



www.otec.uatsa.cl

Postítulo en **Tecnologías de Espesamiento y** **Gestión Avanzada de Relaves Mineros**

DESCRIPCIÓN

El Postítulo en Tecnologías de Espesamiento y Gestión Avanzada de Relaves Mineros está diseñado para formar profesionales capaces de enfrentar los desafíos técnicos más complejos asociados al manejo, tratamiento y disposición de relaves en la minería moderna. El programa entrega conocimientos profundos en procesos de espesamiento, floculación, reología, transporte hidráulico, gestión ambiental y normativas de cierre, integrando teoría avanzada con una fuerte orientación práctica.

Su enfoque técnico y aplicado permite a los participantes interpretar datos experimentales, y diseñar soluciones reales a problemas operacionales mediante estudios de caso y un proyecto de certificación basado en desafíos de la industria.

El programa está estructurado en 8 cursos especializados, impartidos por un cuerpo académico de reconocimiento internacional. Abarca desde los fundamentos de floculación hasta la planificación de cierres conforme al Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM), promoviendo un enfoque integral de la gestión de relaves.

La modalidad combina clases en vivo con acceso asincrónico a una plataforma virtual disponible 24/7, facilitando la compatibilidad con jornadas laborales y permitiendo un aprendizaje flexible, sin sacrificar profundidad técnica.

Este postítulo representa una oportunidad única de actualización y especialización para ingenieros, operadores y profesionales técnicos que deseen liderar iniciativas de mejora, sostenibilidad y cumplimiento normativo en una de las áreas más estratégicas de la minería contemporánea.

METODOLOGÍA



DEDICACIÓN
140 horas lectivas
+ 140 horas
dedicación
personal



MODALIDAD
Clases en vivo //
Clases
Asincrónicas



WEBINARS
Por
especialistas



AULA VIRTUAL
24/7
Todas las clases
quedan
grabadas



**EVALUACIÓN
EN LÍNEA**
Compatible
con horarios
Laborales



DURACION
12 meses

ESTRUCTURA DEL PROGRAMA

El programa está estructurado en ocho cursos que proporcionan una base sólida y avanzada sobre tecnologías modernas de espesamiento y gestión de relaves mineros.

Cursos

- ❖ Tecnologías de Espesamiento de Relaves
- ❖ Fundamentos Avanzados de Floculación y Modelado Cinético de Relaves
- ❖ Optimización y Simulación del Feedwell de Espesadores
- ❖ Reología Aplicada a Suspensiones de Minerales
- ❖ Diseño de Sistemas de Transporte de Relaves
- ❖ Diseño y Estabilidad Geotécnica de Depósitos de Relaves
- ❖ Gestión Ambiental de Relaves Mineros: Tecnologías, Impactos y Estrategias Sostenibles
- ❖ Gestión de Cierre y Postcierre de Depósitos de Relaves



Temario

CURSO 1: Tecnologías de Espesamiento de Relaves

Módulo 1:

Introducción al Espesamiento y Componentes Clave

- ❖ Introducción: Procesamiento de minerales.
- ❖ Rol del espesamiento en la gestión eficiente de relaves.
- ❖ Descripción de componentes:
 - * Cono de descarga, sistema de rastras, feedwells, sistema de desborde, y sistemas de soporte.

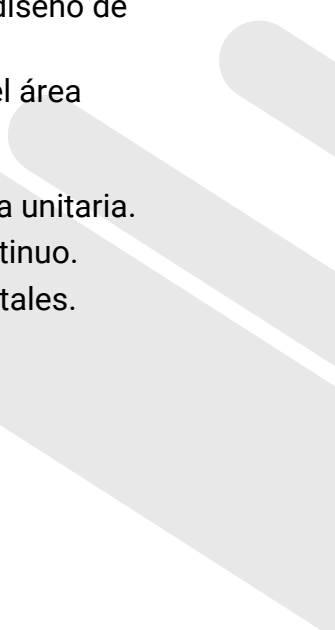
Módulo 2:

Tecnologías y Tipos de Espesadores

- ❖ Clasificación operacional de espesadores.
- ❖ Tipos de espesadores: ventajas, limitaciones, y criterios para su selección.
- ❖ Espesadores en pasta y su relevancia en la disposición de relaves.
- ❖ Fundamentos para Entender el Comportamiento de Feedwells:
 - * Tecnologías de feedwells y sistemas de distribución de sólidos.
 - * Modelación y análisis de feedwells mediante CFD.

