Ministerio de Cultura y Educación **(Programa del año 2024)**
Universidad Nacional de San Luis
Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
Departamento: Mineria
Area: Mineria

I - Oferta Académica

Materia	Carrera	Plan	Año	Período
TECNOLOGIA DE EXPLOSIVOS	ING.EN MINAS	6/15	2024	2° cuatrimestre

II - Equipo Docente

Docente	Función	Cargo	Dedicación
TORRES MORALES, GUILLERMO	Prof. Responsable	P.Adj Exc	40 Hs
GIUBERGIA, ANDREA ALEJANDRA	Prof. Colaborador	P.Adj Exc	40 Hs

III - Características del Curso

Credito Horario Semanal				
Teórico/Práctico	Teóricas	Prácticas de Aula	Práct. de lab/ camp/ Resid/ PIP, etc.	Total
4 Hs	2 Hs	1 Hs	1 Hs	4 Hs

Tipificación	Periodo
E - Teoria con prácticas de aula, laboratorio y campo	2º Cuatrimestre

Duración			
Desde	Hasta	Cantidad de Semanas	Cantidad de Horas
05/08/2024	15/11/2024	15	60

IV - Fundamentación

La historia de la humanidad está intrínsecamente ligada a la capacidad de transformar el entorno, y en esa transformación, los explosivos han jugado un papel muy importante. Hoy, su presencia en nuestras vidas es más común de lo que imaginamos: gran parte de las materias primas esenciales para nuestra sociedad se extraen de la tierra gracias a la potencia controlada de los explosivos en las operaciones mineras de todo el mundo.

Su impacto se extiende más allá de la minería; la construcción de infraestructuras como carreteras, canales, represas y edificios, sería impensable sin ellos. Incluso algo tan básico como la comida que consumimos a diario depende indirectamente de los explosivos, ya que son esenciales para producir los fertilizantes y los metales con los que se fabrican los equipos agrícolas.

Ante esta realidad, resulta importante que el futuro Ingeniero en Minas adquiera un conocimiento profundo de los fundamentos del manejo de explosivos, capacitándose para ser un profesional responsable en la producción de los recursos que alimentan nuestro desarrollo.

V - Objetivos / Resultados de Aprendizaje

a) Conocer los explosivos, sus mecanismos de reacción y propiedades: Estudiar las características físicas y químicas de los explosivos, incluyendo su potencia, velocidad de detonación, y estabilidad, para su correcta aplicación en minería.
b) Comprender el comportamiento de los explosivos en las obras de ingeniería minera: Analizar cómo los explosivos interactúan con diferentes tipos de roca y condiciones geológicas para optimizar su uso en proyectos mineros.
c) Optimizar las mezclas explosivas para la voladura eficiente según el comportamiento de la roca: Desarrollar y ajustar

mezclas de explosivos para maximizar la eficiencia de las voladuras, minimizando el impacto ambiental y mejorando la fragmentación de la roca.
Tecnología de Explosivos
d) Conocer los procesos de fabricación de los explosivos y mezclas explosivas más importantes: Estudiar los métodos de producción y las tecnologías emergentes en la fabricación de explosivos, asegurando la calidad y seguridad del producto final.
e) Aplicar métodos avanzados de cálculo, diseño y análisis de voladuras: Utilizar herramientas y software de última generación para diseñar y analizar voladuras, seleccionando los métodos más adecuados para diversas aplicaciones mineras.
f) Implementar normas de seguridad en la utilización de explosivos: Conocer y aplicar las regulaciones y mejores prácticas de seguridad para el manejo, almacenamiento y uso de explosivos, protegiendo a los trabajadores y el entorno.
g) Evaluar y mitigar los efectos medioambientales de los explosivos: Identificar los impactos ambientales de las voladuras y desarrollar estrategias para su control y mitigación, promoviendo prácticas sostenibles en la minería.
h) Cumplir con la reglamentación sobre almacenamiento y transporte de explosivos: Asegurar el cumplimiento de las leyes y normativas vigentes sobre el almacenamiento y transporte de explosivos, garantizando la seguridad y eficiencia en la logística.
Ejes transversales, su abordaje y evaluación
EJE N° 1: Diseño, cálculo, evaluación, gerenciamiento y planificación de las etapas de explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles.
NIVEL: Alto
EJE N° 3: Proyecto, dirección, supervisión, gerenciamiento y control de construcción, operación y mantenimiento de las obras de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladura y movimiento de rocas en operaciones mineras y civiles.
NIVEL: Alto
EJE N° 4: Certificación de las condiciones o estado de las operaciones, obras de exploración, explotación, procesamiento de minerales y derivados, voladuras y
Tecnología de Explosivos
movimiento de rocas en operaciones mineras civiles.
NIVEL: Medio, competencias esperadas, inciso iv
EJE N°6: Identificación, formulación y resolución de problemas de ingeniería en minas.
NIVEL: Medio
EJE N°7: Concepción, diseño y desarrollo de proyectos de ingeniería en minas.
NIVEL: Medio, competencias esperadas inciso i.
EJE N°9: Utilización de técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería en minas.
NIVEL: Medio
EJE N° 11: Desempeño en equipos de trabajo.
NIVEL: Medio
EJE N° 12: Comunicación efectiva
NIVEL: Alto
EJE N° 13: Actuación profesional ética y responsable.
NIVEL: Medio
EJE N° 15: Aprendizaje continuo.
NIVEL: Alto.
Este programa formativo emplea un enfoque integral y práctico para equipar a los estudiantes con las habilidades necesarias en ingeniería. Los ejes de aprendizaje se centran en la identificación y resolución de problemas complejos, el pensamiento creativo y la innovación, con una sólida base en Tecnología de Explosivos que incluye prácticas y uso de herramientas específicas. Además, se potencia el trabajo colaborativo, el análisis crítico y la ética profesional, junto con la seguridad y la actualización constante.
La evaluación es continua, culminando en proyectos prácticos e investigativos donde los estudiantes presentan soluciones justificadas con datos de canteras, demostrando viabilidad y rigor ingenieril.

