

Diplomado en PROCESAMIENTO DE MINERALES Y GEOMETALURGIA APLICADA A LA CONMINUCIÓN



Webinars en Vivo

Por especialistas

Aula Virtual 24/7

Todas las clases quedan grabadas

Evaluación en Línea

Compatible con horarios
laborales



Dedicación

70 horas lectivas +
140 horas
dedicación personal



Duración

8 meses



Modalidad

Clases en vivo y clases
asincrónicas

DESCRIPCIÓN

La creciente variabilidad de los yacimientos minerales, junto con las exigencias de productividad, eficiencia energética y estabilidad operacional en las plantas concentradoras, ha transformado el procesamiento de minerales en un desafío de integración más que de operación aislada. En este contexto, comprender cómo las características geológicas y mineralógicas del mineral inciden directamente en el desempeño de los circuitos de conminución resulta crítico para una operación eficiente y predecible.

Este diplomado ha sido diseñado para abordar el procesamiento de minerales desde una perspectiva sistémica, integrando los fundamentos de la geometalurgia con el análisis y la optimización de los procesos de chancado, molienda y clasificación. A través de este enfoque, los participantes desarrollarán la capacidad de interpretar la variabilidad del mineral y anticipar su efecto en variables clave como el throughput, el consumo energético, la granulometría de salida y la eficiencia de clasificación.

El programa pone especial énfasis en la optimización y el control de procesos, incorporando herramientas de análisis operacional, modelación conceptual y estrategias de monitoreo que permiten identificar cuellos de botella, estabilizar la operación y mejorar el desempeño global de los circuitos. De esta forma, el diplomado se posiciona como una formación aplicada, orientada a resolver problemas reales de planta mediante una comprensión integrada del sistema mina-procesamiento.

CONTENIDO

CURSO 1: Procesamiento de Minerales y Circuitos Integrados

CURSO 2: Geometalurgia Aplicada: Integración Geología-Procesamiento de Minerales

CURSO 3: Conminución: Fundamentos y Operación de Chancado y Molienda

CURSO 4: Optimización y Control de Procesos de Conminución

PROYECTO DE CERTIFICACIÓN

CURSO 1: Procesamiento de Minerales y Circuitos Integrados

Unidad 1: Fundamentos del Procesamiento de Minerales

- Procesamiento de minerales
- Objetivos de la conminución en el contexto metalúrgico
- Propiedades mineralógicas relevantes en la liberación

Unidad 2: Caracterización de Minerales y Flujos de Planta

- Análisis de dureza y abrasividad de minerales
- Propiedades físico-químicas y su impacto en la conminución
- Flujos típicos de procesamiento en plantas concentradoras
- Diferencias entre minerales sulfurados y oxidados
- Caso de estudio introductorio

Unidad 3: Circuitos de Chancado, Molienda y Clasificación

- Circuitos abiertos y cerrados en chancado
- Configuración SAG + Bolas y HPGR
- Función de los hidrociclones en la eficiencia global
- Efectos de la clasificación en la liberación mineral

Unidad 4: Integración con Flotación y Otros Procesos

- Importancia del tamaño de partícula en la flotación
- Cinética de recuperación en función de la molienda
- Recirculación de partículas gruesas y finas
- Casos prácticos de optimización de circuitos

CURSO 2: Geometalurgia Aplicada: Integración Geología–Procesamiento de Minerales

Unidad 1: Fundamentos de Geometalurgia y Variabilidad del Mineral

- Evolución de la geometalurgia y su rol en la creación de valor en la minería moderna
- Integración geología–minería–procesamiento en la cadena de valor del negocio minero
- Concepto de variabilidad del mineral y su impacto en el desempeño metalúrgico
- Variables geológicas y mineralógicas que controlan el comportamiento del mineral en planta
- Impacto de la variabilidad del mineral en throughput, consumo energético y recuperación
- Integración mina–planta en operaciones mineras modernas
- Introducción al concepto Mine-to-Mill y su impacto en la optimización del negocio minero

Unidad 2: Caracterización Mineralógica y Programas de Testwork Geometalúrgico

- Propiedades mineralógicas relevantes para el procesamiento de minerales
- Textura mineral, asociaciones minerales y mecanismos de liberación
- Influencia de la mineralogía en conminución, clasificación y flotación
- Técnicas modernas de caracterización mineralógica aplicadas a la geometalurgia (QEMSCAN, MLA, etc.)
- Variables geometalúrgicas críticas en plantas concentradoras
- Relación entre mineralogía, tamaño de partícula y recuperación metalúrgica
- Ejemplos industriales de impacto mineralógico en circuitos de procesamiento