Módulo 3:

Área Unitaria y Modelación Continua

- ❖ Definición del área unitaria en el diseño de espesadores.
 - ❖ Aplicación práctica del cálculo del área unitaria en diferentes tipos de espesadores:
 - * Métodos para determinar el área unitaria.
 - ❖ Modelación de un espesador continuo.
 - ❖ Desarrollo de ensayos experimentales.
- 

Módulo 4:

Agregación de Partículas y Uso de Floculantes

- ❖ Fundamentos de la coagulación y floculación: principios teóricos y prácticos.
- ❖ Tipos de mecanismos de agregación:
 - * Puente polimérico, parche electrostático y agregación hidrodinámica.
- ❖ Propiedades del flóculo y su impacto en la gestión de relaves.
- ❖ Selección y aplicación de floculantes en minería.
- ❖ Tipos de floculantes:
 - * Aniónicos, catiónicos y no iónicos.
- ❖ Factores que afectan el desempeño de los floculantes.

Módulo 5:

Desafíos y Gestión de Riesgos en el Espesamiento

- ❖ Manejo de relaves arcillosos y minerales ultrafinos:
- ❖ * Estrategias para mejorar la eficiencia de sedimentación.
- ❖ Espesamiento en condiciones con agua de mar: adaptaciones y optimizaciones.
- ❖ Identificación de las causas del embancamiento en espesadores.
- ❖ Estrategias de mitigación, prevención de fallos y planes de contingencia para mantener la seguridad operativa.

CURSO 2: Fundamentos Avanzados de Floculación y Modelado Cinético de Relaves

Módulo 1:

Fundamentos de la Floculación de Relaves en Espesadores

- ❖ Tipos de floculación: periquinética, ortoquinética y por sedimentación diferencial
- ❖ Mecanismos de adsorción de polímeros: puenteo, interacción electrostática y enrollamiento
- ❖ Efecto de la concentración de sólidos y distribución de tamaños
- ❖ Impacto del pH, fuerza iónica y cationes divalentes
- ❖ Evaluación experimental de la eficiencia de floculación

Módulo 2:

Variables Operacionales y Diseño Experimental

- ❖ Influencia del corte (G) y del tiempo de mezcla (t)
- ❖ Dosis de floculante y consumo unitario
- ❖ Diseño de experimentos: metodología BBD y superficies de respuesta
- ❖ Evaluación de la eficiencia de adsorción
- ❖ Relación entre eficiencia de floculación y propiedades del rebose/underflow

Módulo 3:

Propiedades del Flóculo y Métodos de Caracterización

- ❖ Tamaño, forma, estructura fractal y resistencia al corte
- ❖ Uso de FBRM, turbidimetría y análisis de imagen
- ❖ Relación entre estructura del flóculo y comportamiento reológico
- ❖ Modelos empíricos para predecir propiedades del flóculo
- ❖ Relevancia en el transporte y disposición de relaves espesados

Módulo 4:

Modelado Cinético con Balance Poblacional (PBM)

- ❖ Introducción al balance poblacional aplicado a floculación
- ❖ Modelos de agregación y ruptura
- ❖ Ajuste de parámetros mediante datos experimentales
- ❖ Simulación del crecimiento y fragmentación de flóculos
- ❖ Validación del modelo PBM para diferentes tipos de relaves

Módulo 5:

Integración del Modelado PBM en el Control de Espesadores

- ❖ Aplicación del PBM como herramienta de predicción operativa
- ❖ Incorporación en sistemas SCADA o DCS
- ❖ Indicadores clave de control basados en la distribución del flóculo
- ❖ Límites y oportunidades del modelado en planta
- ❖ Estudios de caso simulados

