

# Diploma de Postítulo en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero

7<sup>a</sup>. Versión

2022-2023

Modalidad Online

**Javier Vallejos**

Director Académico

Departamento Ingeniería de Minas

Universidad de Chile

## Introducción

El Departamento Ingeniería de Minas de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, ofrece a la comunidad minera el Diploma de Postítulo en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero.

Este programa responde a un requerimiento actual de la industria minera a nivel nacional e internacional, la cual se ve enfrentada a nuevos desafíos entre los que se destacan: la profundización de los yacimientos, leyes más bajas, construcciones en condiciones de altos esfuerzos, interacciones entre minería a cielo abierto y subterránea, entre otros. Estos factores enmarcan nuevos escenarios en los que resulta indispensable disponer de herramientas como la Geomecánica; área fundamental para optimización del diseño y negocio minero.

Este Diploma está orientado a profesionales con experiencia en temas ligados a la industria minera, que busquen una especialización en el área de geomecánica y diseño minero. Nuestro programa se encuentra a la vanguardia de la disciplina y cubre contenidos en temas como: fundamentos de mecánica de rocas, excavación en roca, geomecánica en explotaciones subterráneas y a cielo abierto, además de aplicaciones de modelamiento numérico y casos de estudio.

## Objetivos

El principal objetivo de este programa es lograr que los y las asistentes conozcan y apliquen los procesos y metodologías que forman parte del proceso de geomecánica en el diseño minero, para que de esta manera den paso a un cuestionamiento y se enfoquen en la búsqueda de mejores prácticas que apliquen a su realidad profesional.

Al finalizar el programa las y los alumnos serán capaces de:

- Entregar los conceptos fundamentales de la mecánica de rocas, apoyado en actividades prácticas.
- Describir y analizar los conocimientos y conceptos para realizar excavaciones en roca, incluyendo aspectos relevantes como el diseño de soporte, reforzamiento del macizo y perforación y tronadura.
- Comprender los fenómenos físicos que determinan la funcionalidad e interferencias operacionales en los métodos de explotación subterráneos selectivos y masivos.

- Conocer las herramientas geomecánicas aplicadas en el diseño minero a cielo abierto, considerando aspectos de estabilidad, riesgo y metodologías de control y monitoreo.
- Entender las etapas necesarias para la construcción de un modelo numérico; la identificación y cuantificación de parámetros, la importancia de la geometría y la interpretación de los resultados en términos de la aceptabilidad del diseño.
- Aplicar los aspectos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del Diploma, a través de un caso de estudio proveniente de su experiencia profesional.

## Organización del Programa

El Diploma en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero se divide en 6 módulos intensivos de cinco días de duración cada uno:

1. Fundamentos de Mecánica de Rocas
2. Excavaciones en Roca
3. Geomecánica en Minería Subterránea, Selectiva y Masiva
4. Geomecánica en Minería a Cielo Abierto
5. Modelamiento Numérico en Geomecánica
6. Seminario de Caso de Estudio

El Programa contempla un total de 260 horas:

- Docencia sincrónica: 216 horas
- Estudio personal entre cursos asincrónica: 44 horas

Se requiere que los y las estudiantes tengan un manejo adecuado del idioma inglés, de modo que puedan estudiar el material bibliográfico entregado, como parte del contenido de este Diploma.

A la docencia se debe agregar el trabajo personal de cada estudiante, en períodos de receso del programa, orientado a preparar cada curso.

Las actividades se organizarán en módulos: un curso por mes de una semana de duración (lunes a viernes) cada uno, de modo de facilitar la asistencia de profesionales trabajando en faenas.

## Calendario 2022-2023

	CURSOS	FECHA	PROFESORES
1	Fundamentos de Mecánica de Rocas	4, 5, 6, 12 y 13 mayo	Kimie Suzuki, Sofia Rebolledo, Patricio Cavieres
2	Excavaciones en Roca	15, 16, 17, 23 y 24 junio	Luis Felipe Orellana Alejandro Muñoz
3	Geomecánica en Minería Subterránea, Selectiva y Masiva	1 al 5 agosto	Javier Vallejos, Eduardo Rojas
4	Geomecánica en Minería a Cielo Abierto	26 al 30 de septiembre	Manuel Rapimán
5	Modelamiento Numérico en Geomecánica	7 al 11 de noviembre	Javier Vallejos
6	Seminario de Casos de Estudio	13 al 17 de marzo, 2023	Javier Vallejos, Lorena Burgos

## Horario

Lunes a viernes 9:00 a 13:00 y 14:00 a 18:00 horas.

