Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2022)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Mineria
Area: Mineria

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
() LABOREO IV	ING.EN MINAS	6/15	2022	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
BALLADORE, FEDERICO JOSE	Prof. Responsable	P.Adj Simp	10 Hs
CABRERA, LUIS ALBERTO	Prof. Colaborador	P.Adj Simp	10 Hs
DOLCEMASCOLO, LUCAS MARTIN	Auxiliar de Práctico	A.1ra Simp	10 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	**Teóricas**	**Prácticas de Aula**	**Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.**	**Total**
Hs	Hs	Hs	Hs	6 Hs

Tipificación	Periodo
C - Teoria con prácticas de aula	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	**Hasta**	**Cantidad de Semanas**	**Cantidad de Horas**
08/08/2022	18/11/2022	15	90

IV - Fundamentación

Conocer en detalle los métodos subterráneos. Diseñar y planificar desarrollo, preparación y explotación de minas subterráneas. Conocer los criterios de planificacion y operacion de los yacimientos subterraneos. Diseñar la ventilación de minas metalíferas.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

La importancia del conocimiento del Ingeniero en Minas para desarrollar y conocer aspectos teóricos y prácticos sobre las practicas del laboreo subterráneo. Formular parámetros críticos de estabilidad y dimensionamiento y equipamientos básicos para la explotacion de yacimiento en minería subterránea.

VI - Contenidos

1- DISEÑO MINERO SUBTERRÁNEO.

-Tipos de Accesos. -Dimensiones de Accesos. -Espacios / Funciones Accesos. -Refugios

-Principales características de los métodos de explotación subterráneos. -Conceptos básicos en el diseño minero subterráneo (perforación, voladura, extracción y transporte). -Parámetros para Diseño de Minas Subterráneas. -Campo de aplicación de Minería Subterránea. -Unidades que componen una mina subterránea. -Esquema de una mina subterránea. -Definición de mineral/Dilución. -Clasificación de Métodos de Minería Subterránea. -Cámaras y Pilares (Room and Pillar). -Post Room and

Pillar and Pillar Mining. -Longhole and Sublevel Open Stoping. -Vertical Cráter Retreat con Relleno. -Bench and Fill Stoping. -Shrinkage Stoping. -Cut and Fill Mining. -Overhand Cut and Fill. -Sublevel Caving. -Block caving. -Transición Cielo Abierto-Subterráneo. -Selección de Método de Explotación Subterráneos. -Consideraciones económicas (ley de corte/capacidad productiva). -Consideraciones técnicas. -Parámetros para Selección de Métodos de Explotación. -Tipo de Yacimiento. -Resistencia de la Roca Intacta. -Número de Estructuras. -Condición de las Estructuras. -Estimación de resistencia del macizo. -Esfuerzos in-situ e inducidos en excavaciones. -Geometría del Yacimiento. -Potencia, Inclinación y Profundidad del Yacimiento. -Distribución de Leyes en el Yacimiento. -Características Geotécnicas del Yacimiento. -Condiciones Geotécnicas del Mineral (Estructuras). -Condiciones Geotécnicas de la Pared Colgante y Pared Yacente. -Rating de Métodos. -Costos Relativos. *Ejercicio de selección método de explotación.

2-DISEÑO MINAS EXPLOTADAS POR CASERONES Y PILARES (SUBLEVEL STOPING).

-Características distintivas del método. -Principales parámetros de diseño. -Clasificación geo mecánica del macizo rocoso. -Importancia de la caracterización del ambiente a explotar. -Parámetros de diseño que requieren caracterización geotécnica. -Etapas diseño geo mecánico. *Diseño de caserones. -Fundamentos del diseño. -Dimensionamiento de caserones. *Diseño de pilares y losas. *Fundamentos de voladura de producción. -Sistema de manejo de materiales. *Ventilación de minas de SLS. Campo de aplicación del método. Sublevel stoping con tiros radiales. Sublevel stoping convencional. Sublevel stoping con tiros largos radiales. LBH Open Stoping. Método VCR. Caserones/losas y pilares en SLS. Diseño de niveles. Diseño de niveles de extracción. Métodos para dimensionar caserones/losas y muros. Dimensionamiento de los caserones. Diseño geotécnico de caserones en minería. Gráficos de estabilidad Método grafico de estabilidad. Numero de estabilidad: N. Número de estabilidad de Mathew. Forma de las excavaciones.
Radio hidráulico. Ajuste por esfuerzo inducido A. Determinación de los esfuerzos inducidos. Casos de esfuerzos inducidos. Esfuerzos inducidos. Método gráfico. Calculo para el caso de techo, pared lateral y pared colgante. Factor de Ajuste por Orientación de Estructuras: B. Factor Gravitacional: C. Gráfico de Mathews. Gráfico de Estabilidad modificado. Gráfico de estabilidad/caving
Ejercicio de caserones y pilares.

