

Planificación y Diseño de Minas Superficiales con MinePlan

Ingeniería | Ingeniería de Minas | para estudiantes universitarios | 16 semanas

Descripción del Curso

Este curso ofrece una formación integral en la planificación y diseño de minas superficiales, enfocándose en el desarrollo de habilidades prácticas mediante el uso del software MinePlan, una herramienta líder en la industria minera. Está dirigido a estudiantes universitarios de ingeniería de minas que deseen profundizar en los aspectos técnicos y operativos de la explotación minera a cielo abierto.

A lo largo del curso, se abordarán fundamentos teóricos esenciales para comprender la geología, diseño de bancos, sistemas de perforación y voladura, y planificación de producción. Además, el curso enfatiza un enfoque metodológico activo y aplicado, combinando clases teóricas, análisis de casos reales y ejercicios prácticos con MinePlan para que los estudiantes desarrollen competencias técnicas y analíticas.

Al finalizar, los estudiantes serán capaces de planificar y diseñar operaciones mineras superficiales eficientes, seguras y sostenibles, utilizando herramientas digitales avanzadas que faciliten la toma de decisiones en la ingeniería de minas.

Objetivos Generales

- Comprender y analizar los principios fundamentales de la minería superficial y su impacto en el diseño de minas.
- Diseñar modelos digitales de minas superficiales utilizando el software MinePlan con precisión técnica adecuada.
- Planificar operaciones mineras optimizando recursos, costos y seguridad mediante simulaciones digitales.
- Evaluar críticamente diferentes escenarios de planificación minera utilizando herramientas computacionales.
- Comunicar resultados de planificación minera a través de reportes técnicos y presentaciones profesionales.

Competencias

- Aplicar principios de ingeniería y geología para diseñar minas superficiales eficientes y seguras.
- Utilizar el software MinePlan para modelar y planificar operaciones mineras a cielo abierto.
- Analizar y optimizar parámetros de diseño como bancos, bermas y rampas en función de condiciones geotécnicas y operativas.
- Desarrollar planes de producción minera considerando aspectos económicos, ambientales y de seguridad.
- Interpretar resultados y generar reportes técnicos profesionales utilizando herramientas digitales.
- Trabajar colaborativamente en la resolución de problemas complejos de planificación minera mediante simulaciones y modelaciones.

Requerimientos

- Conocimientos básicos de geología y minería.
- Fundamentos de matemáticas aplicadas a la ingeniería (álgebra, trigonometría y cálculo básico).
- Familiaridad con el uso de software en ingeniería o computación básica.
- Acceso a computadora con licencia o versión educativa de MinePlan.
- Material bibliográfico básico sobre minería superficial y planificación minera.

Unidades del Curso

Unidad 1: Introducción a la minería superficial y planificación minera

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar y describir los conceptos básicos de la minería a cielo abierto y los distintos tipos de minas superficiales, utilizando terminología técnica adecuada.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de explicar la importancia de la planificación minera en la ingeniería de minas y su impacto en el diseño y operación de minas superficiales, mediante ejemplos prácticos.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar los factores clave que influyen en la planificación minera, evaluando sus implicaciones en la optimización de recursos, costos y seguridad.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar esquemas y diagramas básicos de planificación minera, relacionándolos con principios fundamentales de minería superficial para apoyar el diseño en MinePlan.

Contenidos Temáticos

1. Conceptos básicos de minería a cielo abierto

- Definición y características de la minería superficial: explicación de qué es la minería a cielo abierto, sus diferencias con la minería subterránea y sus ventajas y desventajas.
- Terminología técnica esencial: conceptos clave como banco, frente de trabajo, talud, bermas, cortas, bench, rampa, y otros términos propios de la minería superficial.
- Historia y evolución de la minería superficial: breve recorrido histórico y tecnologías asociadas.

2. Tipos de minas superficiales

- Clasificación general: minas a cielo abierto, canteras, minas de lecho abierto, minas de extracción en tajos y minas de dragado.
- Características y usos de cada tipo: descripción técnica y ejemplos de aplicación en la industria minera.
- Consideraciones geológicas y ambientales para la selección del tipo de mina superficial.

