, la automatización, el control de calidad y la gestión ambiental. Esta estructura garantiza que el estudiante no solo ejecute procedimientos, sino que comprenda los fundamentos que los explican.

2.2. Relevancia socio-productiva y territorial

La actividad minera y metalúrgica representa uno de los sectores estratégicos para el desarrollo económico, tecnológico y energético del país, particularmente en regiones con fuerte presencia de yacimientos metalíferos, litíferos e industriales. La transición energética, la electromovilidad y la expansión de las tecnologías digitales incrementan la demanda de metales críticos y estratégicos, lo que intensifica la necesidad de contar con recursos humanos calificados en procesamiento y beneficio de minerales.

En este contexto, la Tecnicatura responde a una demanda concreta del sistema productivo: la existencia de un vacío entre los perfiles operativos de nivel medio y los profesionales de ingeniería. La carrera propone un perfil intermedio de alta calificación técnica, capaz de desempeñarse eficazmente en plantas de procesamiento, laboratorios metalúrgicos y áreas de control de calidad, aportando productividad, seguridad y eficiencia.

La formación de técnicos universitarios en esta área contribuye además al desarrollo regional, favoreciendo la generación de empleo calificado, la transferencia tecnológica y el arraigo territorial de las actividades extractivas bajo criterios de sustentabilidad.





2.3. Coherencia y consistencia del diseño curricular

El diseño curricular de la carrera se basa en una organización por campos de formación (general, fundamentos, específica y práctica profesionalizante), lo que asegura una integración equilibrada entre teoría, práctica y formación ética y social.

La secuencia de asignaturas responde a una lógica de complejidad creciente, donde los conocimientos de química, física, matemática y mineralogía constituyen la base para el aprendizaje de las operaciones de preparación, concentración y extracción metalúrgica. A su vez, las asignaturas de automatización, control de procesos y gestión de calidad permiten la apropiación de herramientas propias de los sistemas industriales contemporáneos.

El régimen de correlatividades establece una progresión pedagógica y epistemológica que garantiza que los estudiantes posean los conocimientos necesarios antes de abordar contenidos de mayor complejidad, lo que fortalece la calidad de los aprendizajes y la tasa de retención y egreso.

2.4. Formación práctica y vinculación con el medio

La inclusión de tres niveles de Práctica Profesionalizante y de un Proyecto Final Integrador asegura la articulación entre la formación académica y el desempeño real en entornos productivos. Estas instancias permiten al estudiante aplicar conocimientos científicos y tecnológicos en situaciones reales o simuladas de trabajo, desarrollar competencias profesionales y fortalecer su inserción laboral.

La carrera se apoya en la existencia de laboratorios, equipamiento de procesos y convenios con empresas mineras y metalúrgicas, lo que garantiza la viabilidad operativa del proyecto académico y la calidad de la formación práctica.

La Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales constituye una propuesta académica pertinente, coherente y socialmente relevante. Su diseño curricular, su perfil de egreso y su articulación con el sector productivo aseguran una formación universitaria de calidad, orientada al desarrollo científico-tecnológico y al fortalecimiento del sistema minero-metalúrgico nacional.

La carrera cumple con los principios de calidad, pertinencia y consistencia requeridos para su aprobación institucional y eventual acreditación, contribuyendo a la formación de recursos humanos estratégicos para el desarrollo sostenible del país.

3.- OBJETIVOS DE LA CARRERA





3.1. Objetivo General

Formar técnicos universitarios en el campo de la minería y los procesos metalúrgicos, con una sólida base científica y tecnológica, capaces de operar, controlar y optimizar procesos de transformación de recursos minerales en plantas de procesamiento, laboratorios metalúrgicos y sistemas industriales, actuando con criterios de seguridad, eficiencia productiva, calidad y sustentabilidad ambiental, y contribuyendo al desarrollo regional y nacional.

3.2. Objetivos Específicos

- Brindar una formación científica y técnica sólida en matemática aplicada, física, química y mineralogía, que permita comprender los fundamentos físico-químicos y tecnológicos que sustentan los procesos metalúrgicos aplicados a la actividad minera.
- Desarrollar competencias operativas y de supervisión técnica para la ejecución de las operaciones de preparación mecánica de minerales, concentración, separación sólido-líquido y procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos, conforme a procedimientos y estándares técnicos.
- Formar en el análisis, control y aseguramiento de la calidad, mediante la realización de análisis químicos cuali-cuantitativos e instrumentales, la aplicación de herramientas estadísticas y la interpretación de resultados en el marco de normas de calidad industrial e ISO.
- Capacitar en el uso de tecnologías digitales, automatización y control industrial, aplicadas al monitoreo, control y optimización de los procesos productivos minero-metalúrgicos contemporáneos.
- Promover un desempeño profesional responsable, basado en el cumplimiento de la legislación minera vigente, las normas de seguridad e higiene laboral, la gestión ambiental y los principios de ética profesional y trabajo colaborativo.
- Favorecer la integración de saberes teóricos y prácticos, fortaleciendo la capacidad de análisis y resolución de problemas en contextos reales de trabajo mediante prácticas profesionalizantes progresivas y un proyecto final integrador orientado a la práctica industrial.

4.- PERFIL DEL EGRESADO

El egresado de la Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales será un técnico universitario con formación científica, tecnológica y práctica, capacitado para intervenir en los procesos de transformación de recursos minerales en el marco de la actividad minera,





desempeñándose en plantas de procesamiento, laboratorios metalúrgicos y sistemas industriales asociados.

Contará con competencias para operar, supervisar y colaborar en el control de procesos metalúrgicos, tales como la preparación mecánica de minerales, la concentración, la separación sólido-líquido y los procesos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos, aplicando procedimientos técnicos normalizados y criterios de eficiencia productiva.

Estará capacitado para realizar análisis químicos cuali-cuantitativos e instrumentales, interpretar resultados y participar en tareas de control de procesos y aseguramiento de la calidad, utilizando herramientas estadísticas y sistemas de gestión bajo normas de calidad industrial e ISO.

El egresado podrá utilizar tecnologías digitales, herramientas informáticas, sistemas de automatización y control industrial, contribuyendo al monitoreo y optimización de los procesos productivos en entornos minero-metalúrgicos contemporáneos.

Asimismo, actuará con responsabilidad profesional, respetando la legislación minera vigente, las normas de seguridad e higiene laboral y los principios de gestión ambiental, integrando criterios de sustentabilidad, ética profesional y trabajo en equipo interdisciplinario.

Su formación le permitirá integrarse eficazmente a equipos técnicos y profesionales, tanto en el sector público como privado, aportando conocimientos técnicos especializados, capacidad de análisis y resolución de problemas, y compromiso con el desarrollo productivo regional y nacional.

5.- COMPETENCIAS DEL EGRESADO

El egresado de la Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales estará capacitado para desempeñarse en entornos minero-metalúrgicos, aplicando conocimientos científicos, técnicos y procedimentales en contextos productivos reales, de acuerdo con normas de calidad, seguridad y sustentabilidad.

5.1.- Competencias Técnicas y Operativas

- Operar y colaborar en la supervisión de procesos de conminución, incluyendo trituración y molienda, aplicando procedimientos técnicos para lograr la adecuada liberación de las especies minerales conforme a los requerimientos operativos de la planta.
- Ejecutar operaciones de concentración y beneficio de minerales, tales como flotación, lixiviación (hidrometalurgia) y procesos térmicos (pirometalurgia), siguiendo protocolos establecidos y criterios de eficiencia productiva.





- Realizar operaciones de separación sólido-líquido, manejando equipos de espesamiento, filtrado y disposición de colas, conforme a estándares técnicos y ambientales vigentes.
- Identificar y clasificar especies minerales, mediante técnicas de mineralogía y petrografía, aportando información técnica relevante para la toma de decisiones en los procesos de beneficio.
- Operar y monitorear sistemas de automatización y control industrial, registrando y analizando variables críticas del proceso mediante interfaces digitales y software de gestión.

5.2. Competencias Analíticas y de Gestión de la Calidad

- Realizar análisis químicos cuali-cuantitativos e instrumentales en laboratorio, aplicando métodos normalizados para la determinación de la composición de muestras y la evaluación de la ley de los concentrados.
- Aplicar herramientas estadísticas para el control de procesos, interpretando datos operativos y analíticos para detectar desvíos y proponer ajustes técnicos en el marco de los procedimientos establecidos.
- Participar en la implementación y seguimiento de sistemas de gestión de la calidad, aplicando normas ISO y protocolos internos que aseguren la trazabilidad, confiabilidad y consistencia de los procesos y resultados.

5.3. Competencias de Seguridad, Ambiente y Desempeño Ético

- Aplicar normas de seguridad e higiene laboral, identificando riesgos en plantas y laboratorios y adoptando medidas preventivas para la protección de las personas, los equipos y las instalaciones.
- Actuar conforme a criterios de gestión ambiental y sustentabilidad, cumpliendo la legislación minera vigente y colaborando en la implementación de planes de manejo de residuos, efluentes y emisiones.
- Integrarse a equipos interdisciplinarios de trabajo, comunicando información e informes técnicos de manera clara y precisa, y desempeñándose con responsabilidad, ética profesional y compromiso organizacional.





6.- ALCANCES DEL TÍTULO

El título de técnico universitario en procesamiento de minerales habilita al egresado para desempeñarse en actividades técnicas vinculadas a la operación, control y asistencia en los procesos de transformación y beneficio de recursos minerales, en el marco de la actividad minera y metalúrgica, de acuerdo con la normativa vigente y bajo la supervisión de los profesionales responsables cuando corresponda.