Módulo 6:

Laboratorio Aplicado de Floculación de Relaves

- ❖ Montaje de ensayos de floculación en batch y continuo
- ❖ Medición experimental con FBRM y reómetros
- ❖ Determinación de parámetros cinéticos
- ❖ Evaluación crítica de resultados de laboratorio
- ❖ Discusión de variabilidad según tipo de relave

CURSO 3: Optimización y Simulación del Feedwell de Espesadores

Módulo 1:

Simulación Física y CFD de la Floculación en el Feedwell

- ❖ Modelado del flujo en feedwells: zonas muertas y cortocircuitos
- ❖ Análisis experimental de velocidad y energía disipada
- ❖ Simulación numérica con ANSYS Fluent y OpenFOAM
- ❖ Evaluación del tamaño de flóculo en zonas críticas
- ❖ Comparación de geometrías industriales (Evolute™, Vane™, EvenFlo™)

Módulo 2:

Acoplamiento PBM-CFD y Predicción del Comportamiento

- ❖ Acoplamiento de modelos cinéticos y dinámica de fluidos
- ❖ Distribución del tamaño de flóculo según velocidad y concentración local
- ❖ Visualización de la evolución del flóculo en el tiempo
- ❖ Evaluación de indicadores de eficiencia de mezcla
- ❖ Limitaciones y validación del acoplamiento PBM-CFD

Módulo 3:

Diseño y Optimación de Sistemas de Dilución

- ❖ Fundamentos de sistemas E-DUC® y Autodil™
- ❖ Influencia de la dilución en el tamaño del flóculo
- ❖ Criterios para el rediseño del sistema de dilución
- ❖ Diseño ortogonal para la optimización multivariable
- ❖ Aplicación de redes neuronales para predicción de condiciones óptimas

Módulo 4:

Casos Reales y Evaluación Industrial

- ❖ Revisión de casos industriales documentados en el libro
- ❖ Diagnóstico de problemas operacionales reales
- ❖ Mejora de la eficiencia de espesadores existentes
- ❖ Criterios de rediseño de feedwells industriales
- ❖ Análisis costo-beneficio de implementación de mejoras

CURSO 4: Reología Aplicada a Suspensiones de Minerales

Módulo 1:

Introducción a la Reología de Suspensiones Minerales

- ❖ Definición y relevancia de la reología aplicada a suspensiones minerales.
- ❖ Introducción a los modelos reológicos:
- ❖ * Newtoniano, Bingham, Herschel-Bulkley.
- ❖ Variables que afectan la reología:
- ❖ * Tamaño de partícula, concentración de sólidos, química de la superficie.
- ❖ Introducción al concepto de tensión de cedencia (yield stress) y su importancia.
- ❖ Introducción a los tipos de reómetros.

Módulo 2:

Fuerzas Interparticulares y Comportamiento Reológico de Suspensiones Minerales

- ❖ Fuerzas atractivas y repulsivas en suspensiones minerales.
- ❖ Relación entre la química de la superficie y la reología:
 - * Efectos del pH y los electrolitos.
- ❖ Efecto de la distribución de tamaño de partículas y la estructura de la red de flóculos.
- ❖ Modificadores reológicos y su impacto en la gestión de relaves.

Módulo 3:

Modelos Reológicos para Suspensiones Minerales

- ❖ Revisión de los modelos Herschel-Bulkley, Bingham y Casson.
- ❖ Explicación de tasa de corte.
- ❖ Aspectos relevantes para la caracterización reológica
- ❖ Correcciones por deslizamiento en las mediciones reológicas:
 - * Técnicas y consideraciones.
- ❖ Efecto de flujos inestables:
 - * Turbulencias y vórtices de Taylor.
- ❖ Análisis de resultados experimentales de suspensiones minerales bajo diferentes condiciones.