3.DISEÑO DE MINAS EXPLOTADAS POR CÁMARAS Y PILARES (ROOM AND PILLAR).

Campo de aplicación de Cámaras y Pilares. Accesos. Tipos de accesos. Métodos de extracción. -De frente completa. -Múltiples Niveles. -Pilares largos. Caving room and pillar. Configuraciones de carga y transporte. Diseño de Pilares Mineros. Objetivo en el uso de pilares mineros. Condiciones de aplicación
Efectos de la carga sobre el pilar. Concepto de área tributaria. Carga vertical sobre el pilar. Área tributaria para pilares cuadrados. Área tributaria para muros y pilares rectangulares. Modos de fallas en pilares mineros. Resistencia de pilares mineros. Constantes utilizadas en el cálculo de resistencia de pilares
-Ejercicios de cálculo de pilares mineros.

4-DISEÑO MÉTODOS POR HUNDIMIENTO DE BLOQUES.

-Descripción de variantes. -Bench-mark de operaciones de block/panel caving. -Riesgos de operación con hundimiento. Block Caving con scrapers. Block Caving LHD. Block Caving Inclinado. Defunción de Block Caving y Panel Caving. -Diseño de nivel de producción y hundimiento. -Cálculo de distancia de puntos de extracción. Parámetros típicos usados en minas por hundimiento. Hundibilidad. Predicción de Hundibilidad. Factores que influyen en la Hundibilidad. Mecanismo de Hundimiento. Definición altura de columna. Diseño de la socavación. Resistencia de pilares de hundimiento. Orientación de las estructuras, espaciamiento y persistencia. Estructuras mayores (ejemplo: fallas, dique). -Esfuerzos in-situ y los esfuerzos inducidos por la excavación. -Resistencia de discontinuidades y macizo rocoso. -Desconfinamiento, slot, o acondicionamiento del macizo rocoso. Preacondicionamiento. -Por fracturamiento hidráulico. -Por perforación y voladura. Diseño Nivel de Hundimiento y Socavación. Espaciamiento calles de hundimiento. Forma y dirección de frente de hundimiento. Secuencia y dilución. Secuencia y hundimiento. Diseño nivel de producción. Metodología de Mallas de extracción. Flujo elipsoidal vs. Cilíndrico.

5-DISEÑO DE MÉTODOS POR SUBLEVEL CAVING.

Descripción de métodos por hundimiento por subniveles. -Aplicación de métodos por subniveles. -Benchmark de operaciones mineras. -Diseño de niveles de producción. -Diagrama de disparos. -Cálculo de distancia entre sub niveles.

6. CORTE Y RELLENO.

Principio del método. Condiciones de aplicación. Ventajas e inconvenientes. Descripción del método y sus variantes. Corte y relleno clásico. Preparación. Ciclo de producción. Perforación y voladura. Extracción del mineral. Relleno. Origen del relleno. Transporte. Tipo de relleno. Preparación de rajos para relleno. Costos. Chimeneas de extracción del mineral. Corte y relleno descendente. Corte y relleno cementado. Corte y relleno mecanizado. Recuperación. Selectividad. Seguridad. Posibilidad de mecanización. Tendencias evolutivas y flexibilidad de cambio de método. Relleno. Importancia y Función. Diferentes tipos de relleno. Materiales a utilizar. Ventajas y contribuciones a la sustentabilidad de las zonas excavadas.