En particular, el egresado estará habilitado para:

- Participar en la operación y control de plantas de procesamiento de minerales, colaborando en los procesos de preparación mecánica, concentración, separación sólido-líquido y tratamientos hidrometalúrgicos y pirometalúrgicos.
- Realizar trabajos técnicos en laboratorios metalúrgicos, mineros e industriales, efectuando análisis químicos cuali-cuantitativos e instrumentales, preparación de muestras y control de calidad de procesos y productos.
- Asistir técnicamente en el monitoreo y optimización de procesos productivos, registrando, analizando e interpretando datos operativos mediante herramientas estadísticas, sistemas informáticos y software de control.
- Operar y supervisar equipos e instrumentos técnicos, incluyendo sistemas de automatización y control industrial, aplicando procedimientos normalizados y criterios de seguridad y eficiencia.
- Colaborar en la implementación y seguimiento de sistemas de gestión de la calidad, aplicando normas técnicas e industriales, protocolos internos y estándares ISO.
- Participar en la gestión de la seguridad, higiene y protección ambiental, identificando riesgos, aplicando medidas preventivas y colaborando en el cumplimiento de la legislación minera y ambiental vigente.
- Integrar equipos técnicos interdisciplinarios en el sector público o privado, elaborando informes técnicos, registros operativos y documentación asociada a los procesos minero-metalúrgicos.
- Desempeñarse en empresas mineras, plantas de procesamiento, laboratorios, consultoras, organismos públicos y proyectos industriales, vinculados a la actividad minera y metalúrgica.





7.- REQUISITOS DE INGRESO

Podrán cursar esta tecnicatura universitaria aquellas personas que:

- Posean título secundario o equivalente completo, cualquiera sea su modalidad, emitidos por instituciones de gestión estatal o privada y consten con el debido reconocimiento ministerial, conforme lo establece el artículo 7º de la Ley de Educación Superior Nº 24521.
- Quienes no posean título secundario o equivalente, pero que sean mayores de 25 años y se encuentren en el marco de excepcionalidad establecido en la segunda parte del artículo 7º de la Ley de Educación Superior Nº 24521.
- Acrediten título secundario completo, emitido por otro país, pero debidamente reconocido por el Ministerio de Relaciones Exteriores y Culto y el Ministerio de Educación de la Nación.
- Registren su preinscripción en las fechas establecidas según resolución rectoral.

8.- PLAN DE ESTUDIOS Y ESTRUCTURA CURRICULAR

COD	ASIGNATURA	RÉGIMEN	CARGA HORARIA SEMANAL	CARGA HORARIA TOTAL	CORRELATIVAS PARA CERTIFICAR	CAMPO DE FORMACIÓN
PRIMER AÑO (1º CUATRIMESTRE)						
1	Matemática Aplicada	Cuatrimstral	4	64	-	Fundamento
2	Química General e Inorgánica	Cuatrimstral	4	64	-	Fundamento
3	Introducción a la Minería y Metalurgia	Cuatrimstral	3	48	-	Específica
4	Seguridad, Higiene y Medio Ambiente	Cuatrimstral	3	48	-	-
5	Informática Aplicada y Gestión de Datos	Cuatrimstral	4	64	-	Fundamento
PRIMER AÑO (2º CUATRIMESTRE)						
6	Práctica Profesionalizante I: Técnicas de laboratorio	Cuatrimstral	4	64	2 -4 - 6	Práctica
7	Física Industrial	Cuatrimstral	4	64	1	Fundamento
8	Química Analítica (Cuali-Cuantitativa)	Cuatrimstral	4	64	2	Específica
9	Mineralogía y Petrografía	Cuatrimstral	4	64	3	Específica





SEGUNDO AÑO (1° CUATRIMESTRE)						
10	Inglés Técnico	Cuatrimestral	3	48	-	General
11	Preparación Mecánica de Minerales	Cuatrimestral	6	96	7 - 9	Específica
12	Fisicoquímica de Superficies	Cuatrimestral	5	80	2 - 8	Fundamento
13	Operaciones de Separación Sólido-Líquido	Cuatrimestral	4	64	11 - 12	Específica
14	Estadística y Control de Procesos	Cuatrimestral	3	48	1	Fundamento
15	Relaciones Humanas y Ética Profesional	Cuatrimestral	3	48	-	General
SEGUNDO AÑO (2° CUATRIMESTRE)						
16	Práctica Profesionalizante II: Procesos Metalúrgicos	Cuatrimestral	5	80	6 - 11 - 12 - 13	Práctica
17	Hidrometalurgia y Pirometalurgia	Cuatrimestral	4	64	8 - 11 - 12	Específica
18	Concentración de Minerales	Cuatrimestral	5	80	11 - 12	Específica
19	Análisis Instrumental en Laboratorio	Cuatrimestral	4	64	6 - 8	Específica
20	Legislación Minera y Gestión Ambiental	Cuatrimestral	4	64	-	General
21	Metodología de la Investigación Industrial	Cuatrimestral	3	48	-	General
TERCER AÑO (1° CUATRIMESTRE)						
22	Práctica Profesionalizante III: Proyecto e Inserción	Cuatrimestral	6	96	16 - 17 - 18	Práctica
23	Automatización y Control Industrial	Cuatrimestral	4	64	7 - 14	Específica
24	Gestión de Calidad y Normas ISO	Cuatrimestral	3	48	14 - 21	Específica
25	Proyecto Final Integrador	Cuatrimestral	4	64	17 - 18	Práctica

9. CONTENIDOS MÍNIMOS

1. Matemática Aplicada:





Álgebra de funciones: Concepto de función. Funciones algebraicas, polinómicas, racionales, exponenciales y logarítmicas. Dominio, imagen y representación gráfica. Aplicación de funciones al modelado de variables de procesos minero-metalúrgicos.

Ecuaciones y sistemas lineales: Ecuaciones de primer y segundo grado. Sistemas de ecuaciones lineales: métodos de resolución (sustitución, igualación, eliminación y matrices). Aplicaciones a balances simples de materia, dosificación de reactivos y problemas de producción.

Trigonometría aplicada: Razones trigonométricas, identidades y ecuaciones trigonométricas. Aplicaciones en la medición de ángulos, pendientes, alturas y distancias. Uso de la trigonometría en el análisis geométrico de taludes, rampas, cintas transportadoras y estructuras de plantas mineras. Geometría aplicada a estructuras mineras e industriales: Geometría plana y espacial. Cálculo de áreas y volúmenes de cuerpos geométricos. Aplicaciones al cálculo de volúmenes de acopios, tolvas, silos, celdas de flotación, reactores y otros equipos de proceso.

Introducción al cálculo diferencial: Concepto de límite y continuidad. Derivadas de funciones elementales. Interpretación geométrica y física de la derivada. Aplicaciones al análisis de tasas de cambio, optimización de variables operativas y comportamiento de procesos.

Introducción al cálculo integral: Integral indefinida y definida. Técnicas básicas de integración. Aplicaciones al cálculo de áreas, volúmenes y acumulación de magnitudes físicas y químicas en procesos industriales.

Resolución de problemas aplicados: Planteo y resolución de problemas matemáticos vinculados a situaciones reales del ámbito minero-metalúrgico, integrando herramientas algebraicas, geométricas y de cálculo como soporte para la toma de decisiones técnicas.

Bibliografía

- Stewart, J. (2016). *Cálculo: Trascendentes tempranas* (7.ª ed.). Cengage Learning.
- Kreyszig, E. (2011). *Matemáticas avanzadas para ingeniería* (10.ª ed.). Wiley.
- Anton, H., Bivens, I., & Davis, S. (2014). *Cálculo* (10.ª ed.). Wiley.
- Chapra, S. C., & Canale, R. P. (2015). *Métodos numéricos para ingenieros* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Zill, D. G., & Wright, W. S. (2018). *Matemáticas avanzadas para ingeniería* (6.ª ed.). Jones & Bartlett Learning.

2. Química General e Inorgánica:

Estructura atómica y organización de la materia: Modelos atómicos. Estructura del átomo: partículas subatómicas, números cuánticos y configuraciones electrónicas. Relación entre estructura electrónica y propiedades químicas. Fundamentos de la tabla periódica: grupos, períodos y tendencias periódicas (radio atómico, energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad).

Tabla periódica y clasificación de los elementos: Clasificación de los elementos en metales, no metales y metaloides. Elementos representativos y de transición. Importancia de los elementos de interés minero-metalúrgico. Relación entre posición en la tabla periódica y comportamiento químico.

Enlace químico y fuerzas intermoleculares: Tipos de enlace químico: iónico, covalente y metálico. Polaridad de enlaces y moléculas. Geometría molecular y teoría de repulsión de pares electrónicos (VSEPR). Fuerzas intermoleculares: fuerzas de Van der Waals, dipolo-dipolo y puentes de hidrógeno. Influencia del tipo de enlace en las propiedades físicas y químicas de los materiales.

Estequiometría y reacciones químicas: Concepto de mol y masa molar. Balanceo de ecuaciones químicas. Relaciones estequiométricas en reacciones químicas. Reactivo limitante y rendimiento de





reacción. Aplicaciones de la estequiometría en balances de materia simples, preparación de reactivos y procesos industriales básicos.

Soluciones y sistemas dispersos: Concepto de solución. Tipos de soluciones. Concentración de soluciones: molaridad, normalidad, porcentaje en masa y volumen. Preparación y dilución de soluciones. Propiedades coligativas. Importancia de las soluciones en procesos químicos y metalúrgicos.