3. Importancia de la planificación minera en la ingeniería de minas

- Definición y objetivos de la planificación minera: qué es la planificación y cuáles son sus metas en la minería superficial.
- Impacto de la planificación en el diseño y operación: cómo influye en la eficiencia, productividad, seguridad y sostenibilidad.
- Ejemplos prácticos: casos ilustrativos donde la planificación adecuada mejora resultados y reduce riesgos.

4. Factores clave que influyen en la planificación minera

- Factores geológicos y geotécnicos: influencia de la litología, estructura, estabilidad de taludes y condiciones hidrogeológicas.
- Factores económicos: costos de operación, inversión, mercado y valorización de recursos.
- Factores ambientales y sociales: normativas, impacto ambiental, comunidades y aspectos legales.
- Factores técnicos y operativos: disponibilidad de maquinaria, tecnología, seguridad y logística.
- Análisis de implicaciones para optimización de recursos, costos y seguridad.

5. Interpretación de esquemas y diagramas básicos de planificación minera

- Tipos de esquemas y diagramas utilizados en minería superficial: planos de bloques, mapas de taludes, diagramas de flujos operativos.
- Principios fundamentales para interpretar diagramas: relación entre elementos gráficos y datos técnicos.
- Aplicación práctica en MinePlan: cómo estos esquemas apoyan el diseño y planificación en el software.
- Ejercicios de análisis e interpretación de ejemplos gráficos básicos.

Actividades

Actividad 1: Glosario técnico de minería superficial

Objetivo: Contribuye al primer objetivo de la unidad sobre identificación y descripción de conceptos básicos y terminología técnica.

Descripción:

- Los estudiantes investigan y definen un conjunto de términos técnicos clave relacionados con minería a cielo abierto.
- Cada estudiante elabora una ficha con definición, ilustración y ejemplo de aplicación real.
- Se comparten y discuten las definiciones en clase para aclarar dudas y estandarizar términos.

Organización: Individual

Producto esperado: Glosario impreso o digital con al menos 15 términos técnicos explicados.

Duración: 1 sesión (2 horas)

Actividad 2: Análisis comparativo de tipos de minas superficiales

Objetivo: Relacionado con el primer objetivo, para describir y diferenciar los distintos tipos de minas superficiales.

Descripción:

- En grupos pequeños, los estudiantes investigan un tipo específico de mina superficial, incluyendo características técnicas y aplicaciones.
- Preparan una presentación con imágenes, ventajas, desventajas y ejemplos industriales.
- Se realiza una sesión de presentaciones y debate comparativo entre los grupos.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes

Producto esperado: Presentación grupal con análisis comparativo y conclusiones.

Duración: 2 sesiones (4 horas)

Actividad 3: Estudio de caso sobre planificación minera

Objetivo: Apoya el segundo y tercer objetivo, explicando la importancia de la planificación y analizando factores clave.

Descripción:

- Se entrega un caso real o simulado con datos básicos de una mina superficial que requiere planificación.
- Los estudiantes analizan los factores geológicos, económicos, ambientales y técnicos involucrados.
- Elaboran un informe que describa la importancia de la planificación en ese contexto, proponiendo recomendaciones para optimizar recursos y seguridad.
- Discusión grupal para compartir hallazgos y conclusiones.

Organización: Parejas o grupos pequeños

Producto esperado: Informe escrito y exposición oral breve.

Duración: 2-3 sesiones (5-6 horas en total)

Actividad 4: Interpretación de diagramas de planificación minera usando MinePlan

Objetivo: Vinculado al cuarto objetivo, interpretar esquemas y diagramas para apoyar el diseño en MinePlan.

Descripción:

- Se proporcionan esquemas básicos y diagramas de planificación minera.
- Los estudiantes practican la interpretación de estos gráficos, identificando elementos clave y relacionándolos con principios de minería superficial.
- Con apoyo del instructor, se realiza una introducción básica al entorno de MinePlan para visualizar cómo estos diagramas se usan en la herramienta.
- Los estudiantes elaboran un reporte donde describen la función y utilidad de cada esquema analizado.

