



Programa de Especialización  
**Mineralurgia y  
Metalurgia Extractiva**



Programa de Especialización

# Mineralurgia y Metalurgia Extractiva

La **Mineralurgia y Metalurgia Extractiva** son partes importantes de la actividad minera, y por lo tanto, determina el éxito económico del negocio minero. Tecsup ofrece un Programa de Especialización de alta calidad, a fin de actualizar los avances y las tecnologías emergentes del procesamiento de minerales. De esta manera, se tendrá la ocasión de conocer y discutir sobre nuevas aplicaciones tecnológicas en equipos, operaciones y procesos metalúrgicos, aportando a los participantes nuevas ideas y conceptos innovadores.

La evolución de las diversas tecnologías en el procesamiento de minerales y la capacidad de utilizarlas con idoneidad, es la base de la ventaja comparativa para que las empresas mineras puedan optimizar los procesos de recuperación de minerales, con satisfactorios márgenes de productividad en todos y cada uno de los procesos que comprende las operaciones de beneficio en las plantas metalúrgicas.

Este Programa de Especialización ofrece a los participantes el desarrollo de los temas que les permita desarrollarse y perfeccionarse en el uso de tecnologías modernas de la Mineralurgia y Metalurgia Extractiva, que se aplican en el manejo de plantas de procesamiento de minerales.

## Dirigido a

- Egresados de carreras de Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Química, Geología y carreras universitarias afines al sector minero.

## Objetivos

- Conocer y aplicar diversos métodos de tratamiento de minerales.
- Diferenciar la aplicación de las tecnologías de procesamiento en plantas concentradoras y de lixiviación.
- Diseñar el proceso de molienda mediante simulación de operaciones en circuitos molino clasificador.
- Reconocer los conceptos fundamentales en el diseño de plantas hidrometalúrgicas con especial incidencia en plantas de procesamiento de minerales de cobre y auríferas.
- Aplicar los conocimientos adquiridos en pruebas de laboratorio y planta piloto.

# Programa de Especialización

# Mineralurgia y Metalurgia Extractiva

## Estructura

El programa consta de ocho (8) cursos distribuidos en dos módulos. Las actividades de algunos cursos incluyen sesiones de teoría y práctica.

### Módulo 1 Mineralurgia



#### ***Geometalurgia y Mineralogía Aplicada (24 horas)***

Los minerales. Las rocas. Los yacimientos metálicos de las minas peruanas. Factores mineralógicos en el procesamiento de los minerales no metálicos en Perú. Mineralogía aplicada. Configuración geológica de yacimientos minerales. Instrumentación básica para evaluaciones mineralógicas. Diseño de experimentos con técnicas estadísticas en los procesos metalúrgicos. Muestreo de Minerales. Modelos geometalúrgicos. Aplicaciones.

#### ***Tópicos de Molienda (32 horas)***

Tipos de circuito de molienda. La potencia. Efectos en el molino. Balances de circuitos de molienda. Interacciones molienda-clasificación. El desgaste de medios de molienda. Molienda SAG. Trabajo practico en Software Moly-Cop Tools.

#### ***Tópicos de Flotación de Minerales (24 horas)***

Estadística descriptiva y su aplicación en el proceso de flotación. Fundamentos de la flotación: Físicoquímica y cinética de flotación de minerales. Reactivos de flotación. Maquinarias y equipos. Control de parámetros. Flotación de minerales complejos y plantas de flotación en el Perú. Circuitos de flotación. Microscopía aplicada a la flotación. Balances Metalúrgicos.

#### ***Automatización de Plantas Hidrometalúrgicas (16 horas)***

Variables operativas en una planta concentradora. Influencia sobre la eficiencia del proceso y su control. Ventajas de la automatización en plantas concentradoras. Formas de medición de las variables de los procesos. Equipos y sistemas de control utilizados en plantas concentradoras. Supervisión de una planta por medio de computadoras.

## Módulo 2

# Metalurgia Aplicada



### ***Tópicos de Hidrometalurgia (24 horas)***

Introducción a la hidrometalurgia. La reacción de lixiviación de metales. Fundamentos termodinámicos. Cinética de reacciones: Etapas de una reacción, difusión. Reacciones electroquímicas. Fundamentos y aplicaciones e interpretación de los diagramas Eh-pH. Procesos de recuperación desde soluciones lixiviadas. Técnicas electroquímicas. Nuevas tendencias en la hidrometalurgia de los metales.