Unidad 3: Programas de Testwork Geometalúrgico y Generación de Datos

- Objetivos de los programas de testwork geometalúrgico
- Diseño de campañas de muestreo representativas para estudios geometalúrgicos
- Ensayos de conminución aplicados a geometalurgia (Bond, SPI, Drop Weight Test)
- Ensayos metalúrgicos para caracterizar respuesta del mineral en flotación
- Relación entre resultados de testwork y variables geometalúrgicas
- Integración de datos geológicos, mineralógicos y metalúrgicos
- Control de calidad y gestión de bases de datos geometalúrgicas

Unidad 4: Integración Geología–Procesamiento y Estrategias Operacionales Mine-to-Mill

- Definición y delimitación de dominios geometalúrgicos en depósitos minerales
- Integración de datos geológicos, mineralógicos y metalúrgicos para definir dominios
- Impacto de los dominios geometalúrgicos en circuitos de conminución y flotación
- Estrategias de blending de mineral para estabilizar la operación de planta
- Gestión de stockpiles y control de alimentación a plantas concentradoras
- Uso de información geometalúrgica en planificación minera y operación de planta
- Casos industriales de implementación de estrategias geometalúrgicas en operaciones mineras

CURSO 3: Conminución: Fundamentos y Operación de Chancado y Molienda

Unidad 1: Principios de Conminución

- Leyes de reducción de tamaño (Kick, Rittinger, Bond)
- Índice de trabajo (WI) y pruebas de laboratorio
- Propiedades mecánicas del mineral y su efecto
- Balance de energía en chancado y molienda
- Eficiencia energética de la conminución

Unidad 2: Chancado

- Tipos de chancadores: mandíbulas, giratorios, conos
- Variables operacionales críticas (CSS, relación de reducción)
- Clasificación en circuito abierto y cerrado
- Consumo de energía y capacidades típicas
- Fallas comunes en operación de chancadores

Unidad 3: Molienda

- Tipos de molinos: SAG, AG, bolas, barras, verticales, HPGR
- Parámetros operacionales: velocidad crítica, nivel de llenado, potencia
- Medios de molienda: selección, consumo y desgaste
- Diferencias SAG vs. HPGR vs. molinos de bolas
- Consumo energético comparado

Unidad 4: Clasificación y Control

- Trommeles, harneros y zarandas vibratorias
- Hidrociclones: operación, eficiencia y problemas típicos
- Balance agua-sólidos en la molienda
- Control de variables operacionales
- Instrumentación básica en conminución

CURSO 4: Optimización y Control de Procesos de Conminución

Unidad 1: Variables Críticas de Desempeño

- Productividad y granulometría
- Consumo específico de energía
- Relación con liberación mineral
- Efecto de la carga circulante en la eficiencia

Unidad 2: Monitoreo y Automatización

- Sistemas SCADA y DCS en conminución
- Sensores de carga, presión y potencia en molinos
- Instrumentación para chancadores y ciclones
- IIoT y digitalización en minería
- Aplicaciones de inteligencia artificial

Unidad 3: Modelación y Simulación y Uso de Software

- Principios de modelación de circuitos de conminución
- Balance de masa y energía aplicado
- Simulación conceptual de diferentes configuraciones
- Identificación de cuellos de botella en planta

Unidad 4: Estrategias de Optimización y Uso de Software

- Optimización del consumo de energía
- Reducción de agua en molienda
- Diseño de circuitos SAG + Bolas + HPGR

PROYECTO DE CERTIFICACIÓN

El **Proyecto de Certificación** es el componente final del diplomado, diseñado para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el programa mediante la resolución de un caso real sobre el tema. Los participantes trabajarán con el apoyo de tutores expertos, lo que garantiza un proceso de aprendizaje guiado y especializado.

Este proyecto tiene dos objetivos fundamentales:

- **Aplicación práctica de conocimientos:** Los estudiantes aprovecharán desafíos reales de la industria y aplicarán las metodologías, técnicas y herramientas aprendidas a lo largo del diplomado.
- **Desarrollo del trabajo colaborativo:** Los equipos trabajarán de manera colaborativa, potenciando sus habilidades de liderazgo y coordinación, esenciales en proyectos mineros de gran envergadura. Esta dinámica también fomenta la creación de redes de contacto entre profesionales con intereses y especialidades afines.