Organización: Individual

Producto esperado: Reporte de interpretación gráfica y breve demostración en MinePlan.

Duración: 2 sesiones (4 horas)

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre minería a cielo abierto, tipos de minas superficiales y terminología básica.

Cómo se evalúa: Cuestionario corto con preguntas definitorias y de opción múltiple.

Instrumento sugerido: Test escrito o en plataforma digital al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la comprensión de conceptos, aplicación práctica de análisis y habilidades de interpretación gráfica.

Cómo se evalúa: Revisión continua de actividades (glosario, presentaciones, informes y reportes), participación en debates y ejercicios en MinePlan.

Instrumento sugerido: Rúbricas de evaluación para actividades prácticas y observación directa durante las sesiones.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Dominio integral de los conceptos básicos, la importancia y factores de planificación minera, y la capacidad de interpretar esquemas para el diseño con MinePlan.

Cómo se evalúa: Examen escrito que incluya preguntas teóricas y análisis de casos, más una prueba práctica de interpretación de diagramas y uso básico de MinePlan.

Instrumento sugerido: Examen escrito y práctica en laboratorio o virtual con MinePlan.

Unidad 2: Fundamentos geológicos aplicados a la planificación minera

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de identificar las características geológicas y geotécnicas relevantes que afectan el diseño y la extracción en minas superficiales, utilizando mapas y datos geológicos proporcionados.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar la influencia de las propiedades del terreno en la planificación minera, aplicando criterios técnicos para evaluar la estabilidad y viabilidad de taludes y excavaciones.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar informes geológicos y geotécnicos para fundamentar decisiones en el diseño de minas superficiales, justificando sus conclusiones con base en la evidencia científica.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de aplicar conceptos geológicos en la modelación digital de yacimientos utilizando MinePlan, garantizando la precisión en la representación de las características del terreno.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a la geología aplicada a la minería superficial

- Conceptos básicos de geología minera: definición, importancia y alcance en la minería superficial.

- Relación entre geología y planificación minera: cómo las características geológicas influyen en el diseño de minas.
- Tipos de depósitos minerales y su génesis: clasificación y características relevantes para la explotación.

2. Características geológicas esenciales para el diseño y extracción en minas superficiales

- Rocas y minerales: identificación, propiedades físicas y químicas importantes para la planificación minera.
- Estructuras geológicas: fallas, plegamientos, diaclasas y su impacto en la estabilidad y explotación.
- Mapas geológicos y su interpretación: lectura, análisis de simbología y extracción de información útil.
- Datos geológicos: tipos, fuentes, calidad y uso en la planificación minera.

3. Propiedades geotécnicas del terreno y su influencia en la planificación minera

- Propiedades mecánicas de rocas y suelos: resistencia, cohesión, ángulo de fricción interna.
- Estabilidad de taludes: factores que influyen, métodos de evaluación y análisis de riesgo.
- Condiciones hidrogeológicas: influencia del agua subterránea en la estabilidad y diseño de excavaciones.
- Evaluación geotécnica para la planificación de taludes y excavaciones en minas superficiales.

4. Interpretación de informes geológicos y geotécnicos para la toma de decisiones

- Estructura y contenido de los informes geológicos y geotécnicos: componentes clave y su significado.
- Análisis crítico de datos y resultados: validación y verificación de información para soporte en diseño.
- Integración de la información geológica y geotécnica en la planificación minera.
- Justificación técnica basada en evidencia para el diseño y decisiones operativas en minas superficiales.

5. Aplicación de conceptos geológicos en la modelación digital con MinePlan

- Introducción a MinePlan: funciones principales y módulos relacionados con geología y geotecnia.
- Importación y manejo de datos geológicos en MinePlan: formatos, calidad y preparación.
- Modelación digital de yacimientos: creación, validación y ajuste del modelo geológico.
- Representación precisa de las características del terreno para planificación minera.
- Integración de modelos geológicos con análisis geotécnicos en MinePlan.