Módulo 4:

Fenómenos de Deformación y Flujo en Suspensiones Minerales

- ❖ Deformación plástica y elasticidad en suspensiones.
- ❖ Comportamiento tixotrópico y su relevancia industrial.
- ❖ Flujo en condiciones de cizalladura alta y baja: efectos sobre la estructura interna.
- ❖ Descripción y análisis del comportamiento reológico en sistemas complejos.
- ❖ Aplicaciones de la tixotropía y el adelgazamiento por cizalle en procesos industriales.

Módulo 5:

Aplicaciones Prácticas de la Reología de Suspensiones

- ❖ Impacto de reología en operaciones de flotación.
 - * Hidrodinámica, dispersión de burbujas, reducción de volumen útil.
- ❖ Reología aplicada al diseño de espesadores y sistemas de separación sólido-líquido.
- ❖ Transporte de pulpas de relaves y su comportamiento reológico en tuberías.
- ❖ Reología y su impacto en estrategias de disposición de relaves.
- ❖ Estudios de caso de problemas comunes y sus soluciones reológicas en la industria minera.

CURSO 5: Diseño de Sistemas de Transporte de Relaves

Módulo 1:

Fundamentos del Bombeo de Pulpas

- ❖ Principios básicos:
 - * Presión, caudal y potencia.
- ❖ Propiedades de las pulpas:
 - * C_p , densidad, reología.
- ❖ Introducción al golpe de ariete y subpresiones.

Módulo 2:

Selección y Operación de Bombas para Relaves

- ❖ Tipos de bombas para transporte de relaves.
- ❖ Dimensionamiento de bombas para relaves:
 - * Cálculo de NPSH (Net Positive Suction Head).
 - * Curvas de operación (bomba y sistema).
- ❖ Configuración de bombas en serie y en paralelo.
- ❖ Efectos de los sólidos en la operación:
 - * Impacto en la eficiencia y vida útil.
 - * Golpe de ariete y estrategias de mitigación.

Módulo 3:

Diseño de Sistemas de Tuberías y Transporte Hidráulico

- ❖ Parámetros de diseño de tuberías:
 - * Materiales y diámetros.
 - * Velocidad de transporte recomendada.
- ❖ Pérdidas de carga en sistema hidráulicos:
 - * Pérdidas friccionales y singulares (válvulas, codos, accesorios).
 - * Métodos para calcular pérdidas de carga con fórmulas prácticas.

Módulo 4:

Transporte de Suspensiones Concentradas

- ❖ Clasificación de flujos bifásicos: laminados y turbulentos.
- ❖ Propiedades reológicas de las pulpas:
 - * Fluido newtoniano vs no newtoniano.
 - * Curvas de esfuerzo cortante y velocidad.
- ❖ Velocidad límite de flujo en cañerías:
 - * Concepto de velocidad de depósito.
 - * Factores que la condicionan (granulometría, C_p , tuberías).
 - * Estrategias para evitar obstrucciones.

Módulo 5:

Análisis de Transporte y Estrategias de Modelación

- ❖ Modelos predictivos para transporte de pulpas:
 - * Modelos para velocidad límite (exponencial, empírico).
 - * Modelos para pérdidas de carga.
- ❖ Optimización operativa:
 - * Simulación de escenarios para maximizar la eficiencia energética.
 - * Introducción a herramientas computacionales.
- ❖ Estrategias sostenibles en transporte de relaves:
 - * Casos prácticos: reducción de consumo energético y agua.

Módulo 6:

Casos Prácticos y Aplicaciones en Plantas Mineras

- ❖ Revisión de casos típicos en plantas mineras:
 - * Transporte de relaves.
 - * Sistemas de bombeo en concentradoras.
- ❖ Problemas comunes y soluciones:
 - * Sobrecargas en bombas.
 - * Sedimentación en tuberías.
- ❖ Estrategias de optimización del sistema:
 - * Diseño eficiente.
 - * Operación sostenible.