Propiedades químicas y físicas de los metales y no metales: Propiedades físicas y químicas de los metales: conductividad, ductilidad, maleabilidad y reactividad. Propiedades de los no metales. Comportamiento químico frente a ácidos, bases y agentes oxidantes. Introducción a la corrosión y a la pasivación de metales en contextos industriales.

Aplicaciones al ámbito minero-metalúrgico: Relación entre los conceptos químicos fundamentales y su aplicación en procesos de minería y metalurgia: selección de reactivos, comportamiento de minerales, interacción sólido-líquido y fundamentos químicos de los procesos de concentración y extracción.

Bibliografía

- Chang, R., & Goldsby, K. (2016). *Química* (12.ª ed.). McGraw-Hill Education.
- Brown, T. L., LeMay, H. E., Bursten, B. E., Murphy, C., Woodward, P., & Stoltzfus, M. (2018). *Química: La ciencia central* (14.ª ed.). Pearson.
- Petrucci, R. H., Herring, F. G., Madura, J. D., & Bissonnette, C. (2017). *Química general* (11.ª ed.). Pearson.
- Atkins, P., & Jones, L. (2016). *Principios de química* (6.ª ed.). Médica Panamericana.
- Greenwood, N. N., & Earnshaw, A. (2012). *Chemistry of the elements* (2nd ed.). Butterworth-Heinemann.

3. Introducción a la Minería y Metalurgia:

Historia y actualidad de la minería argentina y regional: Evolución histórica de la actividad minera en Argentina y América Latina. Minería prehispánica, colonial e industrial. Desarrollo de la minería moderna en el siglo XX y XXI. Principales distritos mineros del país y la región. Minerales metalíferos, no metalíferos y rocas de aplicación. Rol estratégico de la minería en el desarrollo económico, energético e industrial. Minería y desarrollo regional: empleo, infraestructura y encadenamientos productivos. Desafíos actuales: sostenibilidad, licencia social, innovación tecnológica y transición energética.

Ciclo de vida de un proyecto minero: Concepto de proyecto minero. Etapas del ciclo minero. Marco normativo del ciclo minero en Argentina. Rol del técnico universitario dentro de las distintas etapas del proyecto. Conceptos básicos de beneficio de minerales. Definición de beneficio y procesamiento de minerales. Objetivos del beneficio: liberación, concentración y valorización del mineral. Etapas generales del procesamiento. Relación entre mineralogía y selección del proceso de beneficio. Importancia del control de procesos y la calidad del producto.

Introducción a la metalurgia extractiva: Concepto y alcance de la metalurgia extractiva. Diferencias entre metalurgia extractiva, física y química. Introducción a los principales métodos. Criterios generales de selección del proceso metalúrgico. Impacto ambiental y energético de los procesos extractivos.

Minería, metalurgia y sostenibilidad: Principios de minería responsable. Gestión ambiental y uso eficiente de recursos. Seguridad y salud en el sector minero-metalúrgico. Innovación tecnológica y automatización en minería y metalurgia.





Bibliografía:

- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Darling, P. (Ed.). (2011). *SME mining engineering handbook* (3rd ed.). Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
- Habashi, F. (2017). *Handbook of extractive metallurgy*. Wiley-VCH.
- Ministerio de Desarrollo Productivo de la Nación. (2022). *Panorama minero argentino*. Argentina.gob.ar.
- SERNAGEOMIN. (2018). *Manual de introducción a la minería*. Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile.

4. Seguridad, Higiene y Medio Ambiente

Marco normativo de la seguridad e higiene en minería: Concepto de seguridad, higiene y salud ocupacional. Principios de prevención de riesgos laborales. Normativa nacional aplicable. Normativa internacional y estándares de referencia. Responsabilidades del empleador y del trabajador. Rol del técnico universitario en el cumplimiento normativo.

Identificación y evaluación de riesgos: Concepto de peligro y riesgo. Metodologías básicas de identificación de riesgos. Riesgos físicos. Riesgos químicos. Riesgos biológicos. Riesgos ergonómicos y psicosociales (introducción). Medidas de prevención y control.

Equipos de Protección Personal (EPP): Concepto y función de los EPP. Clasificación de los EPP. Criterios de selección del EPP según el riesgo. Uso correcto, mantenimiento y almacenamiento de los EPP. Limitaciones de los equipos de protección personal. Importancia del EPP en laboratorio, planta y campo.

Seguridad en laboratorios y plantas minero-metalúrgicas: Normas de seguridad en laboratorios químicos. Manejo seguro de reactivos y sustancias peligrosas. Señalización y hojas de datos de seguridad (MSDS). Procedimientos ante derrames, incendios y emergencias. Seguridad en plantas de procesamiento. Cultura de la seguridad y trabajo seguro.

Gestión de residuos industriales: Concepto de residuo industrial. Clasificación de residuos. Gestión integral de residuos. Residuos minero-metalúrgicos. Buenas prácticas de gestión de residuos.

Prevención de impactos ambientales: Concepto de impacto ambiental. Principales impactos de la actividad minera. Medidas de prevención, mitigación y control ambiental. Introducción a la gestión ambiental en minería. Monitoreo ambiental básico. Relación entre seguridad, ambiente y sustentabilidad.

Integración práctica y formación actitudinal: Análisis de situaciones reales o simuladas de riesgo. Aplicación de normas de seguridad en prácticas de laboratorio y planta. Elaboración de registros y reportes de seguridad. Desarrollo de actitudes responsables y preventivas. Trabajo en equipo y comunicación de riesgos.

Bibliografía

- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2015). *Seguridad y salud en minas*. OIT.
- ISO. (2018). *ISO 45001: Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo*. Organización Internacional de Normalización.
- ISO. (2015). *ISO 14001: Sistemas de gestión ambiental*. Organización Internacional de Normalización.
- Ministerio de Trabajo, Empleo y Seguridad Social. (2021). *Manual de seguridad e higiene en minería*. Argentina.gob.ar.





5. Informática Aplicada y Gestión de Datos:

Sistemas operativos y entorno digital de trabajo: Concepto y funciones de un sistema operativo. Sistemas operativos de uso industrial y educativo (Windows y nociones de Linux). Organización del sistema de archivos: carpetas, rutas, permisos y respaldos. Gestión básica de hardware y periféricos en entornos de laboratorio y planta. Buenas prácticas de seguridad informática: contraseñas, copias de seguridad, antivirus y protección de datos. Introducción a la digitalización de registros técnicos y productivos.

Aplicaciones al ámbito minero-metalúrgico: Uso adecuado de estaciones de trabajo en plantas, laboratorios y oficinas técnicas. Gestión segura de datos operativos y resultados analíticos.

Software de oficina aplicado a la actividad técnico-industrial: Procesadores de texto. elaboración de informes técnicos, partes diarios, protocolos de laboratorio y manuales operativos. Hojas de cálculo: carga, organización y análisis básico de datos productivos. Software de presentaciones: comunicación de resultados técnicos, informes de avance y presentaciones de proyectos.

Introducción a las bases de datos para el control de producción Bases de datos: definición, tipos y usos en la industria. Estructura básica de una base de datos: tablas, campos y registros. Introducción a gestores de bases de datos sencillos (por ejemplo, Access o equivalentes libres). Carga, consulta y filtrado de datos. Uso de bases de datos. Relación entre bases de datos y hojas de cálculo. Importancia de la trazabilidad de la información en minería y metalurgia.

Herramientas digitales de colaboración y almacenamiento en la nube: Concepto de computación en la nube. Plataformas de almacenamiento y trabajo colaborativo (Google Drive, OneDrive u otras equivalentes). Organización de carpetas compartidas y control de versiones. Trabajo colaborativo en documentos técnicos. Uso de plataformas digitales para la comunicación en equipos de trabajo. Ventajas y riesgos del trabajo en la nube en entornos industriales. Normas básicas de confidencialidad y protección de la información técnica.

Bibliografía

- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2020). *Sistemas de información gerencial* (15.ª ed.). Pearson.
- Stair, R., & Reynolds, G. (2018). *Principios de sistemas de información* (13.ª ed.). Cengage Learning.
- Microsoft. (2022). *Excel para el análisis de datos*. Microsoft Press.
- ISO. (2015). *ISO 9001: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos*. Organización Internacional de Normalización.

6. Práctica Profesionalizante I: Técnicas de laboratorio

Normas de seguridad e higiene en el laboratorio: El laboratorio como espacio de trabajo técnico. Riesgos físicos, químicos y mecánicos en laboratorios minero-metalúrgicos. Normas generales de seguridad e higiene. Señalización, hojas de seguridad (MSDS) y pictogramas de riesgo. Equipos de protección personal (EPP). Conductas seguras y buenas prácticas de laboratorio. Procedimientos ante incidentes, derrames y emergencias. Gestión básica de residuos químicos y minerales.





Uso y cuidado del material de laboratorio: Clasificación del material de laboratorio. Principios de medición y exactitud. Uso correcto del material volumétrico. Limpieza, secado y almacenamiento del material. Manejo básico de equipos de laboratorio. Cuidado y mantenimiento básico del equipamiento.

Preparación de reactivos y soluciones: Concepto de reactivo y solución. Tipos de reactivos utilizados en laboratorio minero-metalúrgico. Unidades de concentración. Preparación de soluciones. Diluciones simples. Rotulado correcto de reactivos y soluciones. Almacenamiento seguro de reactivos.