Actividades

Actividad 1: Análisis y reconocimiento de mapas geológicos

Objetivo: Identificar las características geológicas y geotécnicas relevantes para el diseño minero utilizando mapas y datos geológicos.

Descripción:

- Se entregan a los estudiantes mapas geológicos de un área minera hipotética.
- Los estudiantes deben identificar y señalar en el mapa los tipos de roca, estructuras geológicas y zonas de interés mineralógico.

- Discusión en clase sobre la implicancia de cada característica para la planificación y diseño de la mina.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe grupal con análisis del mapa y conclusiones sobre características geológicas relevantes.

Duración estimada: 2 horas.

Actividad 2: Evaluación de la estabilidad de taludes a partir de datos geotécnicos

Objetivo: Analizar la influencia de las propiedades del terreno en la planificación minera aplicando criterios técnicos para evaluar estabilidad.

Descripción:

- Se proporcionan datos geotécnicos (cohesión, ángulo de fricción, densidad) de muestras de roca y suelo.
- Los estudiantes realizarán cálculos básicos de estabilidad de taludes utilizando métodos simplificados.
- Se discuten resultados y recomendaciones para el diseño del talud en el área estudiada.

Organización: Individual o parejas.

Producto esperado: Reporte técnico con cálculos y recomendaciones.

Duración estimada: 3 horas.

Actividad 3: Interpretación crítica de un informe geológico y geotécnico

Objetivo: Interpretar informes para fundamentar decisiones en el diseño de minas superficiales con justificación científica.

Descripción:

- Se entrega un informe geológico y geotécnico real o elaborado para la actividad.
- Los estudiantes deben analizar el informe, identificar puntos clave y posibles limitaciones.
- Generan una propuesta de diseño basada en la evidencia del informe, justificando sus decisiones.

Organización: Grupos de 3 estudiantes.

Producto esperado: Presentación escrita y oral del análisis y propuesta.

Duración estimada: 4 horas.

Actividad 4: Modelación digital de un yacimiento con MinePlan

Objetivo: Aplicar conceptos geológicos en la modelación digital usando MinePlan para representar con precisión características del terreno.

Descripción:

- Se proporciona un conjunto de datos geológicos para importar en MinePlan.
- Los estudiantes crean un modelo digital del yacimiento, aplicando correcciones y validaciones.
- Realizan ajustes para reflejar estructuras y propiedades geotécnicas relevantes.
- Discuten la importancia de la precisión del modelo para la planificación minera.

Organización: Individual.

Producto esperado: Archivo del modelo digital, con informe breve que describa el proceso y resultados.

Duración estimada: 5 horas.

Evaluación

Evaluación diagnóstica

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre geología básica, interpretación de mapas y conceptos geotécnicos.

Cómo se evalúa: Cuestionario escrito o digital con preguntas de opción múltiple, verdadero/falso y respuestas cortas.

Instrumento sugerido: Test diagnóstico de 20 preguntas aplicado al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en la identificación y análisis de datos geológicos y geotécnicos, interpretación de informes y aplicación práctica en MinePlan.

Cómo se evalúa: Revisión y retroalimentación continua de las actividades 1, 2 y 3, con énfasis en la precisión y justificación técnica.

Instrumento sugerido: Rúbrica de desempeño para informes y presentaciones, observación directa y cuestionarios breves post-actividad.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Competencia integral para identificar características geológicas, analizar propiedades del terreno, interpretar informes y modelar digitalmente con MinePlan.

Cómo se evalúa: Proyecto final que incluya:

- Análisis detallado de un área minera con mapas y datos geológicos.
- Evaluación de estabilidad y recomendaciones geotécnicas.
- Interpretación crítica de un informe geológico/geotécnico.
- Modelación digital del yacimiento con MinePlan.

Instrumento sugerido: Rúbrica de proyecto integral que valore contenido técnico, claridad, uso adecuado de herramientas y justificación científica.

