

SÍLABO

Minería Subterránea

| | | | | |
|----------------------|-------------------|-----------------|------------------|---|
| Código | ASUC01436 | Carácter | Obligatorio | |
| Prerrequisito | Topografía Minera | | | |
| Créditos | 4 | | | |
| Horas | Teóricas | 2 | Prácticas | 4 |
| Año académico | 2024 | | | |

I. Introducción

Minería Subterránea es una asignatura obligatoria de especialidad. Se ubica en el octavo período de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería de Minas y tiene como prerrequisito la asignatura de Topografía Minera. Desarrolla, a nivel inicial, la competencia transversal Gestión de Proyectos; a nivel intermedio, la competencia específica Diseño y Desarrollo de Soluciones; y, a nivel logrado, la competencia transversal Conocimientos de Ingeniería, y las competencias específicas Análisis de Problemas y Uso de Herramientas Modernas. En virtud de lo anterior, su relevancia reside en brindar al estudiante una comprensión amplia sobre los últimos avances de diseño y selección de los métodos de explotación en minería subterránea.

Los contenidos generales que la asignatura desarrolla son los siguientes: la geología y geometría del yacimiento mineral; conocimientos de geomecánica; mecánica de rocas; aspectos económicos determinantes en la elección del método de explotación para el arranque de los recursos minerales, considerando los recursos materiales, equipos y herramientas, mano de obra, los precios de los metales, los principales indicadores y parámetros de la selección de un método de explotación subterránea.

II. Resultado de aprendizaje de la asignatura

Al finalizar la asignatura, el estudiante será capaz de diseñar el método de explotación a emplearse en un determinado yacimiento mineral mediante los estándares de calidad de operación minera, el Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería y los parámetros geomecánicos establecidos para cada tipo de macizo rocoso y yacimiento mineral.

III. Organización de los aprendizajes

| Unidad 1 Geología y geometría del yacimiento mineral | | Duración en horas | 24 |
|---|--|--------------------------|----|
| Resultado de aprendizaje de la unidad | Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de interpretar la reserva de mineral, identificando el método de explotación adecuada, utilizando los recursos de la empresa de una manera óptima, y logrando mejores rendimientos y eficiencias. | | |
| Ejes temáticos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Yacimientos mineralizados 2. Selección de método, métodos de explotación subterránea 3. Cálculo y clasificación de reservas 4. Geometría y distribución de leyes (forma, potencia, buzamiento, tamaño) 5. Condiciones geológicas e hidrológicas (mineralogía, petrografía, estructura del depósito) | | |

| Unidad 2 Conocimientos de geomecánica y geotécnica del yacimiento mineral | | Duración en horas | 24 |
|--|--|--------------------------|----|
| Resultado de aprendizaje de la unidad | Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de procesar los conocimientos del macizo rocoso solucionando labores, necesidades o inconvenientes que se le presente respecto a la geomecánica y geotécnica, instalando eficientemente las diversas alternativas de sostenimiento. | | |
| Ejes temáticos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Parámetros geomecánicos, resistencia de la matriz rocosa, espaciamiento entre fracturas, resistencia de las discontinuidades 2. Aspectos geotécnicos (mecánica de suelos y rocas) 3. Propiedades elásticas y físicas del yacimiento | | |

| Unidad 3 Mecánica de rocas | | Duración en horas | 24 |
|--|--|--------------------------|----|
| Resultado de aprendizaje de la unidad | Al finalizar la unidad, el estudiante tendrá la capacidad de evaluar sus operaciones unitarias y globales (recursos y métodos), elaborando programas y planes, controlando sus recursos, cuidando costos y atendiendo a los riesgos que se le presenten en sus actividades. | | |
| Ejes temáticos | <ol style="list-style-type: none"> 1. Investigaciones geotécnicas del terreno, mapeo 2. Interpretación y análisis de geología estructural 3. Caracterización y clasificación del macizo rocoso 4. Análisis de estabilidad subterránea, modelamiento en 2D y 3D 5. Diseño e integración de soporte con material de relleno | | |