### ***Aplicaciones de la Hidrometalurgia (24 horas)***

Técnicas hidrometalúrgicas de lixiviación y recuperación de metales de cobre, oro, plata, y zinc. Lixiviación por agitación y por percolación. Lixiviación en pilas, botaderos, vat leaching. Diseños en el pad de lixiviación. Procesos de recuperación de metales: Extracción por solventes, tecnología del carbón activado y proceso Merrill Crowe. Procesamiento de minerales auríferos refractarios.

### ***Procedimientos en Laboratorio y Planta Piloto (24 horas)***

Técnicas prácticas de flotación de minerales monometálicos y polimetálicos a nivel laboratorio. Preparación y dosificación de reactivos. Flotación de minerales en planta piloto. Balances metalúrgicos. Cianuración por agitación y cianuración en columna. Control y consumo de reactivos. Balance de materia.

### ***Diseño de Plantas Hidrometalúrgicas (32 horas)***

Introducción al procesamiento de minerales oxidados y marginales de cobre y oro. Revisión de aspectos básicos sobre balance de materiales y elementos. Experimentación metalúrgica. Caso 2: Lixiviación ácida de minerales oxidados de cobre- extracción por solventes- electro deposición. Caso 3: Lixiviación, por cianuración en pilas, de minerales oxidados auríferos- carbón en columnas- electro deposición. Caso 4: Lixiviación, por cianuración en tanques agitados, de minerales oxidados auríferos - lavado en contracorriente - Merrill Crowe. Conclusiones y recomendaciones.

# Programa de Especialización Mineralurgia y Metalurgia Extractiva

## Plana Docente

### Denis Lingan Vásquez

Ingeniero Metalúrgico con 15 años de experiencia en investigación y operaciones de planta en el campo de la metalurgia extractiva del oro. Es diplomado en Gerencia de Proyectos, PMI en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Posee una amplia experiencia en el diseño de plantas de Lixiviación en pilas para la extracción de oro, incluyendo columnas de adsorción, plantas de desorción de carbón activado, plantas Merrill Crowe, reactivación térmica del carbón y plantas de refinación de oro y plata, procesamiento de minerales poli metálicos y ejecución de proyectos de ingeniería en procesos metalúrgicos, usando la metodología del PMI (Project Management Institute). Ha laborado en SGS y Heap Leaching Consulting (HLC). Actualmente es ingeniero de proyectos en Buenaventura Ingenieros S.A. y docente de Tecsup.

### José Manzaneda Cabala

Ingeniero Metalúrgico con estudios de Maestría en la especialidad de procesamiento de minerales, microscopía y diseño experimental. Posee una sólida y amplia experiencia en plantas concentradora poli metálicas y experiencia práctica en el desarrollo de nuevas técnicas de flotación diferencial, separación de contaminantes como manganeso y pirrotita y desarrollo de nuevos conceptos en la separación plomo-cobre. Se ha desempeñado en diferentes plantas de procesamiento de minerales en el Perú destacando Compañía Minera Santa Luisa, Compañía Mineral El Brocal, Empresa Minera Izcaycruz y Compañía Minera Atacocha. Ha recibido cursos de capacitación internacional en países como Finlandia, México y Colombia.

### Rosa Coronado Falcón

Ingeniero Metalúrgico con estudios de postgrado en Elaboración de Proyectos y Medio Ambiente en la Universidad de Concepción de Chile. Ha cursado un Programa de Especialización en Gestión de Calidad y Auditoría Ambiental. Es consultora en proyectos de investigación y ha laborado en el instituto de Investigaciones Tecnológicas en la Universidad de Concepción Chile. También laboró en la Compañía Minera Poderosa y la Compañía Minera San Nicolás. Actualmente ejerce la docencia en la Unidad de Post grado de la Universidad San Marcos.

### Jorge Castillo Migone

Ingeniero Metalúrgico. Investigador en el área del procesamiento de los minerales. Con experiencia laboral en investigación metalúrgica y en plantas de beneficio de minerales. Estudios de especialización en Gestión Ambiental y Recursos Naturales en la Universidad Politécnica de Madrid (CEPADE). Ha participado en programas de capacitación y pasantías en las Unidades Mineras de Cuajone, Pierina y Yanacocha. Ha laborado en el departamento de Investigaciones metalúrgicas del Banco Minero. Actualmente es docente de los cursos de Metalurgia Extractiva y Concentración de Minerales, consultor en el área de Servicios a la Industria, Capacitación Continua y Campus Virtual en Tecsup. Expositor en eventos organizados por Instituciones del sector minero – metalúrgico.