VI - Contenidos

TEMA 1.
TERMODINÁMICA DE LOS EXPLOSIVOS.
Conceptos de deflagración y detonación. Termodinámica de los explosivos. Calor de explosión. Balance de oxígeno.

Volumen de explosión. Energía mínima disponible. Temperatura de explosión. Presión de explosión. Fórmulas para calcular las presiones de detonación, de detonación y de barreno.
TEMA 2.
PROPIEDADES DE LOS EXPLOSIVOS
Cálculo de características teóricas de los explosivos. Características prácticas de los explosivos y métodos de ensayo. Características energéticas: Potencia; ensayos. Poder rompedor; ensayos. Velocidad de detonación, métodos de medida continuos y discontinuos.
Densidad. Presión de detonación.
Características de fiabilidad: Sensibilidad a la iniciación. Transmisión de la detonación. Resistencia al agua y a la presión hidrostática.
Características de seguridad: Sensibilidad al impacto y a la fricción Estabilidad térmica. Resistencia al calor bajo confinamiento. Diámetro crítico. Desensibilización.
TEMA 3.
CLASIFICACIÓN DE SUSTANCIAS EXPLOSIVAS. Explosivos iniciadores. Explosivos secundarios.
EXPLOSIVOS INDUSTRIALES
Tecnología de Explosivos
Agentes explosivos secos. Mezclas nitrato amónico-combustible. AnFo. Alanfo. Explosivos acuosos. Hidrogeles. Emulsiones. Anfo Pesado. Explosivos Gelatinosos. Explosivos Pulverulentos. Explosivos de Seguridad. Pólvoras.
TEMA 4.
CRITERIOS DE SELECCIÓN DE EXPLOSIVOS.
Precio del explosivo. Diámetro de Carga. Características de la Roca. Volumen de roca a Volar. Condiciones atmosféricas. Presencia de Agua. Terrenos Reactivos. Condiciones de entorno. Humos. Condiciones de Seguridad.
TEMA 5.
ACCESORIOS DE VOLADURAS
Detonadores ordinarios y mecha lenta. Detonadores eléctricos. Detonadores no eléctricos. Detonadores Nonel. Detonadores electrónicos. Cordones detonantes. Fuentes de energía. Otros sistemas de iniciación secuencial. Otros accesorios.
TEMA 6.
SISTEMAS DE INICIACIÓN Y CEBADO.
Iniciación del anfo a granel y encartuchado. Iniciación de hidrogeles y emulsiones de cartuchos y bombeables. Cebado en el fondo. Cebado de cartuchos de explosivos convencionales. Sistema mecanizado de carga de barrenos. Bombeo de hidrogeles y emulsiones.
TEMA 7.
VOLADURA DE ROCAS E INGENIERÍA DE EXPLOSIVOS
Mecanismos de rotura de las rocas en la voladura. Variables controlables de las voladuras. Geométricas. Químicas-Físicas o del explosivo. De tiempo. Voladuras en banco. Voladuras en banco de pequeño y mediano diámetro. Voladuras en túnel. Voladuras de contorno. Voladuras Especiales.
Tecnología de Explosivos
TEMA 8.
EFECTOS MEDIOAMBIENTALES DE LAS VOLADURAS. REGLAMENTACIÓN Y SEGURIDAD
Vibraciones. Onda aérea. Proyecciones.
TEMA 9.
REGLAMENTACIONES DE USO Y TRANSPORTE
Reglamentación y precauciones de uso, almacenamiento y transporte de explosivos.