Técnicas de muestreo de materiales minerales: Importancia del muestreo en minería y metalurgia. Concepto de muestra representativa. Tipos de muestras. Técnicas básicas de muestreo. Errores de muestreo y su impacto en los resultados. Conservación de muestras minerales.

Rotulado, registro y trazabilidad de muestras: Importancia del rotulado y registro en laboratorio. Sistemas de identificación de muestras. Uso de planillas de registro y cuadernos de laboratorio. Trazabilidad de muestras. Orden y organización del espacio de trabajo. Introducción a la documentación técnica de laboratorio.

Integración práctica de saberes: Ejecución guiada de prácticas de laboratorio. Resolución de situaciones problemáticas simples. Trabajo individual y grupal bajo consignas técnicas. Elaboración de registros e informes breves de laboratorio. Evaluación del desempeño técnico y actitudinal.

Bibliografía

- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentos de química analítica* (9.ª ed.). Cengage Learning.
- Harris, D. C. (2016). *Análisis químico cuantitativo* (9.ª ed.). Reverté.
- ISO/IEC. (2017). *ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo*. Organización Internacional de Normalización.
- Vogel, A. I. (2014). *Química analítica práctica*. Pearson.

7. Física Industrial

Mecánica de sólidos aplicada a la industria: Magnitudes físicas fundamentales y unidades (Sistema Internacional). Concepto de fuerza, masa y peso. Estática de sólidos. Aplicaciones de la estática en estructuras simples, equipos de planta, cintas transportadoras, tolvas y silos. Dinámica de sólidos. Trabajo, energía y potencia. Aplicaciones industriales.

Hidrostática aplicada a procesos industriales: Propiedades de los fluidos. Presión en fluidos. Principio de Pascal y sus aplicaciones. Principio de Arquímedes y empuje. Medición de presión. Hidrostática en plantas minero-metalúrgicas: Hidrodinámica aplicada a fluidos en plantas: Flujo de fluidos. Tipos de flujo. Ecuación de continuidad. Principio de Bernoulli. Pérdidas de carga en sistemas de conducción. Introducción al bombeo de fluidos. Aplicaciones en minería y metalurgia. Termodinámica básica aplicada: Conceptos fundamentales. Temperatura y calor. Primer principio de la termodinámica. Cambios de estado y calor latente. Introducción al segundo principio de la termodinámica (conceptual). Aplicaciones industriales: Transferencia de calor en procesos industriales: Mecanismos de transferencia de calor. Transferencia de calor en equipos industriales. Aislamiento térmico. Importancia del control térmico en procesos minero-metalúrgicos. Introducción al balance energético en procesos industriales. Integración de la física con la práctica profesional: Resolución de problemas aplicados al ámbito industrial. Interpretación de variables físicas en equipos y procesos reales. Análisis de situaciones operativas simples. Relación entre variables físicas y eficiencia del proceso. Uso de instrumentos de medición básicos.





Bibliografía

- Çengel, Y. A., & Cimbala, J. M. (2014). *Mecánica de fluidos: Fundamentos y aplicaciones*. McGraw-Hill.
- Çengel, Y. A., & Boles, M. A. (2015). *Termodinámica* (8.ª ed.). McGraw-Hill.
- Serway, R. A., & Jewett, J. W. (2014). *Física para ciencias e ingeniería*. Cengage Learning.
- Fox, R. W., McDonald, A. T., & Pritchard, P. J. (2011). *Introducción a la mecánica de fluidos*. Wiley.

8. Química Analítica (Cuali-Cuantitativa):

Fundamentos de equilibrio químico en solución acuosa: Concepto de equilibrio químico. Ley de acción de masas. Constantes de equilibrio. Equilibrios ácido-base. Equilibrios de solubilidad. Equilibrios de complejación. Importancia del equilibrio químico en los métodos analíticos.

Análisis cualitativo de cationes y aniones: Objetivos del análisis cualitativo. Principios generales del análisis cualitativo clásico. Identificación de cationes de interés minero-metalúrgico. Identificación de aniones comunes. Reacciones características. Interpretación de resultados cualitativos. Limitaciones y alcances del análisis cualitativo clásico.

Métodos gravimétricos de análisis: Fundamentos de la gravimetría. Tipos de gravimetría. Condiciones de precipitación. Filtración, lavado, secado y calcinación. Cálculos gravimétricos. Aplicaciones de la gravimetría en análisis minero-metalúrgicos. Ventajas y limitaciones del método. Métodos volumétricos de análisis: Principios generales de la volumetría. Concepto de punto de equivalencia y punto final. Preparación y estandarización de soluciones valorantes. Volumetría ácido-base. Volumetría redox. Volumetría complexométrica. Cálculos volumétricos y expresión de resultados.

Errores y tratamiento estadístico de datos analíticos: Concepto de error en el análisis químico. Tipos de errores. Precisión y exactitud. Repetibilidad y reproducibilidad. Cifras significativas. Tratamiento estadístico básico de datos analíticos: Presentación e interpretación de resultados analíticos. Importancia del control de calidad de los datos.

Bibliografía

- Harris, D. C. (2016). *Análisis químico cuantitativo* (9.ª ed.). Reverté.
- Skoog, D. A., West, D. M., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2014). *Fundamentos de química analítica* (9.ª ed.). Cengage Learning.
- Vogel, A. I. (2014). *Química analítica práctica*. Pearson.
- ISO/IEC. (2017). *ISO/IEC 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo*. ISO.

9. Mineralogía y Petrografía

Concepto de mineral. Composición química y estructura cristalina. Cristalografía básica. Relación entre estructura cristalina y propiedades del mineral. Formación de minerales. Importancia de la mineralogía en minería y metalurgia.

Propiedades físicas y químicas de los minerales: Propiedades físicas. Propiedades químicas. Propiedades ópticas (introducción conceptual). Aplicación de las propiedades al reconocimiento e identificación de minerales.

Clasificación sistemática de los minerales: Criterios de clasificación mineralógica. Clases principales de minerales. Silicatos. Minerales formadores de roca. Minerales de importancia económica. Relación entre mineralogía y procesos de beneficio.





Introducción a la petrografía: Concepto de roca. Diferencia entre mineral y roca. Procesos de formación de las rocas. Textura y estructura de las rocas. Importancia de la petrografía en minería. Identificación de rocas ígneas: Clasificación de rocas ígneas. Composición mineralógica. Texturas ígneas. Principales rocas ígneas. Relación entre rocas ígneas y mineralización.

Identificación de rocas sedimentarias: Procesos de sedimentación. Clasificación de rocas sedimentarias. Texturas sedimentarias. Principales rocas sedimentarias. Importancia de las rocas sedimentarias en minería e industria.

Identificación de rocas metamórficas: Concepto de metamorfismo. Factores del metamorfismo. Tipos de metamorfismo. Texturas metamórficas. Principales rocas metamórficas. Relación entre metamorfismo y mineralización.

Integración mineralógica–petrográfica aplicada: Reconocimiento macroscópico de minerales y rocas. Uso de claves simples de identificación. Interpretación básica de asociaciones minerales. Relación entre tipo de roca, mineralización y proceso metalúrgico. Elaboración de informes descriptivos de muestras.

Bibliografía

- Klein, C., & Dutrow, B. (2012). *Manual de mineralogía* (23.ª ed.). Wiley.
- Nesse, W. D. (2013). *Introducción a la mineralogía*. Cengage Learning.
- Tarbuck, E. J., Lutgens, F. K., & Tasa, D. (2017). *Ciencias de la Tierra: Una introducción a la geología física*. Pearson.
- Deer, W. A., Howie, R. A., & Zussman, J. (2013). *Minerales formadores de rocas*. Geological Society.

10. Inglés Técnico

Inglés técnico aplicado al ámbito minero-metalúrgico. Importancia del idioma inglés en la industria minera, metalúrgica y tecnológica. Características del discurso técnico-científico en lengua inglesa. Lectura comprensiva de textos técnicos. Estrategias de lectura aplicadas a manuales de equipos, fichas técnicas, hojas de datos, normas y procedimientos operativos. Identificación de la estructura de manuales técnicos: introducción, especificaciones, instrucciones de operación, mantenimiento y seguridad. Interpretación de tablas, diagramas, gráficos y esquemas técnicos en inglés.

Vocabulario técnico específico del procesamiento de minerales. Terminología básica de minería y metalurgia. Léxico técnico vinculado a operaciones de conminución, clasificación, concentración, hidrometalurgia y pirometalurgia. Vocabulario relacionado con equipos, variables de proceso, unidades de medida, seguridad e higiene industrial. Uso de siglas, abreviaturas y símbolos técnicos en inglés.

Traducción técnica. Principios básicos de la traducción técnica. Traducción guiada de fragmentos seleccionados de manuales de equipos minero-metalúrgicos y documentación técnica. Reconocimiento de falsos cognados y estructuras gramaticales frecuentes en textos técnicos.

Redacción de textos breves en inglés técnico. Escritura de resúmenes (abstracts) de informes técnicos y trabajos prácticos. Estructura básica del abstract: objetivo, metodología, resultados y conclusiones. Uso de tiempos verbales y construcciones habituales en la redacción técnica y científica. Adecuación del lenguaje al contexto profesional.

Comprensión y producción integrada. Articulación entre lectura, traducción y escritura. Aplicación del inglés técnico a situaciones propias del ámbito académico y profesional de la minería y los procesos metalúrgicos.