## Formato

Modalidad online en plataforma ZOOM.

## Organizador

Departamento Ingeniería de Minas - Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, Beauchef 850 – Santiago Centro.

## Evaluación

Cada uno de los cursos del programa se evaluará por separado y mediante controles/lecturas/presentaciones/informes y/o examen.

- La nota mínima de aprobación es 4.0; escala de 1.0 a 7.0.
- Cada curso deberá contar con 85% de asistencia mínima.

## Profesores del Programa

Profesores	Título, Grado	Universidad
Lorena Burgos	Magíster	Universidad de Chile
Patricio Cavieres	I. C. Minas, Magíster	Universidad de Santiago, Chile
Alejandro Muñoz	Ing. Civil	Universidad de Chile
Manuel Rapimán	Ing. Civil de Minas	Universidad de Chile
Sofía Rebolledo	Geóloga, MSc	The University of Leeds, Inglaterra
Luis Felipe Orellana	I. C. Minas, PhD	Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Suiza
Eduardo Rojas	I. C. Minas, PhD	Curtin University, Australia
Kimie Suzuki	I. C. Minas, PhD	University of New South Wales, Australia
Javier Vallejos	Ing. Civil, PhD	Queen's University, Canadá

## Requisitos de Admisión y Postulación

Podrán postular al Programa quienes cumplan con las siguientes formalidades:

- Estar en posesión del Grado de Licenciado en una disciplina afín al programa. Asimismo, podrán postular quienes posean un título profesional cuyo nivel, contenido y duración de estudios correspondan a una formación equivalente a la del grado de Licenciado en la Universidad de Chile. Éste deberá acreditarse mediante fotocopia notarial del certificado correspondiente.
- Currículum vitae.
- Formulario de postulación <https://forms.gle/rWZMCiCkDkF4tEP46>.

El proceso de postulación está abierto y finaliza el **25 de marzo, 2022**.

Los cupos se ofrecen por estricto orden de inscripción y cumplimiento de requisitos.

Cada postulación será resuelta por el Director Académico del Programa quién decidirá la aceptación o rechazo a su admisión, según los antecedentes presentados.

## Valores y Forma de Pago

El programa tiene un costo total de \$ 4.640.000 - US\$ 5.950 y la forma de pago dependerá si es financiado de manera personal o patrocinado por la empresa.

- Todo postulante al ser aceptado deberá cancelar una inscripción\* de \$ 500.000 - US\$ 650, para asegurar su cupo en el Programa; este monto será descontado del total del programa. Plazo máximo [25 de marzo](#).
- El valor del programa en dólares podrá variar dependiendo el tipo de cambio publicado por la U. de Chile (se considera t/c \$ 780) el valor final se ratificará en el momento de pago.
- Alumnos y alumnas patrocinadas por empresas en Chile, deberán formalizar mediante O/C. Plazo máximo [25 de marzo](#).
- Alumnos particulares o extranjeros deberán formalizar el pago antes del inicio de cada curso durante el desarrollo del Programa.
- Al término del Diploma en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero, deberá estar pagado en su totalidad (13 de marzo, 2023).
- Forma de pago personal es a través de transferencia electrónica o webpay.

\*En caso de retiro del Diploma, el valor de la inscripción no será reembolsable. Y ese monto podrá ser usado para otro curso o para otra versión del Diploma.

El Diploma en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero no cuenta con franquicia SENCE (Chile).

### NOTA:

Para cursar el Programa de Postítulo en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero dictado por Ingeniería de Minas, se considera que cada estudiante dedique exclusividad a los horarios de clases, para un buen rendimiento y aprendizaje en cada módulo. En caso contrario si el/la estudiante trabaja simultáneamente cuando se dictan las clases, será de exclusiva responsabilidad de cada un@ su rendimiento y cumplir con las evaluaciones en los tiempos establecidos por cada módulo y la coordinación académica del programa. No podrá ser justificación su turno de trabajo por las inasistencias o no rendir las evaluaciones.