VII - Plan de Trabajos Prácticos

TRABAJO PRACTICO N° 1 PROPIEDADES DE LOS EXPLOSIVOS. Cálculo de Velocidad de Detonación y de Potencia Relativa.
TRABAJO PRACTICO Nº 2. ACCESORIOS DE VOLADURA
Descripción de los principales accesorios de voladura.
TRABAJO PRACTICO Nº 3. CÁLCULO DE CARGA. Cálculo de consumo específico. Aplicación práctica.
TRABAJO PRACTICO Nº 4. CALCULO DE CONSUMOS ESPECÍFICOS. Bancos bajos - bancos altos.
TRABAJO PRACTICO N° 5. AVANCE DE TÚNELES ARRANQUES.

Cálculo de cuele de cuatro secciones.

VIII - Regimen de Aprobación

LOS PRÁCTICOS SERÁN APROBADOS UNA VEZ QUE EL ALUMNO HAGA LA DEFENSA DE ESTOS.
Para aprobar la cursada se deberán tener el 100% de los trabajos prácticos aprobados, incluye salidas de campo.
La materia no es promocional se aprueba mediante examen final.
Se dictará de manera presencial, también se facilitará apoyo de material digital, en donde se le facilitará al alumno material de estudio y videos explicativos de los distinto temas.
La evaluación se lleva a cabo a través de un proceso continuo que incluye el seguimiento del avance en la investigación y la realización de trabajos prácticos integrados. Los estudiantes deben presentar y justificar los resultados obtenidos en su proyecto final, incorporando estrategias y soluciones creativas con datos obtenidos en Canteras de la zona. La presentación se realiza en forma oral y mediante informes escritos que respaldan los resultados con cálculos precisos y análisis detallados, asegurando que cada propuesta sea viable y esté fundamentada en principios sólidos de ingeniería.

IX - Bibliografía Básica

[1] López Jimeno, C. (1994). Manual de perforación y voladura de rocas. (2a ed.). ITGE.
[2] Sanchidrián, J. A., & Muñiz, E. (2000). Curso de tecnología de explosivos. Fundación Gómez Pardo.
[3] Persson, P. A., Holmberg, R., & Lee, J. (1994). Rock blasting and explosives engineering. CRC Press.
[4] Konya, C. J., & Albarrán N., E. (1998). Diseño de voladuras. Logo Diseño.
[5] Konya, C. J., & Walter, E. J. (1991). Rock blasting and overbreak control. EE.UU.
[6] Marfany Oanes, A. (2004). Tecnología de canteras y graveras. Fueyo Editores.
[7] Langefors, U., & Kihlström, B. (1968). Técnica moderna de voladura de rocas. Suecia.
[8] Calbo, V. (s. f.). Explosivos industriales. Argentina.
[9] Apuntes – Realizados por la cátedra en fotocopia y apoyo electrónico

X - Bibliografia Complementaria

[1] [1] Perforación y Voladuras de Rocas en Minería, José Bernaola Alonso, Jorge Castilla Gomez, Juan Herrera Herbert. E.T.S
[2] de Ingenieros de Minas de Madrid.
[3] [2] - Open Pit Blast Design, Analysis and Optimisation A. Scott. A. Cocker. N. Djordjevic. Series Editor T.J. Napier-Munn.
[4] University Queensland. Autralia, 1996.

XI - Resumen de Objetivos

a).-Conocer los explosivos, sus mecanismos de reacción y propiedades.
b).-Conocer y comprender el comportamiento de los explosivos en las obras de ingeniería minera.
c).-Conocer y comprender las mezclas explosivas para lograr la mayor eficiencia en la voladura de acuerdo al comportamiento del macizo rocoso.
d).-Conocer los procesos de fabricación de los explosivos y mezclas explosivas más importantes.
e).-Aplicar los métodos de cálculo, diseño y análisis de las voladuras, así como los criterios para la más adecuada selección de los mismos para las distintas aplicaciones.
f).-Conocer las normas de seguridad que deben tenerse en cuenta en la correcta utilización de los explosivos
g).-Conocer los efectos medioambientales de la utilización de los explosivos y su control.
h).- Reglamentación respecto al almacenamiento y transporte de sustancias explosivas.

XII - Resumen del Programa

TEMA 1: Termodinámica de los explosivos.
TEMA 2. Propiedades de los explosivos y métodos de ensayo.
TEMA 3: Explosivos industriales
TEMA 4: Accesorios de voladuras. Sistemas de iniciación.
TEMA 5: Mecanismos de rotura de las rocas.
TEMA 6. Voladuras en banco.
TEMA 7: Voladuras en túnel.

TEMA 8: Efectos medioambientales de las voladuras.

XIII - Imprevistos

El programa podrá presentar ajustes en el transcurso del cuatrimestre. Toda modificación será acordada y comunicada al estudiantado e informada a Secretaría Académica.

XIV - Otros