Bibliografía





- Day, R. A., & Gastel, B. (2012). *How to write and publish a scientific paper* (7th ed.). Cambridge University Press.
- Glendinning, E. H., & Glendinning, N. (2011). *Oxford English for careers: Technology 1*. Oxford University Press.
- Hewings, M. (2013). *Cambridge grammar for advanced* (2nd ed.). Cambridge University Press.
- Swales, J. M., & Feak, C. B. (2012). *Academic writing for graduate students: Essential tasks and skills* (3rd ed.). University of Michigan Press.

11. Preparación Mecánica de Minerales

Operaciones de conminución y clasificación de minerales

Conminución de minerales: concepto, objetivos y rol en el procesamiento minero-metalúrgico. Relación entre conminución, liberación mineral y eficiencia de los procesos posteriores. Consumo energético y relevancia económica de la conminución.

Trituración (chancado): principios generales. Etapas de trituración: primaria, secundaria y terciaria. Tipos de trituradoras: de mandíbulas, giratorias, de cono y de impacto. Mecanismos de reducción de tamaño. Variables operativas: tamaño de alimentación, tamaño de producto, relación de reducción, capacidad y desgaste de equipos.

Molienda: objetivos y diferencias con la trituración. Tipos de molinos: de barras, de bolas, autógenos y semiautógenos. Medios de molienda. Variables de operación: velocidad de rotación, carga de medios, porcentaje de sólidos y tiempo de residencia. Distribución granulométrica del producto de molienda.

Mecanismos de fractura de los minerales: compresión, impacto, abrasión y atrición. Propiedades mecánicas de los minerales: dureza, fragilidad y tenacidad. Influencia de la estructura mineralógica y del tamaño de partícula en la fractura.

Leyes de la conminución: fundamentos y aplicación de las leyes de Rittinger, Kick y Bond. Índice de trabajo de Bond. Alcances y limitaciones de las leyes empíricas en el diseño y análisis de circuitos de conminución.

Clasificación por tamaño: objetivos y principios generales. Clasificación en seco y en húmedo. Tamizado: fundamentos, tipos de tamices y zarandas, curvas granulométricas y eficiencia. Clasificación por ciclones: principio de funcionamiento, partes del ciclón, tamaño de corte, variables operativas y eficiencia de clasificación.

Circuitos de preparación de minerales: concepto de circuito de conminución. Circuitos abiertos y cerrados. Integración de trituración, molienda y clasificación. Control del tamaño de partícula. Introducción al balance de masa en circuitos simples de conminución.

Bibliografía:

- Bond, F. C. (1961). *Crushing and grinding calculations*. British Chemical Engineering, 6(6), 378–385.
- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Kelly, E. G., & Spottiswood, D. J. (1982). *Introduction to mineral processing*. John Wiley & Sons.
- Gupta, A., & Yan, D. (2016). *Mineral processing design and operation: An introduction* (2nd ed.). Elsevier.





12. Fisicoquímica de Superficies:

Fisicoquímica de superficies y su aplicación al procesamiento de minerales. Importancia de los fenómenos interfaciales en las operaciones minero-metalúrgicas. Interfaces sólido-líquido y sólido-gas en sistemas industriales.

Fenómenos de superficie. Concepto de superficie e interfase. Energía superficial. Tensión superficial y tensión interfacial. Factores que afectan la tensión superficial. Medición de la tensión superficial. Relevancia de la tensión superficial en sistemas de pulpas minerales y procesos de flotación.

Adsorción. Concepto de adsorción y absorción. Tipos de adsorción: física y química. Isotermas de adsorción (Langmuir y Freundlich). Adsorción de reactivos sobre superficies minerales. Rol de la adsorción en la interacción mineral-reactivo.

Potencial electrocinético. Concepto de carga superficial de los minerales. Origen de la carga en superficies sólidas. Doble capa eléctrica. Potencial zeta. Factores que influyen en el potencial electrocinético: pH, concentración iónica y tipo de electrolito. Importancia del potencial electrocinético en la estabilidad de suspensiones, coagulación y floculación.

Interacciones entre partículas en sistemas dispersos. Fuerzas atractivas y repulsivas. Estabilidad de pulpas minerales. Relación entre potencial electrocinético y comportamiento de partículas finas.

Termodinámica aplicada a superficies e interfaces. Conceptos termodinámicos básicos aplicados a sistemas interfaciales. Energía libre superficial. Trabajo de adhesión y cohesión. Mojabilidad y ángulo de contacto. Termodinámica de interfaces sólido-líquido y sólido-gas. Aplicación de criterios termodinámicos a procesos de flotación, sedimentación y separación sólido-líquido.

Integración de la fisicoquímica de superficies con procesos minero-metalúrgicos. Relación entre propiedades interfaciales, selección de reactivos y eficiencia de los procesos de concentración y separación.

Bibliografía básica

- Fuerstenau, M. C., Jameson, G. J., & Yoon, R. H. (2007). *Froth flotation: A century of innovation*. Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
- Gaudin, A. M. (1957). *Flotation*. McGraw-Hill.
- Hiemenz, P. C., & Rajagopalan, R. (1997). *Principles of colloid and surface chemistry* (3rd ed.). Marcel Dekker.
- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.

13. Operaciones de Separación Sólido-Líquido:

Operaciones de separación sólido-líquido en el procesamiento de minerales. Importancia de la separación sólido-líquido en plantas minero-metalúrgicas. Relación entre separación sólido-líquido, recuperación de agua y eficiencia del proceso.

Teoría de la sedimentación. Concepto de sedimentación. Tipos de sedimentación: libre, impedida y por compresión. Velocidad de sedimentación. Factores que influyen en la sedimentación: tamaño de partícula, densidad, viscosidad del fluido y concentración de sólidos. Espesamiento de pulpas minerales. Principio de funcionamiento de espesadores. Variables operativas en el espesamiento.

Coagulación y floculación. Concepto de coagulación y floculación. Diferencias entre ambos procesos. Mecanismos de agregación de partículas finas. Reactivos coagulantes y floculantes. Selección y dosificación de reactivos. Influencia del pH, la concentración de sólidos y la agitación. Aplicación de la coagulación y floculación en clarificación de aguas y espesamiento de relaves.

Filtración. Principios de la filtración sólido-líquido. Fuerzas impulsoras del proceso. Tipos de filtración: por gravedad, vacío y presión. Tipos de filtros utilizados en minería y metalurgia: filtros





de placas y marcos, filtros prensa, filtros de tambor, filtros de banda y filtros de discos. Características de las tortas de filtración: porosidad, humedad y resistencia. Variables que afectan la eficiencia de la filtración.

Secado de sólidos. Concepto de secado. Humedad libre y humedad ligada. Métodos de secado utilizados en la industria minero-metalúrgica. Factores que influyen en el proceso de secado. Importancia del secado en concentrados minerales.

Manejo de colas o relaves. Características de los relaves mineros. Sistemas de disposición de relaves. Espesamiento y filtrado de relaves. Recuperación y reutilización de agua de proceso. Consideraciones operativas, ambientales y de seguridad en el manejo de colas. Introducción a criterios de gestión sustentable de relaves.

Integración de las operaciones de separación sólido-líquido con el circuito de procesamiento de minerales. Relación con las operaciones de conminución, concentración y gestión ambiental.

Bibliografía básica

- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology: An introduction to the practical aspects of ore treatment and mineral recovery* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Svarovsky, L. (2000). *Solid-liquid separation* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Svarovsky, L. (2001). *Solid-liquid separation in the mining industry*. Society for Mining, Metallurgy & Exploration.
- Kelly, E. G., & Spottiswood, D. J. (1982). *Introduction to mineral processing*. John Wiley & Sons.

14. Estadística y Control de Procesos:

Estadística aplicada a la minería y los procesos metalúrgicos. Rol de la estadística en el análisis, control y optimización de procesos productivos. Datos, variables y tipos de medición en contextos industriales.

Estadística descriptiva. Organización y presentación de datos. Distribución de frecuencias. Tablas y gráficos estadísticos. Medidas de tendencia central y de dispersión. Interpretación de resultados estadísticos en variables de proceso y control de calidad.

Probabilidad aplicada. Conceptos básicos de probabilidad. Eventos y espacio muestral. Distribuciones de probabilidad discretas y continuas. Distribución normal y su aplicación al análisis de procesos industriales. Variabilidad natural de los procesos productivos.

Control estadístico de procesos. Concepto de proceso bajo control estadístico. Variación común y variación asignable. Control estadístico de la calidad. Gráficos de control para variables y atributos. Interpretación de gráficos de control. Detección de desvíos y acciones correctivas. Aplicación del control estadístico en plantas minero-metalúrgicas y laboratorios.

Diseño de experimentos básicos. Principios del diseño experimental. Variables de entrada y de respuesta. Factores y niveles. Diseño de experimentos simples para la mejora de procesos. Aplicación del diseño experimental a operaciones mineras y metalúrgicas.

Análisis de varianza (ANOVA). Concepto y fundamentos del ANOVA. Comparación de medias. Interpretación de resultados del análisis de varianza. Aplicación del ANOVA a la optimización de variables de proceso y evaluación de mejoras operativas.

Integración de la estadística con el control y la optimización de procesos. Uso de herramientas estadísticas para la toma de decisiones técnicas, el aseguramiento de la calidad y la mejora continua en el ámbito minero-metalúrgico.





Bibliografía

- Montgomery, D. C. (2013). *Introduction to statistical quality control* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Miller, J. N., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry* (7th ed.). Pearson.
- Chapman, S. J. (2014). *Statistics for engineering and the sciences* (6th ed.). McGraw-Hill.