CURSO 6: Diseño y Estabilidad Geotécnica de Depósitos de Relaves

Módulo 1:

Introducción a los Depósitos de Relaves y su Gestión Integral

- ❖ Tipos y configuración de depósitos de relaves:
 - * Clasificación: espesados, filtrados, en pasta, entre otros.
 - * Factores de diseño inicial y configuración geométrica.
- ❖ Criterios para la selección de sitios:
 - * Topografía, clima, geología y accesibilidad.
 - * Factores ambientales y sociopolíticos.
- ❖ Ciclo de vida de los depósitos de relaves:
 - * Desde la construcción hasta el cierre y post-cierre.
 - * Impactos en el medioambiente y comunidades.
- ❖ Normativas y estándares internacionales:
 - * Principales regulaciones en Chile y el mundo.
 - * Global Industry Standard on Tailings Management (GISTM).

Módulo 2:

Geotecnia Aplicada al Diseño de Depósitos de Relaves

- ❖ Propiedades geotécnicas de materiales de relaves:
 - * Granulometría, cohesión, fricción interna y plasticidad.
 - * Compactación y permeabilidad.
- ❖ Caracterización geotécnica del suelo de fundación:
 - * Métodos de evaluación de fundaciones.
 - * Riesgos asociados a fundaciones débiles.
- ❖ Métodos de ensayo geotécnico en laboratorio y campo:
 - * Pruebas de corte directo, consolidación y triaxiales.
 - * Análisis de piezometría y permeabilidad in situ.
- ❖ Aplicaciones de modelos geotécnicos:
 - * Modelos analíticos y numéricos.
 - * Ejemplos prácticos de software especializado.

Módulo 3:

Balance Hídrico y Manejo del Agua en Depósitos de Relaves

- ❖ Componentes del balance hídrico:
 - * Precipitación, escorrentía, infiltración y evaporación.
 - * Aportes y salidas en el sistema.
- ❖ Diseño de sistemas de manejo de aguas:
 - * Canales de contorno, vertederos y sistemas de drenaje.
 - * Diseño de lagunas y playas activas.
- ❖ Impacto del clima en la gestión hídrica:
 - * Estrategias para climas áridos y húmedos.
 - * Modelos probabilísticos para escenarios climáticos extremos.
- ❖ Recuperación y recirculación de agua:
 - * Métodos de optimización del uso del agua.
 - * Tecnologías para aumentar la eficiencia hídrica.

Módulo 4:

Estabilidad de Taludes en Depósitos de Relaves

- ❖ Factores que afectan la estabilidad de taludes:
 - * Influencia de la pendiente, materiales y carga.
 - * Efectos de la presión de poros.
- ❖ Métodos de análisis de estabilidad:
 - * Análisis de equilibrio límite.
 - * Métodos numéricos: elementos finitos y diferencias finitas.
- ❖ Estabilidad sísmica de taludes:
 - * Diseño para cargas dinámicas.
 - * Análisis de licuefacción estática y sísmica.
- ❖ Monitoreo y mantenimiento de taludes:
 - * Instrumentación geotécnica (inclinómetros, piezómetros).
 - * Protocolos de inspección y mantenimiento.

Módulo 5:

Riesgos Geotécnicos y Gestión de Fallas en Depósitos de Relaves

- ❖ Modos de falla en depósitos de relaves:
 - * Erosión interna y externa, rebalse y licuefacción.
 - * Fallas por asentamientos diferenciales.
- ❖ Evaluación de riesgos geotécnicos:
 - * Métodos determinísticos y probabilísticos.
 - * Uso de matrices de riesgo en proyectos.
- ❖ Mitigación de riesgos en operación:
 - * Estrategias de diseño preventivo.
 - * Planificación para eventos extremos (sismos, lluvias).
- ❖ Casos históricos de fallas en relaves:
 - * Análisis de incidentes como Brumadinho y Mount Polley.
 - * Lecciones aprendidas y mejoras prácticas.

Módulo 6:

Cierre, Recuperación y Estabilidad Física a Largo Plazo

- ❖ Diseño de cierre de depósitos de relaves:
 - * Planificación para la estabilidad a largo plazo.
 - * Técnicas de cobertura y revegetación.
- Monitoreo post-cierre:
 - * Instrumentación para estabilidad estructural y química.
 - * Detección y mitigación de riesgos residuales.
- ❖ Normativas de cierre y sostenibilidad:
 - * Leyes y estándares aplicables al cierre en Chile y el mundo.
 - * Incorporación de criterios ESG en el cierre.
- ❖ Modelos de gestión de impactos ambientales:
 - * Evaluación de impacto ambiental post-operacional.
 - * Remediación y recuperación de ecosistemas.