### Julio Bonelli Arenas

Ingeniero Metalúrgico con más de 30 años de experiencia en el campo minero-metalúrgico peruano, específicamente, en investigación y desarrollo de procesos metalúrgicos, dimensionamiento de equipos y diseño de plantas en las áreas de procesamiento de minerales, metalurgia extractiva (piro e hidro-electrometalurgia) y control ambiental (prevención y control de la contaminación minera). Es Master of Science – Metallurgical Engineering en la Universidad de Colorado School of Mines – Colorado, EEUU. Ha sido Director General de Asuntos Ambientales en el Ministerio de Energía y Minas, asesor metalúrgico de Svedala-Fima, Subdirector de Investigaciones Metalúrgica en Centromin Perú, asesor metalúrgico en diferentes empresas mineras. Actualmente es Gerente General de Andean Consulting Group y profesor principal de Metalurgia en universidades de prestigio. Tiene numerosas publicaciones técnicas en metalurgia extractiva y concentración de minerales presentados en numerosos eventos nacionales e internacionales.

### Celso Montalvo

Ingeniero Químico con estudios de Maestría en Ingeniería de Procesos y experiencia en Simulación y Control de Procesos además de operaciones unitarias y transferencia de masas. Consultor en proyectos, procesos, y sistemas de control. Socio activo del American Institute of Chemical Engineers y de Instrument Systems and Automation Society of America. Ha desarrollado una amplia experiencia práctica en diseño y equipos de ingeniería.

### Edmundo Alfaro Delgado

Ingeniero Metalúrgico y Doctorado en Ingeniería Metalúrgica en la Universidad de Lieja, Bélgica y actualmente es asistente del Proyecto Metalurgia de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Posee el grado de Máster of Science, Metallurgical Engineering, en la University of Utah. Tiene experiencia en investigaciones metalúrgicas, especialmente en temas de hidrometalurgia y el control de operaciones de plantas metalúrgicas. Además en la aplicación de diseños estadísticos de experimentos en investigaciones de laboratorio y optimización en planta. Tiene amplia experiencia en docencia universitaria con 15 años de trabajo efectivo en la Universidad San Agustín de Arequipa.

### Levi Guzmán Rivera

Ingeniero Metalúrgico, es Diplomado en Innovación Tecnológica en Minería con especialización en procesamiento de minerales (molienda-flotación) y del programa Internacional de Biominería por la Universidad de Antofagasta de Chile. Posee un amplio conocimiento de tecnologías en el mercado minero-metalúrgico. Es Auditor Líder Interno en sistemas de gestión integrado (ISO9000, ISO14000, OSHA 18001) con entrenamiento por Bureau Veritas. Es expositor en diferentes eventos mineros y actualmente es Ingeniero de Aplicaciones Senior en Moly Cop Adesur S.A.

Planta Piloto de Procesamiento de Minerales - Tecsup Lima

## Al finalizar el programa, el participante estará en condiciones de:

- Identificar las aplicaciones potenciales de la Mineralogía como herramienta en el diseño y selección del método de tratamiento de minerales.
- Identificar las aplicaciones de la Geometalurgia en el procesamiento de minerales.
- Aplicar software de simulación de operaciones de circuitos de molienda de minerales.
- Configurar y diseñar circuitos de tratamiento de minerales por tecnología hidrometalúrgica aplicados a minerales de oro y a minerales de cobre.
- Identificar conceptualmente las operaciones del proceso de lixiviación en pilas.
- Identificar conceptos y aplicaciones de automatización y control de plantas metalúrgicas.

## Equipamiento

Los laboratorios de ejecución de las prácticas de algunos cursos del Programa son:

- Planta automatizada de flotación de minerales. Dispone de secciones de molienda-clasificación, flotación y separación sólido-líquido.
- Laboratorio de cianuración de minerales.

## Duración

- La duración aproximada del programa es 7 meses.

## Vacantes

- 14 participantes.

## Requisitos

- Ser egresado de carreras de Ingeniería Metalúrgica, Química, carreras afines al sector minero.
- Los participantes deberán tener conocimientos de Metalurgia General, Química Industrial y Operaciones Industriales. Es deseable que posea experiencia de campo en empresas de producción.

## Certificación

- Tecsup otorgará a los participantes que cumplan con la aprobación del Programa, el **Diploma de Especialización en Mineralurgia y Metalurgia Extractiva**

## Datos Generales

### Inversión

**Pago al Contado** S/. 9,560 ( incluye el 5% de descuento)

**Formas de Pago** 9 cuotas de S/ 1, 250

*\* Pago en cuotas. Consulte por los requisitos.*

### Fechas

**Inicio** Sábado 15 de mayo de 2010

**Horario** Sábados de 8:00 a 17:00 horas

## Otros Programas de Especialización que ofrece Tecsup

- Instrumentación y Control Industrial
  - Ingeniería del Mantenimiento
- Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica
  - Sistemas Mecatrónicos