15. Relaciones Humanas y Ética Profesional:

Ética profesional en el ámbito minero-metalúrgico. Concepto de ética y deontología profesional. Responsabilidad técnica en la toma de decisiones operativas. Confidencialidad de la información técnica y productiva. Cumplimiento normativo y marco legal en la actividad minera. Conducta profesional frente a riesgos laborales y ambientales. Integridad, honestidad y compromiso con la calidad y la seguridad industrial.

Relaciones humanas en organizaciones industriales. Dinámica de grupos en plantas minero-metalúrgicas. Comunicación interpersonal en entornos técnicos. Roles formales e informales dentro de equipos de trabajo. Liderazgo técnico y operativo. Estilos de liderazgo. Coordinación de tareas en contextos productivos. Trabajo colaborativo e interdisciplinario.

Comunicación asertiva en contextos laborales. Escucha activa. Retroalimentación constructiva. Comunicación oral y escrita en situaciones operativas. Manejo de situaciones críticas. Resolución de conflictos en entornos industriales. Técnicas de negociación y mediación básica. Gestión de tensiones en equipos de trabajo.

Responsabilidad social empresarial (RSE) en minería. Desarrollo sostenible y actividad extractiva. Impacto social y ambiental de la minería. Relación con comunidades locales. Buenas prácticas corporativas. Transparencia y compromiso socioambiental. Cultura organizacional orientada a la seguridad y al cuidado del ambiente.

Ética aplicada a la seguridad, calidad y ambiente. Cultura de prevención. Compromiso con estándares de calidad. Actuación profesional ante incidentes y contingencias. Toma de decisiones responsables en contextos de presión productiva.

Bibliografía

- Cortina, A. (2013). *¿Para qué sirve realmente la ética?* Paidós.
- Chiavenato, I. (2009). *Comportamiento organizacional: La dinámica del éxito en las organizaciones* (2.ª ed.). McGraw-Hill.
- Hellriegel, D., & Slocum, J. W. (2011). *Comportamiento organizacional* (13.ª ed.). Cengage Learning.
- ICMM. (2020). *Mining principles and performance expectations*. International Council on Mining and Metals.
- Kliksberg, B. (2011). *Ética para empresarios*. Temas Grupo Editorial.

16. Práctica Profesionalizante II: Procesos Metalúrgicos

Operación supervisada de equipos de planta a escala piloto en procesos de conminución, concentración y extracción metalúrgica. Reconocimiento estructural y funcional de equipos de trituración, molienda, clasificación, flotación, espesamiento, filtración, lixiviación y sistemas de electro-obtención. Identificación de componentes principales, sistemas de alimentación, descarga, control y seguridad. Procedimientos de puesta en marcha, estabilización operativa y detención programada y de emergencia. Coordinación de tareas en equipo durante la operación.





Control y seguimiento de variables operativas críticas: pH, potencial redox, conductividad, densidad de pulpa, porcentaje de sólidos, granulometría, caudales, temperatura, presión y tiempos de residencia. Uso de instrumentos de medición y sensores. Registro e interpretación de datos de proceso. Análisis del comportamiento del circuito ante variaciones operativas. Relación entre variables de proceso y eficiencia metalúrgica (recuperación y ley de concentrado).

Aplicación de protocolos de seguridad industrial en operaciones metalúrgicas. Identificación y evaluación de riesgos físicos, químicos, mecánicos y térmicos. Manejo seguro de reactivos y soluciones. Uso correcto de elementos de protección personal (EPP). Procedimientos ante derrames, incendios, fallas eléctricas y contingencias operativas. Cultura de seguridad y prevención de accidentes.

Registro sistemático de datos operativos y elaboración de informes técnicos. Uso de planillas y sistemas digitales de control. Aplicación de criterios básicos de control de calidad en procesos metalúrgicos. Detección de desviaciones operativas. Análisis preliminar de causas y formulación de propuestas de mejora técnica y optimización del proceso.

Bibliografía

- Davenport, W. G., King, M., Schlesinger, M., & Biswas, A. (2011). *Extractive metallurgy of copper* (5th ed.). Elsevier.
- Gupta, A., & Yan, D. (2016). *Mineral processing design and operation* (2nd ed.). Elsevier.
- Habashi, F. (1999). *Textbook of hydrometallurgy*. Métallurgie Extractive Québec.
- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
- ICMM. (2020). *Good practice guidance on occupational health and safety*. ICMM.

17. Hidrometalurgia y Pirometalurgia

Hidrometalurgia. Fundamentos químicos de los procesos hidrometalúrgicos. Reacciones de disolución y equilibrio químico en sistemas acuosos. Lixiviación: principios fisicoquímicos, mecanismos de transferencia de masa y cinética de reacción. Lixiviación ácida, alcalina y en medio salino. Variables operativas: pH, temperatura, concentración de reactivos, tamaño de partícula y tiempo de contacto. Lixiviación en pilas, en tanques agitados y a presión.

Purificación y concentración de soluciones. Métodos de separación selectiva: precipitación química, cementación, extracción por solventes e intercambio iónico. Equilibrios de distribución y selectividad. Control de impurezas y recuperación de metales valiosos. Electro-obtención y electro-refinación: principios electroquímicos, leyes de Faraday, eficiencia de corriente, consumo energético y control de calidad del cátodo. Aplicación de procesos hidrometalúrgicos en la extracción de litio a partir de salmueras y de cobre mediante lixiviación y SX-EW.

Pirometalurgia. Fundamentos térmicos y termodinámicos aplicados a procesos metalúrgicos de alta temperatura. Diagramas de equilibrio y reacciones de oxidación-reducción. Calcinación y tostación: objetivos, transformaciones químicas y control de emisiones. Procesos de reducción y fusión. Fundición y conversión: formación de escorias, separación metal-escoria y refinación primaria. Balance térmico básico y eficiencia energética. Emisiones gaseosas en procesos térmicos: control de gases, captura de partículas y tratamiento ambiental. Seguridad operativa en procesos de alta temperatura.

Bibliografía

- Habashi, F. (1999). *Textbook of hydrometallurgy*. Métallurgie Extractive Québec.
- Davenport, W. G., et al. (2011). *Extractive metallurgy of copper* (5th ed.). Elsevier.
- Biswas, A. K., & Davenport, W. G. (2013). *Extractive metallurgy of copper* (6th ed.). Elsevier.





- Gupta, C. K., & Mukherjee, T. K. (2007). *Hydrometallurgy in extraction processes*. CRC Press.
- Rosenqvist, T. (2004). *Principles of extractive metallurgy*. Tapir Academic Press.

18. Concentración de Minerales

Fundamentos de separación física aplicados al procesamiento de minerales. Concepto de liberación mineral y su relación con la eficiencia de separación. Propiedades físicas y fisicoquímicas utilizadas en los procesos de concentración: densidad, tamaño de partícula, susceptibilidad magnética, conductividad eléctrica y propiedades superficiales.

Flotación de minerales. Principios fisicoquímicos de la separación por flotación. Hidrofobicidad e hidrofiliidad de las superficies minerales. Fenómenos de adsorción de reactivos en la interfase sólido-líquido-gas. Reactivos de flotación: colectores, espumantes y modificadores (activadores, depresores y reguladores de pH). Preparación y dosificación de reactivos. Variables operativas: pH, potencial redox, granulometría, densidad de pulpa, aireación, tiempo de residencia y agitación. Diseño básico y operación de circuitos de flotación: rougher, cleaner y scavenger. Evaluación de desempeño mediante recuperación y ley de concentrado.

Concentración gravimétrica. Principios de separación por diferencia de densidad. Equipos utilizados: mesas vibratorias, jigs y concentradores centrífugos. Parámetros de operación y control de variables. Aplicaciones en minerales metálicos y no metálicos.

Separación magnética y electrostática. Fundamentos físicos de cada método. Clasificación de equipos de separación magnética de baja y alta intensidad. Separadores electrostáticos y su aplicación en minerales conductores y no conductores. Criterios de selección del método según características del mineral.

Parámetros de eficiencia en circuitos de concentración. Balances de masa y metalúrgicos. Cálculo de recuperación, ley, razón de enriquecimiento y pérdidas en colas. Interpretación de resultados y análisis de desviaciones operativas para la optimización del proceso.

Bibliografía

- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.
- Fuerstenau, M. C., & Han, K. N. (2003). *Principles of mineral processing*. SME.
- Gaudin, A. M. (1957). *Flotation*. McGraw-Hill.
- Kelly, E. G., & Spottiswood, D. J. (1982). *Introduction to mineral processing*. Wiley.
- Napier-Munn, T. J., et al. (1996). *Mineral comminution circuits*. JKMRRC.

19. Análisis Instrumental en Laboratorio

Fundamentos del análisis instrumental aplicado a muestras minerales, concentrados, soluciones de proceso y salmueras. Principios físicos y químicos de las técnicas instrumentales. Importancia del análisis instrumental en el control de procesos metalúrgicos y aseguramiento de la calidad.

Espectroscopía de absorción atómica (AAS). Principios de emisión y absorción atómica. Atomización en llama y en horno de grafito. Fuentes de radiación y monocromadores. Interferencias espectrales y químicas. Preparación de muestras y digestión ácida. Construcción e interpretación de curvas de calibración. Límites de detección y cuantificación. Precisión, exactitud y control de calidad analítica. Cromatografía iónica aplicada al análisis de salmueras y soluciones de proceso. Principios de separación por intercambio iónico. Identificación y cuantificación de cationes y aniones de interés (litio, sodio, potasio, cloruros, sulfatos, etc.). Preparación y filtrado de muestras. Interpretación de cromatogramas. Aplicaciones en control de procesos de extracción de litio.