CURSO 7: Gestión Ambiental de Relaves Mineros: Tecnologías, Impactos y Estrategias Sostenibles

Módulo 1:

Introducción a los Relaves Mineros y su Gestión

- ❖ Definición de relaves mineros: composición y características.
- ❖ Tipos de métodos de disposición de relaves (depósitos en valles, apilamiento en seco, reintegración en minas subterráneas).
- ❖ Importancia de la gestión de relaves en el contexto de la minería moderna.
- ❖ Panorama de desafíos ambientales asociados a la disposición de relaves.
- ❖ Estudios de caso sobre métodos convencionales de disposición.

Módulo 2:

Impactos Ambientales de los Relaves Mineros

- ❖ Impactos físicos y químicos de los relaves en el medio ambiente (calidad del agua, suelo, aire).
- ❖ Efectos de la liberación de metales pesados y otros contaminantes.
- ❖ Drenaje ácido de mina.
- ❖ Evaluación de riesgos ambientales y sociales.
- ❖ Estudios de caso sobre incidentes de fallas en depósitos de relaves y sus consecuencias ambientales.

Módulo 3:

Drenaje Ácido de Mina

- ❖ Definición y causas del drenaje ácido de mina (DAM).
- ❖ Reacciones químicas involucradas en la formación de DAM.
- ❖ Factores que influyen en la generación de DAM: mineralogía, geología y condiciones ambientales.
- ❖ Efectos del DAM en la calidad del agua y los ecosistemas.
- ❖ Métodos de prevención y control del DAM.
- ❖ Estudios de caso sobre estrategias exitosas de mitigación del drenaje ácido de mina.

Módulo 4:

Reprocesamiento, Reutilización y Reciclaje de Relaves

- ❖ Definición y diferenciación entre reprocesamiento, reutilización y reciclaje de relaves.
- ❖ Técnicas para recuperar metales valiosos de relaves.
- ❖ Uso de relaves como materiales de construcción (ladrillos, cementos).
- ❖ Estudios de caso sobre aplicaciones exitosas de reprocesamiento y reutilización de relaves.
- ❖ Consideraciones económicas y ambientales en el reprocesamiento.

Módulo 5:

Monitoreo y Evaluación de Relaves

- ❖ Métodos de monitoreo de calidad del agua y aire en instalaciones de relaves.
- ❖ Técnicas geotécnicas para el monitoreo de la estabilidad de depósitos de relaves.
- ❖ Indicadores de sostenibilidad y evaluación del impacto a lo largo del ciclo de vida de los relaves.
- ❖ Uso de modelación para predecir impactos a largo plazo.

Módulo 6:

Enfoque Integrado en la Gestión de Relaves

- ❖ Gestión de relaves dentro del contexto de la planificación de mina (integración desde la extracción hasta la disposición).
- ❖ Evaluación de riesgos e integración de estrategias de mitigación en el diseño de depósitos de relaves.
- ❖ Estudios de caso sobre enfoques integrados de gestión sostenible de relaves.
- ❖ Elaboración de un marco conceptual para la gestión integrada de relaves.
- ❖ Evaluación de riesgos e integración de estrategias de mitigación en el diseño de depósitos de relaves.
- ❖ Estudios de caso sobre enfoques integrados de gestión sostenible de relaves.
- ❖ Elaboración de un marco conceptual para la gestión integrada de relaves.

Módulo 7:

Innovaciones y Nuevas Tecnologías en la Gestión de Relaves

- ❖ Nuevas tecnologías emergentes para la gestión de relaves.
- ❖ Aplicación de métodos biológicos y microbianos en la estabilización de relaves.
- ❖ Uso de herramientas de modelación avanzada para mejorar la gestión de relaves.
- ❖ Innovaciones en la reducción de la huella hídrica y energética.
- ❖ Actividad sugerida: investigación de una tecnología emergente para la gestión de relaves.