## Certificado

A la aprobación de todos los requisitos del programa, el estudiante recibirá un Diploma de Postítulo en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero, emitido por la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile.

## Contacto

Ingrid Thiele – Verónica Möller  
[diploma@minas.uchile.cl](mailto:diploma@minas.uchile.cl)  
Departamento Ingeniería de Minas  
Universidad de Chile

## Observaciones

1. Los organizadores se reservan el derecho a cancelar el Diploma, si los inscritos no se ajustan a un número mínimo necesario y/o por motivos de fuerza mayor.
2. La confirmación definitiva del programa se comunicará el viernes 25 de marzo, 2022.
3. Ante la eventualidad del retiro de algún docente, el Programa se compromete a encontrar un reemplazante adecuado.
4. Al concluir del Diploma en Geomecánica Aplicada al Diseño Minero. Cada módulo podría convalidar ramos para la continuidad de estudios de Postgrado y de aprobar los cursos obtener el grado académico equivalente al Magíster en Minería.



Anexo

## Programa Académico

Diploma

# Geomecánica Aplicado al Diseño Minero





## *CURSO: FUNDAMENTOS DE MECÁNICA DE ROCAS*

Profesores: Kimie Suzuki - Sofía Rebolledo - Patricio Cavieres

### *OBJETIVOS*

El propósito de este módulo es entregar a los participantes los conocimientos y conceptos fundamentales de la mecánica de rocas, apoyado en actividades de laboratorio y terreno. A través de las clases teóricas y prácticas se espera que al finalizar el curso el alumno será capaz de comprender fundamentos necesarios para el análisis del comportamiento mecánico de rocas y macizos rocosos.

### *CONTENIDOS*

- Tensor de esfuerzo y deformación
- Introducción a los esfuerzos In-situ
- Ensayos de laboratorio en roca
- Comportamiento roca intacta
- Criterios de falla en roca y macizos rocosos
- Clasificaciones de macizos rocosos
- Distribución de esfuerzos alrededor de excavaciones
- Medición de esfuerzos

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

- Ejercicios prácticos aplicados al análisis geotécnico y al cálculo de esfuerzos y deformaciones, a partir del uso de software como RocLab, Dips y Examine.
- Trabajo de laboratorio enfocado a que los estudiantes comprendan los procedimientos utilizados para ensayar muestras de roca intacta y discontinuidades.
- Salida a terreno enfocada a que los estudiantes conozcan el procedimiento de toma de datos de discontinuidades y el de clasificación geotécnica de macizos rocosos.

## *CURSO: EXCAVACIONES EN ROCA*

Profesores: Luis Felipe Orellana – Alejandro Muñoz

### *OBJETIVOS*

El propósito de este módulo es entregar a los participantes los conocimientos y conceptos para realizar un diseño de soporte y reforzamiento del macizo rocoso. Se describen y analizan los aspectos más relevantes de las prácticas de excavaciones en roca, a través de perforación y tronadura.

### *CONTENIDOS*

- Estabilización del macizo rocoso
- Método convergencia confinamiento
- Análisis de estabilidad de cuñas
- Introducción a la perforación y tronadura
- Fragmentación por tronadura
- Tronaduras controladas y criterios de daño
- Instrumentación y monitoreo
- Casos de estudio

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

Ejercicios prácticos a partir del uso de software de mecánica de rocas como RocLab, Unwedge, RocSupport y RS2, aplicados al diseño de excavaciones.

## *CURSO: GEOMECÁNICA EN MINERÍA SUBTERRÁNEA SELECTIVA Y MASIVA*

Profesores: Javier Vallejos – Eduardo Rojas

### *OBJETIVOS*

Este módulo entregará a los participantes los conocimientos y conceptos fundamentales que sustentan los métodos de explotación subterráneos. Los alumnos comprenderán los fenómenos físicos que determinan la funcionalidad e interferencias operacionales en los métodos de explotación subterráneos selectivos y masivos, al igual que los conceptos geomecánicos aplicados al diseño minero.