Fluorescencia de rayos X (FRX). Fundamentos físicos de excitación y emisión. Análisis cualitativo y cuantitativo de elementos en muestras sólidas. Preparación de pastillas y perlas fundidas. Control de interferencias.

Difracción de rayos X (DRX). Principios de difracción y estructura cristalina. Identificación de fases minerales. Interpretación básica de difractogramas. Aplicación en caracterización mineralógica y control de calidad de productos.

Calibración, validación y aseguramiento de calidad en métodos instrumentales. Curvas de calibración, blancos, patrones y materiales de referencia certificados. Repetibilidad, reproducibilidad y estimación de incertidumbre. Trazabilidad de resultados. Registro y gestión de datos analíticos conforme a estándares de calidad de laboratorio.

Bibliografía

- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2018). *Principios de análisis instrumental* (6.ª ed.). Cengage Learning.
- Harris, D. C. (2016). *Análisis químico cuantitativo* (9.ª ed.). Reverté.
- Christian, G. D. (2004). *Analytical chemistry* (6th ed.). Wiley.
- Rouessac, F., & Rouessac, A. (2007). *Chemical analysis: Modern instrumentation methods*. Wiley.
- Miller, J. N., & Miller, J. C. (2018). *Statistics and chemometrics for analytical chemistry* (7th ed.). Pearson.

20. Legislación Minera y Gestión Ambiental

Marco jurídico de la actividad minera en la República Argentina. Principios constitucionales vinculados a los recursos naturales. Dominio originario de las provincias sobre los recursos minerales. Código de Minería de la Nación: estructura, alcance y principios generales. Régimen de concesiones, cateo, exploración y explotación. Derechos y obligaciones del concesionario. Servidumbres mineras. Canon y régimen de caducidad. Autoridades de aplicación a nivel nacional y provincial.

Ley de Protección Ambiental para la Actividad Minera. Instrumentos de gestión ambiental en minería. Declaración de impacto ambiental (DIA). Informe de impacto ambiental (IIA). Evaluación de impacto ambiental (EIA). Procedimientos administrativos y control estatal. Régimen sancionatorio y responsabilidades legales.

Gestión ambiental minera. Principios de desarrollo sostenible aplicados a la actividad extractiva. Identificación, evaluación y mitigación de impactos ambientales en las distintas etapas del proyecto minero: exploración, explotación y cierre. Planes de manejo ambiental. Planes de cierre y post-cierre de mina. Restauración y remediación ambiental.

Normativa aplicable a residuos, efluentes líquidos y emisiones gaseosas en procesos minero-metalúrgicos. Gestión integral de relaves y pasivos ambientales. Estándares internacionales y buenas prácticas (ICMM, estándares globales de relaves). Monitoreo ambiental y control de cumplimiento normativo.

Responsabilidad ambiental y social empresaria en minería. Relación con comunidades locales y pueblos originarios. Participación ciudadana en procesos de evaluación ambiental. Transparencia, licencia social y gobernanza ambiental en proyectos mineros.

Bibliografía

- Código de Minería de la Nación Argentina (texto actualizado).
- Ley 24.585 de Protección Ambiental para la Actividad Minera.





- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Gestión ambiental en actividades extractivas*.
- ICMM. (2021). *Global industry standard on tailings management*.
- Sabsay, D. (2012). *Derecho ambiental*. La Ley.

21. Metodología de la Investigación Industrial

Fundamentos del método científico aplicado al ámbito industrial y metalúrgico. Etapas del proceso de investigación: identificación y delimitación de problemas técnicos, formulación de preguntas de investigación e hipótesis de trabajo. Variables dependientes e independientes. Diseño experimental básico aplicado a procesos industriales. Ensayos controlados y pruebas piloto. Recolección sistemática de datos. Registro, organización y análisis preliminar de resultados. Interpretación de datos en función de objetivos productivos y criterios técnicos.

Herramientas para la búsqueda y gestión de información técnica. Identificación de fuentes bibliográficas especializadas en minería y metalurgia. Uso de bases de datos científicas y técnicas. Normas técnicas nacionales e internacionales (IRAM, ISO, ASTM). Introducción a la búsqueda y análisis de patentes industriales. Evaluación de confiabilidad y pertinencia de la información técnica. Estructura de proyectos técnicos e industriales. Formulación de objetivos generales y específicos. Justificación técnica y económica de propuestas de mejora. Planificación metodológica. Evaluación de viabilidad técnica preliminar. Presentación de resultados y conclusiones. Elaboración de informes técnicos estructurados y presentación oral de proyectos. Propuestas de optimización de procesos productivos basadas en evidencia.

Ética en la investigación industrial. Integridad en el manejo de datos. Confidencialidad de información técnica y propiedad intelectual. Responsabilidad profesional en la comunicación de resultados.

Bibliografía

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). Wiley.
- Day, R. A., & Gastel, B. (2012). *How to write and publish a scientific paper* (7th ed.). Cambridge University Press.
- Booth, W. C., Colomb, G. G., & Williams, J. M. (2016). *The craft of research* (4th ed.). University of Chicago Press.
- ISO. (2015). *ISO 9001: Quality management systems – Requirements*.

22. Práctica Profesionalizante III: Proyecto e Inserción

Inserción progresiva en entornos reales o simulados de trabajo en plantas de procesamiento de minerales y laboratorios metalúrgicos. Participación supervisada en actividades operativas, control de procesos y resolución de situaciones técnicas concretas. Aplicación integrada de conocimientos de conminución, concentración, hidrometalurgia, control de calidad y seguridad industrial.

Análisis de problemas operativos en planta. Identificación de desvíos de variables de proceso. Interpretación de indicadores de eficiencia metalúrgica. Propuestas de ajuste operativo bajo criterios técnicos, de seguridad y ambientales.

Desarrollo de informes de desempeño profesional. Registro sistemático de actividades realizadas. Evaluación de competencias técnicas, organizacionales y éticas. Reflexión sobre el rol profesional en contextos industriales.





Bibliografía

- Bannister, A., Raymond, S., & Baker, R. (1998). *Surveying* (7th ed.). Longman.
- Davenport, W. G., et al. (2011). *Extractive metallurgy of copper* (5th ed.). Elsevier.
- Gupta, A., & Yan, D. (2016). *Mineral processing design and operation* (2nd ed.). Elsevier.
- ICMM. (2020). *Mining principles and performance expectations*. ICMM.
- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.

23. Automatización y Control Industrial

Fundamentos de automatización industrial aplicados a plantas minero-metalúrgicas. Concepto de sistema de control. Diferencia entre lazo abierto y lazo cerrado. Variables de proceso: variables manipuladas, controladas y perturbaciones. Instrumentación industrial básica y su integración en procesos de conminución, concentración, lixiviación y electro-obtención. Señales analógicas y digitales. Diagramas de proceso e instrumentación (P&ID).

Sensores industriales. Principios de medición de presión, temperatura, nivel y caudal. Sensores de pH y conductividad en soluciones de proceso. Selección y ubicación de sensores en circuitos metalúrgicos. Calibración básica y verificación operativa. Transmisores de señal y acondicionamiento. Actuadores eléctricos, neumáticos e hidráulicos: válvulas de control, motores, bombas y sistemas de accionamiento. Elementos finales de control y su relación con la estabilidad del proceso.

Introducción a los controladores lógicos programables (PLC). Arquitectura básica: unidad central de procesamiento (CPU), módulos de entrada y salida digitales y analógicas, fuentes de alimentación y comunicación. Principios de programación elemental mediante lógica de contactos (ladder). Temporizadores, contadores y secuencias básicas. Control secuencial y automatización de operaciones unitarias. Aplicaciones prácticas en arranque y parada de molinos, control de celdas de flotación, regulación de pH y control de corriente en electro-obtención.

Sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition). Principios de supervisión y adquisición de datos. Monitoreo remoto de variables críticas. Interfaces hombre-máquina (HMI). Registro histórico de datos y tendencias. Gestión de alarmas y eventos. Integración de PLC y sistemas SCADA para optimización de procesos productivos, mejora de eficiencia energética y reducción de riesgos operativos.

Seguridad y confiabilidad en sistemas automatizados. Introducción a redundancia, mantenimiento preventivo y diagnóstico básico de fallas en sistemas de control industrial.

Bibliografía

- Bolton, W. (2015). *Programmable logic controllers* (6th ed.). Newnes.
- Boylestad, R. (2013). *Electronic devices and circuit theory*. Pearson.
- Dunn, W. C. (2014). *Introduction to instrumentation and control*. Artech House.
- Petruzella, F. D. (2017). *Programmable logic controllers* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Smith, C. A., & Corripio, A. B. (2006). *Principles and practice of automatic process control* (3rd ed.). Wiley.

24. Gestión de Calidad y Normas ISO

Fundamentos de la gestión de calidad en procesos industriales y metalúrgicos. Evolución del concepto de calidad. Calidad del producto, del proceso y del sistema de gestión. Enfoque basado en





procesos y pensamiento basado en riesgos. Gestión por procesos en plantas minero-metalúrgicas. Mejora continua como estrategia organizacional.

Norma ISO 9001: estructura de alto nivel. Principios de gestión de la calidad. Contexto de la organización, liderazgo y planificación. Gestión de recursos, competencia y capacitación. Control operacional y seguimiento del desempeño. Documentación del sistema de gestión. Indicadores de desempeño y análisis de resultados.