Módulo 8:

Cierre de Depósitos de Relaves y Rehabilitación del Terreno

- ❖ Principios de cierre de depósitos de relaves: objetivos y desafíos.
- ❖ Métodos de rehabilitación y revegetación de depósitos de relaves.
- ❖ Técnicas para la estabilización química y física de los depósitos.
- ❖ Integración de la comunidad y consideraciones socioeconómicas en el cierre.
- ❖ Actividad sugerida: propuesta de plan de cierre para un depósito de relaves, considerando aspectos técnicos y sociales.

CURSO 8: Gestión de Cierre y Postcierre de Depósitos de Relaves

Módulo 1:

Legislación y Normativa Sobre Cierre de Faenas e Instalaciones Mineras

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ * ¿Qué es un Plan de Cierre?
 - * ¿Cuáles son las ventajas de preparar e implementar un Plan de Cierre?
- ❖ ¿Cuál es la regulación aplicable?
 - * Normativas en Chile.
 - * Normativas en Perú y otros países sudamericanos.

Módulo 2:

Planificación y Ejecución del Cierre de Depósitos de Relaves

- ❖ Planificación del cierre de depósitos de relaves.
 - * Aspectos Generales.
- ❖ Contenidos Mínimos de los Proyectos de Plan de Cierre.
- ❖ Fases de la vida de un proyecto minero.
- ❖ Desarrollo de un plan de cierre de faenas mineras.

Módulo 3:

Recuperación y Rehabilitación de Áreas Impactadas por Relaves

- ❖ Identificación de criterios ambientales, aspectos técnicos y medidas mínimas para el cierre.
- ❖ Criterios ambientales.
- ❖ Aspectos técnicos y medidas mínimas para el cierre.

Módulo 4:

Aspectos Financieros del Cierre de Minas

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ Análisis y evaluación de los costos de cierre.
- ❖ Generación de garantías financieras para el cierre.

Módulo 5:

Aspectos Sociales Durante el Cierre de Minas

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ Participación social en los planes de cierre de minas.
- ❖ Desarrollo económico local después del cierre de minas.

Módulo 6:

Aspectos Sociales Durante el Cierre de Minas

- ❖ Aspectos generales.
- ❖ Actividades de monitoreo y mantención de medidas del poscierre.
- ❖ Mantención de las instalaciones a perpetuidad.
- ❖ El uso del futuro de la tierra.



Proyecto de Certificación

El **Proyecto de Certificación** es el componente final del postítulo, diseñado para poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el programa a través de la resolución de un caso real sobre la gestión de relaves mineros. Los participantes trabajarán con el apoyo de tutores expertos, lo que asegura 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, aplicando 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 geotécnicos de gran envergadura. Esta dinámica también fomenta la creación de redes de contacto entre profesionales con intereses y especialidades afines.

El proyecto culmina con la entrega y presentación de un informe técnico, donde se abordan los aspectos del estudio de caso, incluyendo análisis de datos, propuestas de solución y conclusiones basadas en criterios científicos y geotécnicos. Este proyecto tiene dos objetivos fundamentales:





CAPACIDADES QUE ADQUIERES

- ❖ **Optimización del espesamiento y floculación:** Manejo experto de tecnologías de espesadores, selección y dosificación de floculantes. Conocimiento de herramientas para mejorar gestión de feedwell (CFD, balance poblacional).
 - ❖ **Análisis reológico aplicado:** Evaluación del comportamiento de relaves y concentrados bajo diferentes condiciones operacionales, aplicado al diseño de transporte y disposición.
 - ❖ **Diseño de transporte hidráulico:** Dimensionamiento de sistemas de bombeo y tuberías para pulpas, considerando eficiencia energética, reología y sostenibilidad.
 - ❖ **Gestión ambiental y planes de cierre:** Identificación de impactos, aplicación de estrategias de control ambiental, y desarrollo de planes de cierre bajo normativas internacionales.
 - ❖ **Toma de decisiones basada en datos:** Integración de resultados experimentales, modelaciones y análisis técnico para la mejora continua de procesos.
 - ❖ **Aplicación práctica en casos reales:** Desarrollo de un proyecto final aplicado a la industria, fortaleciendo habilidades técnicas, liderazgo y comunicación profesional.
- 