### *CONTENIDOS*

- Aspectos geomecánicos de métodos de explotación subterránea
- Diseño de unidades básicas de explotación
  - Pilares y losas
  - Caserones
  - Secuenciamiento
- Diseño de métodos por hundimiento
  - Proceso de hundimiento
  - Sismicidad inducida
  - Fragmentación de roca y colgaduras
  - Descripción de variantes mineras
  - Abutment stress
- Diseño de infraestructura
- Subsistencia
  - Fenómeno y mecanismos de subsidencia
  - Subsidencia continua y discontinua
  - Métodos de análisis y estimación
  - Interacción rajo-subterránea

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

- Ejercicios prácticos relacionados al diseño en minería subterránea, apoyándose en el uso de metodologías empíricas y software.
- Se utilizarán, entre otros, los programas Dips, Cpillar, MineRoc y RS2 para el análisis de estabilidad.

## *CURSO: GEOMECÁNICA EN MINERÍA A CIELO ABIERTO*

Profesor: Manuel Rapimán

### *OBJETIVOS*

En este módulo los participantes conocerán las herramientas geomecánicas aplicadas en el diseño en minería a cielo abierto, evaluando la estabilidad de los diseños, los riesgos asociados y las metodologías actuales para el control y monitoreo.

### *CONTENIDOS*

- Introducción diseño minería a cielo abierto
- Mecanismos de falla e inestabilidad de taludes
- Diseño geotécnico
- Criterios de Aceptabilidad y análisis de estabilidad
- Riesgo geotécnico
- Hidrogeología en taludes mineros
- Alternativas de control de daño en taludes
- Metodologías de monitoreo

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

Ejercicios prácticos y tutoriales con software geotécnicos. Se utilizarán, entre otros, los programas Dips, Slide, Rocplane, Swedge y Rocfall para análisis de estabilidad de taludes mineros.

## *CURSO: MODELAMIENTO NUMÉRICO EN GEOMECÁNICA*

Profesor: Javier Vallejos

### *OBJETIVOS*

El objetivo de este módulo, es conocer los distintos tipos de métodos numéricos aplicados a problemas de diseño minero superficial y subterráneo. Los participantes entenderán las etapas necesarias para la construcción de un modelo numérico; la identificación y cuantificación de parámetros relevantes a incorporar en la modelación numérica, la importancia de la geometría y la interpretación de los resultados en términos de la aceptabilidad del diseño.

### *CONTENIDOS*

- Introducción al modelamiento numérico
- Tipos de métodos numéricos en mecánica de rocas
- Modelos constitutivos y criterios de falla
- Factor de seguridad y resistencia
- Modelación numérica de excavaciones subterráneas
- Análisis de estabilidad de taludes mediante técnicas numéricas
- Aplicaciones a problemas en geomecánica

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

Actividades prácticas donde el alumno tendrá la oportunidad de aplicar los conceptos en casos aplicados al modelamiento numérico en geomecánica. Esto se complementará por medio de ejercicios prácticos y tutoriales con software geotécnicos. Se utilizarán, entre otros, los programas RS2, RS3 y FLAC3D.

## *CURSO: SEMINARIO DE CASOS DE ESTUDIO*

Profesores: Javier Vallejos – Lorena Burgos

### *OBJETIVOS*

En este curso, los participantes aplicarán los aspectos teóricos y prácticos adquiridos a lo largo del Diploma.

Para este fin deberán plantear un caso de estudio, proveniente de su experiencia profesional, el cual deberán estudiar y analizar desde el punto de vista geomecánico acorde a los contenidos del curso.

Al final del módulo se deberán realizar presentaciones de los distintos temas que serán discutidos con los alumnos y profesores.

### *CONTENIDOS*

- Desarrollo de casos de estudio
- Presentaciones y discusión

### *TRABAJOS PRÁCTICOS*

- Los alumnos dispondrán de acceso a las herramientas vistas a lo largo de los módulos para el desarrollo de los casos de estudio propuestos.
- Discusión grupal de los casos de estudio propuestos