Sistema de gestión ambiental según ISO 14001. Identificación de aspectos e impactos ambientales en actividades mineras y metalúrgicas. Evaluación de riesgos ambientales. Cumplimiento legal y objetivos ambientales. Programas de mitigación y control. Integración del sistema de gestión ambiental con la operación productiva.

Auditorías internas y externas. Planificación, ejecución y elaboración de informes de auditoría. Técnicas de auditoría. Identificación de no conformidades. Acciones correctivas y preventivas. Ciclo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar) como herramienta de mejora continua.

Norma ISO/IEC 17025 para laboratorios de ensayo y calibración. Requisitos de competencia técnica. Validación y verificación de métodos analíticos. Trazabilidad metrológica. Control de calidad interno y externo. Gestión de documentación, registros y aseguramiento de la confiabilidad de los resultados analíticos.

Integración de sistemas de gestión de calidad, ambiente y competencia técnica en contextos industriales minero-metalúrgicos.

Bibliografía

- Evans, J. R., & Lindsay, W. M. (2014). *Managing for quality and performance excellence*. Cengage Learning.
- ISO. (2015). *ISO 9001: Quality management systems – Requirements*.
- ISO. (2015). *ISO 14001: Environmental management systems – Requirements*.
- ISO. (2017). *ISO/IEC 17025: General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*.
- Juran, J. M., & Godfrey, A. B. (1999). *Juran's quality handbook*. McGraw-Hill.

25. Proyecto Final Integrador

Integración de conocimientos científicos, tecnológicos y prácticos adquiridos durante la carrera. Identificación de una problemática técnica vinculada al procesamiento de minerales o control de procesos metalúrgicos.

Formulación de objetivos, marco teórico y justificación técnica. Diseño metodológico aplicado a mejora de procesos, estudio de caso industrial o propuesta de optimización operativa. Recolección y análisis de datos técnicos. Evaluación preliminar de viabilidad técnica y operativa.

Elaboración de informe técnico final estructurado. Presentación escrita conforme a normas académicas y técnicas. Defensa oral ante tribunal evaluador. Argumentación técnica y análisis crítico de resultados.

Bibliografía

- Booth, W. C., Colomb, G. G., & Williams, J. M. (2016). *The craft of research* (4th ed.). University of Chicago Press.
- Day, R. A., & Gastel, B. (2012). *How to write and publish a scientific paper* (7th ed.). Cambridge University Press.
- Hernández Sampieri, R., et al. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments* (9th ed.). Wiley.





- Wills, B. A., & Finch, J. (2016). *Wills' mineral processing technology* (8th ed.). Butterworth-Heinemann.

10. METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA Y EVALUACIÓN

10.1. Enfoque metodológico general

La Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales adopta una metodología de enseñanza coherente con su carácter tecnológico, aplicado y profesionalizante, orientada al desarrollo progresivo de las competencias definidas en el perfil del egresado.

El proceso de enseñanza y aprendizaje se concibe como un trayecto formativo integrado, que articula de manera sistemática:

- conocimientos científicos y tecnológicos,
- procedimientos técnicos propios del campo minero–metalúrgico,
- actitudes profesionales vinculadas a la seguridad, la calidad, la ética y la sustentabilidad.

La propuesta metodológica prioriza la vinculación entre los contenidos curriculares y los contextos reales de desempeño profesional, tales como plantas de procesamiento de minerales, laboratorios metalúrgicos, sistemas de control de procesos y entornos industriales asociados.

La formación se estructura bajo un enfoque por competencias, entendidas como la capacidad de movilizar saberes teóricos, habilidades técnicas y criterios profesionales para resolver situaciones propias del ámbito laboral, conforme a estándares técnicos, normativos y de seguridad vigentes.

Estrategias de enseñanza

Las estrategias de enseñanza se seleccionan en función de los objetivos formativos de la carrera y del nivel de tecnicatura universitaria, garantizando la pertinencia, gradualidad y aplicabilidad de los aprendizajes.

Se emplean, de manera integrada, las siguientes estrategias:

- **Clases teórico–prácticas**, orientadas a la introducción, análisis y contextualización de los fundamentos científicos y tecnológicos que sustentan los procesos minero–metalúrgicos.
- **Actividades prácticas de laboratorio y planta**, destinadas a la aplicación de procedimientos técnicos, el manejo de equipamiento, el control de variables operativas y la resolución de problemas técnicos simples.
- **Resolución de situaciones problemáticas y análisis de casos**, basados en escenarios reales o simulados del ámbito minero–metalúrgico, que favorecen el razonamiento técnico y la toma de decisiones.





- **Talleres y trabajos prácticos integradores**, especialmente en los espacios de Práctica Profesionalizante, con énfasis en la aplicación de normas operativas, protocolos de seguridad, criterios de calidad y gestión ambiental.
- **Actividades de trabajo colaborativo**, que promueven el desarrollo de competencias comunicacionales, organizacionales y de trabajo en equipo, propias del desempeño profesional.
- Estas estrategias aseguran una **participación activa del estudiante**, en consonancia con los lineamientos de formación centrada en el aprendizaje y la adquisición efectiva de competencias.

Articulación entre teoría y práctica

La carrera garantiza una articulación sistemática y progresiva entre teoría y práctica a lo largo de todo el trayecto formativo. Los contenidos teóricos se abordan como fundamento conceptual indispensable para comprender, justificar y optimizar las prácticas técnicas desarrolladas en laboratorios, plantas piloto o simuladas.

Las Prácticas Profesionalizantes I, II y III constituyen un eje estructurante del diseño curricular, permitiendo la incorporación gradual de competencias vinculadas a:

- operaciones de laboratorio y planta,
- procesos de preparación, concentración y extracción metalúrgica,
- control de procesos y análisis de variables operativas,
- aplicación de normas de seguridad, calidad y ambiente.

El Proyecto Final Integrador asegura la integración de los saberes adquiridos, mediante el abordaje de una problemática técnica concreta, fortaleciendo la vinculación con el campo profesional y la inserción laboral del egresado.

Modalidad de cursado y entornos virtuales

En coherencia con la modalidad **híbrida** de la carrera, la propuesta metodológica combina instancias presenciales y virtuales de manera planificada y complementaria.

- Las **instancias presenciales** se destinan prioritariamente al desarrollo de prácticas técnicas, actividades de laboratorio, talleres aplicados y evaluaciones de desempeño.
- Las **instancias virtuales** se orientan al acceso a contenidos teóricos, materiales de estudio, actividades de seguimiento y apoyo al aprendizaje.





El uso de entornos virtuales se concibe como un recurso pedagógico complementario, que fortalece la organización del proceso formativo sin sustituir las actividades presenciales indispensables para la adquisición de competencias técnicas.

Rol docente y del estudiante

El docente cumple un rol de planificación, orientación, acompañamiento y evaluación del proceso de enseñanza y aprendizaje, asegurando la coherencia entre objetivos, contenidos, estrategias metodológicas y criterios de evaluación.

El estudiante es considerado un sujeto activo de su formación, responsable de la adquisición progresiva de conocimientos, habilidades técnicas y actitudes profesionales, desarrollando autonomía, responsabilidad y compromiso con la calidad y la seguridad en el desempeño técnico.

10.2. EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES

Enfoque de evaluación

De acuerdo con el modelo institucional de la Universidad Provincial de Administración, Tecnología y Oficios (UPATecO), la evaluación de los aprendizajes en la Tecnicatura Universitaria en Procesamiento de Minerales se concibe como un proceso continuo, formativo e integral, orientado a la verificación del logro de competencias profesionales.

La evaluación se estructura a partir de normas de competencia, que definen para cada espacio curricular:

- los objetivos de aprendizaje,
- los criterios de desempeño,
- las evidencias observables de logro.

Estas normas permiten verificar la capacidad del estudiante para desempeñarse en contextos reales o simulados de trabajo minero–metalúrgico, bajo estándares de seguridad, calidad, eficiencia y normativa vigente.

Ejes de la evaluación integral

La evaluación se organiza en torno a cuatro ejes articulados, en correspondencia con el perfil del egresado:

a) Fundamentos científicos y tecnológicos (Saber)

Comprensión y aplicación de los principios de química, física, matemática, mineralogía y estadística que sustentan los procesos minero–metalúrgicos.





b) Dominio operativo y técnico (Saber hacer)

Ejecución adecuada de procedimientos técnicos, operaciones de laboratorio y planta, control de variables y uso de equipamiento conforme a protocolos establecidos.

c) Gestión de calidad, seguridad y normativa (Saber hacer con estándares)

Aplicación de normas de calidad, seguridad e higiene laboral, gestión ambiental y trazabilidad de registros técnicos y productivos.

d) Desempeño profesional y ético (Saber ser)

Trabajo en equipo, comunicación técnica efectiva, responsabilidad profesional, ética y compromiso con la sustentabilidad.

Evidencias de evaluación

Las evidencias constituyen la base objetiva de la evaluación y se organizan en:

- **Evidencias de conocimiento:** pruebas escritas, informes y producciones que acreditan la comprensión conceptual.
- **Evidencias de desempeño:** observación directa de prácticas, procedimientos y operaciones técnicas.
- **Evidencias de producto:** informes técnicos, registros operativos, resultados de análisis y documentación elaborada por el estudiante.

Cada evidencia se vincula de manera explícita con una competencia específica, garantizando transparencia, objetividad y trazabilidad del proceso evaluativo.