| Unidad 4 Aspectos económicos determinantes en la elección del método de explotación | | Duración en horas | 24 |
|--|---|--------------------------|----|
| Resultado de aprendizaje de la unidad | Al finalizar la unidad, el estudiante será capaz de diseñar el método de explotación a emplearse, identificando los inconvenientes económicos y geotécnicos que se le presente en la labor, controlando los recursos, mejorando las eficiencias y rendimientos. | | |

| | |
|-----------------------|---|
| Ejes temáticos | <ol style="list-style-type: none">1. Consideraciones económicas (reservas, tonelaje, cantidad de producción, vida de la mina. Estimación de costos y análisis económico)2. Factores tecnológicos (recuperación de mina, dilución, selectividad y mecanización)3. Parámetros de aspectos ambientales (control de aperturas, selección de métodos de explotación. Diseño y determinación del método de explotación)4. Reglamento de seguridad, salud ocupacional |
|-----------------------|---|

IV. Metodología

Modalidad Presencial

Esta asignatura es eminentemente práctica, efectuando la recuperación de saberes previos, el análisis, la reconstrucción y la evaluación de los contenidos propuestos. El docente utilizará como metodología didáctica la clase magistral, la exposición dialogada, resolución de problemas, metodología basada en proyectos y el panel, incentivando la participación de los estudiantes con el objetivo de conseguir un aprendizaje activo, reflexivo y vivencial. Se enriquecerán y reforzarán los contenidos mediante la asignación de tareas y cuestionarios a través del aula virtual de la universidad.

Los estudiantes en la clase teórica participan de manera activa planteando dudas y consultas. En la clase práctica, se resuelven problemas relacionados al caso. Se enfatiza en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Como trabajo fuera de aula, realizan lecturas obligatorias, trabajos de investigación y se asignan supuestos prácticos como trabajos basados en los problemas de clase para ser resueltos de manera grupal.

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje experiencial
- Aprendizaje basado en problemas
- Clase magistral activa

Modalidad Semipresencial

Los contenidos y actividades propuestas se desarrollarán siguiendo la secuencia teórico-práctica, efectuando la recuperación de saberes previos, el análisis, la reconstrucción y la evaluación de los contenidos propuestos. El docente utilizará como metodología didáctica la clase magistral, la exposición dialogada, resolución de problemas, metodología basada en proyectos y el panel, incentivando la participación de los estudiantes con el objetivo de conseguir un aprendizaje activo, reflexivo y vivencial. Se enriquecerán y reforzarán los contenidos mediante la asignación de tareas y cuestionarios a través del aula virtual de la universidad.

Los estudiantes en la clase teórica participan de manera activa planteando dudas y consultas. En la clase práctica se resuelven problemas relacionados al caso. Se enfatiza en plantear métodos de resolución y no en los resultados. Como trabajo fuera de aula, realizan

lecturas obligatorias, trabajos de investigación y se asignan supuestos prácticos como trabajos basados en los problemas de clase para ser resueltos de manera grupal.

- Aprendizaje colaborativo
- Aprendizaje experiencial
- Aprendizaje basado en problemas
- Clase magistral activa

V. Evaluación

Modalidad Presencial

| Rubros | Unidad por evaluar | Fecha | Entregable/Instrumento Trabajos individuales | Peso parcial | Peso total |
|---------------------------------|--------------------|---------------------------------------|---|--------------|-------------|
| Evaluación de entrada | Prerrequisito | Primera sesión | Evaluación individual teórica / Prueba objetiva | 0 % | |
| Consolidado 1 C1 | 1 | Semana 1 - 4 | - Ejercicios individuales de análisis de problemas desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación. | 50 % | 20 % |
| | 2 | Semana 5 - 7 | - Ejercicios grupales de análisis de problemas desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación. | 50 % | |
| Evaluación parcial EP | 1 y 2 | Semana 8 | - Evaluación teórico-práctica individual / Prueba de Desarrollo | 25 % | |
| Consolidado 2 C2 | 3 | Semana 9 - 12 | - Ejercicios individuales de análisis de problemas desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación. | 50 % | 20 % |
| | 4 | Semana 13 - 15 | - Ejercicios grupales de análisis de problemas desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación. | 50 % | |
| Evaluación final EF | Todas las unidades | Semana 16 | - Evaluación teórico-práctica / Prueba de desarrollo | 35 % | |
| Evaluación sustitutoria* | Todas las unidades | Fecha posterior a la evaluación final | - Aplica | | |

* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores

Modalidad Semipresencial

| Rubros | Unidad por evaluar | Fecha | Entregable/Instrumento | Peso parcial | Peso total |
|------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--|--------------|-------------|
| Evaluación de entrada | Prerrequisito | Primera sesión | - Evaluación individual teórica / Prueba objetiva | 0 % | |
| Consolidado 1 C1 | 1 | Semana 1 - 3 | - Actividades virtuales | 15 % | 20% |
| | | | - Evaluación teórico-práctica / Prueba de desarrollo | 85 % | |
| Evaluación parcial EP | 1 y 2 | Semana 4 | - Evaluación teórico-práctica / Prueba de desarrollo | 25 % | |
| Consolidado 2 C2 | 3 | Semana 5 - 7 | - Actividades virtuales | 15 % | 20 % |
| | | | - Ejercicios grupales de análisis de problemas desarrollados en clase / Rúbrica de evaluación | 85 % | |
| Evaluación final EF | Todas las unidades | Semana 8 | - Evaluación teórico-práctica / Prueba de desarrollo | 35 % | |
| Evaluación sustitutoria* | Todas las unidades | Fecha posterior a la evaluación final | - Aplica | | |

* Reemplaza la nota más baja obtenida en los rubros anteriores.

Fórmula para obtener el promedio:

$$PF = C1 (20 \%) + EP (25 \%) + C2 (20 \%) + EF (35 \%)$$

VI. Bibliografía
Básica

Herrera, J. y Gómez, J. (2007). *Diseño de Explotaciones e Infraestructuras Mineras Subterráneas*. Universidad Politécnica de Madrid. Departamento de Explotación de Recursos Minerales y Obras Subterráneas. <https://at2c.short.gy/LUtbSK>

Complementaria

Aguirre, H. (2016). *Minería de procesos: fundamentos y metodología de aplicación*.

Pontificia Universidad Javeriana. <https://bit.ly/2UqxbCG>

Barton, N., Lien, R. y Lunde, J. (1974). Engineering classification of rock masses for the design of tunnel support. *Rock Mechanics*, (6), 189-236.

<https://doi.org/10.1007/BF01239496>

Bieniawski, Z. T. (1967). Mechanism of brittle fracture of rock. *International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences & Geomechanics Abstracts*, 4(4), 395-404.

[https://doi.org/10.1016/0148-9062\(67\)90030-7](https://doi.org/10.1016/0148-9062(67)90030-7)

Bieniawski, Z. T. (1976). Rock mass classification in rock engineering. *Proc. Symp. Exploration for Rock Engineering*, 1, 97-106.

Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Ley 29783. (26 de julio de 2011).

<https://cutt.ly/xmiQRi1>

Ley 30222. Modificatoria de la Ley 29783. (8 de julio de 2014). <https://cutt.ly/bmiWkt9>

Ministerio de Energía y Minas. (2017). *Modificatoria del Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en minería DS 023-2017*. <https://bit.ly/2Sp2woJ>

Ministerio de Energía y Minas. (2020). *Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería*. Ministerio de Energía y Minas. <https://bit.ly/35TEdCk>

Pla-Ortiz, F. (1994). *Fundamentos de laboreo minero*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas.

Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo, D.S 006-2014-TR. (8 de agosto de 2014). <https://cutt.ly/zmiW0Xt>

Reglamento de Seguridad y Salud en el trabajo, DS 005-2012-TR. (1 de noviembre de 2016). <https://cutt.ly/QmiRRkh>

VII. Recursos digitales

C&V Ingeniería Cia Ltda. (2021). *SisMAC* [Software de computadora]. <https://sismac.net/>

Fractal Tech SL. (2021). *Fractal* [Software de computadora]. <https://www.fractal.com/es/>