Unidad 3: Elementos de diseño en minas superficiales

Objetivos de Aprendizaje

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de analizar las características técnicas y de seguridad de bancos, bermas, taludes y rampas en minas superficiales utilizando criterios normativos y mejores prácticas.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar bancos, bermas, taludes y rampas en un modelo digital mediante el software MinePlan, aplicando parámetros técnicos que garanticen estabilidad y seguridad.

- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de evaluar el impacto del diseño de elementos mineros superficiales sobre la operación general de la mina, considerando aspectos de seguridad y eficiencia operacional.
- Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de justificar decisiones de diseño para elementos de minas superficiales mediante reportes técnicos que integren análisis técnicos y consideraciones de seguridad.

Contenidos Temáticos

1. Introducción a los elementos de diseño en minas superficiales

- Definición y función de bancos, bermas, taludes y rampas en minería superficial.
- Importancia del diseño adecuado para la seguridad y eficiencia operativa.
- Normativas y estándares nacionales e internacionales aplicables.

2. Análisis técnico y de seguridad de bancos

- Características geométricas de los bancos: altura, ancho y pendiente.
- Estabilidad de bancos: factores que afectan la integridad estructural.
- Normas y mejores prácticas para la configuración segura de bancos.
- Evaluación de riesgos asociados con la operación y mantenimiento de bancos.

3. Diseño y función de bermas en minas superficiales

- Concepto y propósito de las bermas.
- Dimensiones típicas de bermas y criterios de diseño para estabilidad y seguridad.
- Relación entre bermas y taludes: medidas preventivas contra deslizamientos.
- Implementación de bermas en modelos digitales con MinePlan.

4. Taludes: análisis, diseño y estabilidad

- Definición y tipos de taludes en minas superficiales.
- Factores geotécnicos que influyen en la estabilidad de taludes.
- Métodos de análisis de estabilidad: análisis gráfico, numérico y software especializado.
- Parámetros de diseño aplicables en MinePlan para taludes seguros y eficientes.
- Medidas de mitigación y control de riesgos asociados a taludes.

5. Diseño y evaluación de rampas en minería superficial

- Tipos y funciones de rampas en minas a cielo abierto.
- Parámetros geométricos clave: anchura, pendiente, radios de giro y peraltes.
- Normas de seguridad y operatividad en diseño de rampas.
- Incorporación de rampas en modelos digitales mediante MinePlan.
- Impacto del diseño de rampas en la eficiencia operativa y seguridad.

6. Uso de MinePlan para el diseño de elementos en minas superficiales

- Introducción a las herramientas específicas de MinePlan para bancos, bermas, taludes y rampas.
- Configuración de parámetros técnicos en MinePlan para garantizar estabilidad y seguridad.
- Procedimientos paso a paso para modelar y ajustar elementos mineros.
- Visualización y análisis de resultados dentro del software.

7. Evaluación del impacto del diseño en la operación general de la mina

- Relación entre diseño de elementos y productividad minera.
- Seguridad operacional y prevención de accidentes.
- Optimización de recursos y costos mediante un diseño integrado.
- Estudios de casos reales y simulaciones en MinePlan.

8. Elaboración de reportes técnicos para la justificación del diseño

- Estructura y contenido de reportes técnicos profesionales.
- Integración de análisis técnicos con consideraciones de seguridad.
- Presentación clara y fundamentada de decisiones de diseño.
- Uso de gráficos, tablas y capturas de MinePlan en los reportes.
- Revisión y retroalimentación de reportes para mejora continua.

Actividades

Actividad 1: Análisis crítico de casos reales de bancos, bermas, taludes y rampas

Objetivo: Desarrollar la capacidad de analizar características técnicas y de seguridad utilizando criterios normativos y mejores prácticas.

Descripción:

- Se entregan varios casos de estudio con imágenes, planos y datos técnicos de minas superficiales.
- Los estudiantes, en grupos pequeños, identifican problemas técnicos o de seguridad presentes en el diseño de bancos, bermas, taludes o rampas.
- Discuten normas aplicables y proponen recomendaciones de mejora fundamentadas.
- Presentan sus análisis al resto de la clase para discusión.

Organización: Grupos de 3-4 estudiantes.

Producto esperado: Informe escrito y presentación oral con análisis crítico y propuestas.