PERFIL DE EGRESO

El egresado del diplomado será un profesional capaz de analizar el procesamiento de minerales desde una perspectiva integrada, comprendiendo la relación entre la variabilidad geológica del mineral y su comportamiento en los circuitos de conminución. Estará preparado para interpretar información geometalúrgica, evaluar su impacto en el desempeño operacional y traducirla en decisiones técnicas que mejoren la eficiencia y la estabilidad de la planta.

Asimismo, contará con las competencias necesarias para diagnosticar el funcionamiento de los circuitos de chancado, molienda y clasificación, identificar restricciones operacionales y proponer estrategias de optimización basadas en evidencia. Su enfoque estará orientado a la mejora continua, utilizando herramientas de análisis de datos, balances de masa y de energía y criterios técnicos sólidos para intervenir de manera efectiva en contextos industriales reales.

POR QUÉ ELEGIR ESTE PROGRAMA

- **Enfoque integrado mina-planta:** Comprende cómo la variabilidad del mineral afecta directamente el desempeño de la conminución, lo que permite tomar decisiones más informadas y anticiparse a problemas operacionales.
- **Aplicación directa a plantas concentradoras:** Los contenidos están orientados a situaciones reales de operación, con énfasis en variables críticas como el throughput, el consumo energético y la estabilidad de los circuitos.
- **Optimización basada en evidencia técnica:** Desarrolla criterios para identificar cuellos de botella y oportunidades de mejora, utilizando herramientas de análisis operacional y de modelación conceptual.
- **Formación orientada a la toma de decisiones:** No solo se abordan los fundamentos, sino que también se entrena la capacidad de evaluar escenarios y definir acciones concretas que impacten en la operación.
- **Integración de geometalurgia y conminución:** Incorpora el enfoque geometalúrgico como elemento clave para comprender y gestionar la variabilidad del mineral en los circuitos de procesamiento.
- **Impacto real en el desempeño operacional:** El diplomado está diseñado para que el participante genere mejoras tangibles en la eficiencia, la estabilidad y el rendimiento de los procesos bajo su responsabilidad.

PROYECCIÓN LABORAL Y OPORTUNIDADES PROFESIONALES

Los egresados del programa estarán preparados para desempeñarse en roles técnicos y estratégicos en áreas como:

- **Ingeniería de procesos en plantas concentradoras**, participando en la optimización de los circuitos de conminución, clasificación y flotación.
- **Metalurgia operacional**, analizando y mejorando indicadores metalúrgicos como la recuperación, el grado, el throughput y el consumo energético.
- **Geometalurgia aplicada**, que integra información geológica, mineralógica y metalúrgica para mejorar la planificación y la gestión de la variabilidad del mineral.
- **Optimización y control de procesos metalúrgicos** mediante estrategias de control avanzado y herramientas de modelación para mejorar el desempeño operativo.
- **Consultoría técnica en procesamiento de minerales**, apoyando proyectos de mejora continua, la expansión de plantas concentradoras y la evaluación de nuevos depósitos minerales.
- **Desarrollo y evaluación de proyectos mineros**, contribuyendo al análisis técnico y económico de circuitos de procesamiento y a su impacto en la rentabilidad del proyecto.

CUERPO ACADÉMICO

DR. RICARDO JELDRES

- Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile.

DANILO MUÑOZ

- Especialista Senior en Flotación y Planta Moly QB2, Teck Resources Limited, Chile.
- Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad de Santiago, Chile.

DR. MATÍAS JELDRES

- Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería de Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

MBA SEBASTIÁN CALDERÓN

- Ingeniero en Metalurgia Extractiva, Universidad Arturo Prat, Chile
- MBA en Administración y Dirección de Empresas, Escuela de Negocios Europea de Barcelona, España.

MSC. NICOLÁS GONZÁLEZ

- Geólogo, Universidad de Concepción, Chile.
- Magíster en Mineralogía Aplicada a la Geometalurgia, Universidad de Concepción, Chile.

DR. GONZALO QUEZADA

- Ingeniero Civil Químico, Universidad de Concepción, Chile.
- Doctor en Ingeniería Química, Universidad de Concepción, Chile.

CUERPO ACADÉMICO

DR. (C) DARIAN MARRERO

- Ingeniero Geólogo, Universidad de Pinar del Río.
- Doctor (c) en Ingeniería de Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.