7. VENTILACIÓN DE MINAS.

7.1. Resistencia al movimiento del aire. Teorema de Bernoulli. Caída de presión. Coeficiente de resistencia aerodinámica. Resistencias locales. Fórmula fundamental. de ventilación. Representación Gráfica.
7.2. Circuitos de ventilación. Circuito unión en serie. Circuito unión en paralelo. Circuitos complejos.
7.3. Cálculo del caudal de aire. Cálculo de caudal por difusión de gases. Cálculo del caudal según el personal que trabaja. Cálculo del caudal según la temperatura. Cálculo según el polvo en suspensión. Cálculo según la producción. Cálculo según el consumo de explosivo. Cálculo según el equipo diésel.
7.4. Ventilación Natural. Ventilación natural en mina ideal. Ventilación natural en una mina real. Valores de presión natural. Mediciones de la depresión de la ventilación natural. Determinación práctica de la presión natural.
7.5. Ventilación auxiliar. Definición. Tipos básicos. Aplicaciones de los tipos básicos. Ductos más utilizados. Influencia del diámetro de la ductería en el gasto de energía. Importancia de las fugas de aire de la ductería. Instalaciones de ductos y defectos más frecuentes en sus tendidos y uniones. Ventiladores auxiliares, serie y paralelo. Cálculo de un sistema.
7.6. Ventiladores de Minas. Historia del desarrollo del ventilador de minas. Partes importantes de un ventilador. Clasificación. Fórmulas fundamentales. Leyes del ventilador. Comparación de tipos de ventiladores. Curvas características. Resolución de circuitos con ventilador. Selección de Ventiladores.
7.7 Mediciones de ventilación. Mediciones en secciones transversales de labores y ductos rectangulares y circulares. Mediciones de Velocidades, caudales, presiones y temperaturas. Uso de anemómetro y tubo pitot. Presión estática, dinámica y total. Caída de presión entre 2 puntos.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

TP 1: Selección Métodos de Explotación basado en el método Nicholas.
TP 2: Determinación de la Estabilidad Caserones.
TP 3: Ejercicio Diseño minero (Diseño mediante software).
TP 4: Diseño de Sublevel caving.
TP 4: Cálculo de costos en minería subterránea.
TP 5: Resolver un circuito de ventilación

VIII - Regimen de Aprobación

Para obtener la condición de regular, los alumnos deberán:
Aprobar la totalidad de los trabajos prácticos y dos (1) parcial propuesto. Para aprobar la asignatura los alumnos deberán rendir examen de acuerdo a la reglamentación vigente.
Los alumnos libres que deseen aprobar el curso, deberán:

rendir por escrito un examen que contiene ejercicios y preguntas de las prácticas de aula. Una vez aprobado este examen, pasará a la evaluación en teoría, la que consistirá en el desarrollo de todos los temas que el Jurado solicite. La nota del examen será la obtenida de promediar las notas de los exámenes aprobados, escrito y oral. Previo al examen, una semana antes, el alumno deberá presentar los trabajos prácticos correspondientes al año en curso.

IX - Bibliografía Básica

[1] [1] MINERAL RESOURCES from Exploration to Sustainability Assessment. Bustillo Revuelta Manuel, 2018, Springer, Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment. ISBN 978-3-319-58758-5.
[2] [2] APUNTE DE CURSO DE EXPLOTACIÓN DE MINAS, Ortiz C. Julián.
[3] [3] UNDERGROUND MINIG METHODS, Hustrulid William A. y Bullock Richard L., 2001, Society for Mining,
[4] [4] Metallurgy, and Exploration, Inc. (SME).
[5] [5] DISEÑO DE EXPLOTACIONES E INFRAESTRUCTURAS MINERAS SUBTERRÁNEAS. Universidad Politécnica de
[6] Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Minas, 2007.
[7] [6] Basic Mine Ventilation Rev 5 AMC Consultants Pty Ltd 2005
[8] [7] SURFACE AND UNDERGROUND EXCAVATIONS – METHODS, TECHNIQUES AND EQUIPMENT. Tatiya Ratan
[9] Raj, 2005, London, UK.
[10] [8] SUBSURFACE VENTILATION AND ENVIRONMENTAL ENGINEERING Tomo I. M.J.McPherson. 1990.
[11] [9] Catálogo de ventiladores Cirigliano.

X - Bibliografia Complementaria

[1] [1] Apuntes de la cátedra.
[2] [2] SUPPORT OF UNDERGROUND EXCAVATIONS IN HARD ROCK. E. Hoek, P.K. Kaiser, W.F. Bawden. 1998.
[3] [3] Mining Methods in Underground Mining, Atlas Copco, 2007, Second Edition.

XI - Resumen de Objetivos

Conocer en detalle los métodos subterráneos de alta productividad.

Diseñar y planificar desarrollo, preparación y explotación de minas subterráneas.

Diseñar la ventilación minas metalíferas.

XII - Resumen del Programa

1- DISEÑO MINERO SUBTERRÁNEO
2-DISEÑO MINAS EXPLOTADAS POR CASERONES Y PILARES (SUBLEVEL STOPING)
3.DISEÑO DE MINAS EXPLOTADAS POR CÁMARAS Y PILARES (ROOM AND PILLAR)
4-DISEÑO MÉTODOS POR HUNDIMIENTO DE BLOQUES
5-DISEÑO DE MÉTODOS POR SUBLEVEL CAVING
6-CORTE Y RELLENO
7-VENTILACIÓN DE MINAS

XIII - Imprevistos

S/N

XIV - Otros