POR QUÉ ELEGIR ESTE PROGRAMA

- ❖ **Cuerpo Académico Reconocido:** Este programa está impartido por expertos reconocidos a nivel mundial, con una amplia experiencia en la investigación y aplicación práctica en el ámbito de los relaves mineros.
 - ❖ **Flexibilidad y Accesibilidad:** La modalidad del programa combina clases en vivo con contenido asincrónico, ofreciendo la posibilidad de estudiar a su propio ritmo y sin interrumpir la vida laboral, con acceso 24/7 a un aula virtual.
 - ❖ **Enfoque Teórico-Práctico:** A través de estudios de caso y ejemplos reales, los participantes podrán aplicar los conceptos teóricos a situaciones concretas, fortaleciendo así su capacidad de resolver problemas complejos en la gestión de relaves.
 - ❖ **Certificación de Alta Reputación:** Obtener un certificado emitido por un programa especializado en gestión de relaves mineros proporciona un valor adicional a los profesionales, destacándolos en un mercado laboral altamente competitivo.
 - ❖ **Actualización Constante y Vanguardia Tecnológica:** El contenido del programa se mantiene actualizado con las últimas innovaciones tecnológicas y normativas, asegurando que los profesionales se mantengan al día en un sector en constante evolución.
- 



PROYECCIÓN LABORAL Y OPORTUNIDADES PROFESIONALES

Los egresados de este postítulo estarán preparados para desempeñarse en roles de alta especialización técnica y liderazgo en:

Operación y optimización de procesos en plantas de espesamiento y transporte de relaves, aplicando criterios de eficiencia, seguridad y sostenibilidad.

Consultoría en diseño de depósitos, reología de pulpas, y gestión de cierre conforme a normativas nacionales e internacionales.

Proyectos de innovación y sostenibilidad, liderando iniciativas de mejora tecnológica, uso eficiente del agua y reducción de impacto ambiental en relaves mineros.

Posiciones clave en empresas mineras, proveedoras y centros de investigación, con énfasis en áreas de operaciones, ingeniería de procesos, medio ambiente y desarrollo de tecnologías.

Diferenciación profesional en el sector, gracias al dominio de herramientas avanzadas y conocimientos de frontera aplicables a desafíos reales de la industria minera.



CUERPO ACADÉMICO

❖ **Dr. Luke Clarkson**

- Civil Engineering, University of Queensland, Australi
- PhD in Geotechnical Engineering, University of Queensland, Australia

❖ **Dr. Matías Silva**

- Ingeniero Civil, Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile
- PhD in Civil Engineering, Université Grenoble Alpes, Francia

❖ **Dr. Ricardo Jeldres**

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

❖ **MSc Claudia Castillo**

- Ingeniera Ambiental, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- Ingeniera Civil Química, Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- Magíster en Ciencias de la Ingeniería c/m en Metalurgia Extractiva, Universidad de Chile, Chile.

❖ **MSc. José Luis de la Cruz**

- Superintendente de Relaves – Minera Kinross, Chile
- Ingeniero Químico, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- MBA en Administración de Negocios, Miami.

❖ **Dr. Gerardo Zamora**

- Ingeniero Metalúrgico, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.
- Doctor en Metalurgia, Universidad RWTH Aachen, Alemania.

❖ **Dr. Williams Leiva**

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

❖ **Dr. Steven Nieto**

- Ingeniero de Materiales, Universidad de Antioquía, Colombia.
- Doctor en Ingeniería de Procesos de Minerales, Universidad de Antofagasta, Chile.

❖ **MSc Mauricio Villanueva**

- Ingeniero Civil Metalúrgico, Universidad Católica del Norte, Chile.
- Magíster en Ingeniería Industrial, Universidad Católica del Norte, Chile.

❖ **Ing. Danilo Muñoz**

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