Duración estimada: 3 horas.

Actividad 2: Diseño práctico de elementos mineros superficiales en MinePlan

Objetivo: Diseñar bancos, bermas, taludes y rampas en un modelo digital aplicando parámetros técnicos y asegurando estabilidad y seguridad.

Descripción:

- Se proporciona un modelo base de mina superficial en MinePlan.
- Los estudiantes individualmente realizan el diseño de bancos, bermas, taludes y rampas según parámetros técnicos y normativos.
- Se realizan simulaciones y ajustes para garantizar estabilidad.
- Documentan el proceso y resultados obtenidos dentro del software.

Organización: Individual.

Producto esperado: Archivo de proyecto MinePlan con diseño completo y documento resumen del proceso.

Duración estimada: 5 horas.

Actividad 3: Evaluación del impacto del diseño en la operación minera

Objetivo: Evaluar cómo el diseño de elementos afecta la operación general, seguridad y eficiencia.

Descripción:

- Partiendo del diseño realizado en MinePlan, los estudiantes analizan indicadores operativos relacionados (tiempos de transporte, zonas de riesgo, accesibilidad).
- Comparan distintos escenarios de diseño y discuten ventajas y desventajas.
- Elaboran un reporte que justifique el diseño seleccionado considerando seguridad y eficiencia.

Organización: Parejas.

Producto esperado: Reporte técnico con análisis comparativo y conclusiones.

Duración estimada: 4 horas.

Actividad 4: Elaboración y presentación de un reporte técnico integral

Objetivo: Justificar decisiones de diseño mediante reportes profesionales integrando análisis técnicos y consideraciones de seguridad.

Descripción:

- Los estudiantes preparan un reporte técnico que incluya diseño, análisis y evaluación del impacto.
- Integran gráficos y capturas de MinePlan para ilustrar el diseño.
- Presentan el reporte ante el grupo y reciben retroalimentación.
- Realizan ajustes finales basados en comentarios recibidos.

Organización: Individual.

Producto esperado: Reporte técnico completo y presentación oral.

Duración estimada: 3 horas.

Evaluación**Evaluación diagnóstica**

Qué se evalúa: Conocimientos previos sobre elementos de diseño en minas superficiales y uso básico de MinePlan.

Cómo se evalúa: Cuestionario de opción múltiple y preguntas abiertas sobre características y funciones básicas.

Instrumento sugerido: Prueba escrita o en plataforma virtual al inicio de la unidad.

Evaluación formativa

Qué se evalúa: Progreso en análisis, diseño y evaluación mediante actividades prácticas.

Cómo se evalúa: Revisión de informes parciales, observación durante actividades en MinePlan, retroalimentación continua.

Instrumento sugerido: Listas de cotejo para actividades, observación directa, rúbricas para informes y presentaciones.

Evaluación sumativa

Qué se evalúa: Capacidad para analizar, diseñar, evaluar impacto y justificar decisiones mediante un reporte técnico integral y presentación.

Cómo se evalúa: Calificación del reporte final y presentación oral con base en rúbrica que contemple análisis técnico, aplicación de normas, claridad, uso de MinePlan y argumentación.

Instrumento sugerido: Rúbrica detallada para reporte técnico y presentación oral.

Unidad 4: Introducción al software MinePlan

Unidad 5: Modelación geológica y topográfica en MinePlan

Unidad 6: Diseño detallado de bancos y taludes con MinePlan

Unidad 7: Planificación de perforación y voladura

Unidad 8: Programación y simulación de producción minera

Unidad 9: Evaluación económica y ambiental en la planificación minera

Unidad 10: Seguridad y gestión de riesgos en minas superficiales

Unidad 11: Integración de datos y generación de reportes técnicos

Unidad 12: Taller práctico de diseño y planificación minera con MinePlan I

Unidad 13: Taller práctico de diseño y planificación minera con MinePlan II

Unidad 14: Presentación y defensa de proyectos de planificación minera

Unidad 15: Tendencias y tecnologías emergentes en minería superficial

Unidad 16: Evaluación final y retroalimentación