



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Preparación de Minerales
Clave de la asignatura:	MID-1325
SATCA ¹ :	2-3-5
Carrera:	Ingeniería en Minería

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Minería los conocimientos necesarios para la preparación de minerales en la industria minera, por lo que se relaciona con asignaturas anteriores que son química, mineralogía, geología, yacimientos minerales y posteriores como metalurgia y concentración de minerales.
Intención didáctica
En esta asignatura se desarrollan seis temas, en el primer tema el estudiante interpreta el proceso metalúrgico, desde la toma de muestra en diversas situaciones, selecciona el tipo de transporte de mineral, reduce el tamaño del mineral, prepara la muestra y su caracterización para iniciar el proceso de beneficio del mineral.
En el segundo tema el estudiante identifica los sistemas de transporte de mineral dentro de una planta de beneficio.
En el tercer tema reconoce los sistemas de trituración primario y secundario de las plantas de beneficio y su utilización en la industria.
En el cuarto tema el estudiante utilizar quebradoras y molinos en laboratorio y reconoce los sistemas de molienda utilizados en las plantas de beneficio.
En el quinto tema el estudiante identifica la importancia de la molienda en las plantas de beneficio.
En el sexto tema el estudiante aplica los conocimientos para diseñar los circuitos de preparación de minerales.
Es importante desarrollar en el estudiante hábitos de estudio y de trabajo, incentivándolo y estimulando su curiosidad, puntualidad, entusiasmo, interés, tenacidad, flexibilidad de ideas y la autonomía en sus desempeños.
El docente de la asignatura de Preparación de minerales debe mostrar y objetivar su conocimiento y experiencia en el área para construir escenarios de aprendizaje significativo en los estudiantes que inician su formación profesional en la ingeniería en minera, así como la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro, del 29 de enero al 1 de febrero de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Querétaro, Superior de Cajeme, Superior de Cananea, Superior de Fresnillo, Superior de Irapuato, Superior de Mulegé, Superior de Loreto, Superior de Santiago Papasquiaro, Superior de Poza Rica, Superior de Tacámbaro, Superior de Venustiano Carranza, Superior de Zacatecas Occidente, Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V. y Fresnillo PLC.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.
Desarrollo en Competencias Profesionales por el Instituto Tecnológico del 11 de febrero al 8 de marzo de 2013.	Academias de la carrera de Ingeniería en Minería de los Institutos Tecnológicos de: Pachuca, Querétaro, Superior de Cajeme y Superior de Mulegé.	Elaboración del programa de estudio propuesto en la Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.
Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro, del 16 al 19 de abril de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Querétaro, Superior de Cajeme, Superior de Cananea, Superior de Fresnillo, Superior de Irapuato, Superior de Mulegé, Superior de Loreto, Superior de Santiago Papasquiaro, Superior de Poza Rica, Superior de Tacámbaro, Superior de Zacatecas Occidente, Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V. y Fresnillo PLC.	Reunión Nacional de Consolidación de la Carrera de Ingeniería en Minería del SNIT.
Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, del 4 al 7 de diciembre de 2018.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Parral, Superior de Fresnillo, Superior de Santiago Papasquiaro y Superior de Zacatecas Occidente.	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.

4. Competencia a desarrollar

Diseña y realiza el procesamiento de minerales para su preparación y caracterización, para su posterior beneficio.
--



5. Competencias previas

- Identifica los minerales mediante procesos químicos que están presentes en los diferentes procesos mineros para un mejor aprovechamiento de la materia prima.
- Evalúa las propiedades físicas, químicas y ópticas de los minerales, asociaciones, para su clasificación o tratamiento en un proceso de concentración.
- Aplica los conocimientos fundamentales, teorías y principios fisicoquímicos para establecer sistemas de equilibrio de fases y de estado que ocurren en los procesos mineros, así como base para el diseño de un proceso de beneficio.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción a los procesos de preparación.	1.1 Historia de la metalurgia. 1.2 Sustancias minerales. 1.3 Menas metálicas. 1.4 Menas no metálicas. 1.5 Muestreos. 1.6 Procesamiento de minerales. 1.7 Diagramas de flujo. 1.8 Liberación de minerales.
2	Planeación y transporte de mineral.	2.1 Transporte mediante camiones. 2.2 Transporte por bandas elevadas. 2.3 Transporte por ductos o tuberías. 2.4 Otros medios de transporte. 2.5 Almacenamiento de mineral. 2.5.1 Tolvas. 2.5.2 Silos. 2.5.3 Patios. 2.6 Muestreo. 2.7 Establecimiento de las características de diseño del sistema de transporte.
3	Procesos de trituración y equipos.	3.1 Trituración. 3.2 Finalidad de la trituración del mineral. 3.3 Antecedentes históricos. 3.4 Quebradoras de quijada o de mandíbula. 3.5 Quebradoras de cono o giratoria. 3.6 Equipos auxiliares (martillos hidráulicos y neumáticos y otros). 3.7 Circuitos de trituración. 3.8 Trituradoras primarias y secundarias. 3.9 Muestreo. 3.10 Leyes de la distribución granulométrica. 3.11 Leyes energéticas: Ley de Rittinger, Ley de Kick, Ley de Bond, Ley de Charles. 3.12 Cálculo de costos del triturado de minerales. 3.13 Establecimiento de las características de diseño para el equipo de trituración.
4	Procesos de molienda y equipos.	4.1 Introducción. 4.2 Molino de bolas. 4.3 Molino de barras. 4.4 Molino de discos.



		<p>4.5 Molino de guijarros.</p> <p>4.6 Molienda autógena, semiautógena y de cerámica.</p> <p>4.7 Leyes energéticas: Ley de Rittinger, Ley de Kick, Ley de Bond, Ley de Charles</p> <p>4.8 Costos de la molienda de minerales.</p> <p>4.9 Establecimiento de las características de diseño para el equipo de molienda.</p>
5	Clasificación.	<p>5.1 Cribado.</p> <p>5.1.1 Función del cribado.</p> <p>5.1.2 Clasificación por tamaños.</p> <p>5.1.3 Definiciones.</p> <p>5.1.4 Terminología.</p> <p>5.1.5 Superficies de cribado. Parrillas de barras. Chapas perforadas. Mallas metálicas.</p> <p>5.1.6 Equipos industriales de cribado. Cribas estáticas. Cribas dinámicas. Cribas de sacudidas o vaivén. Cribas vibratorias.</p> <p>5.1.7 Principales factores de cribado.</p> <p>5.1.8 Rendimiento y eficacia del cribado.</p> <p>5.1.9 Dimensiones de la superficie de cribado.</p> <p>5.1.10 Determinación de la carga circulante.</p> <p>5.2 Hidráulica.</p> <p>5.2.1 Clasificación por tamaños.</p> <p>5.2.2 Aplicaciones.</p> <p>5.2.3 Principios de clasificación.</p> <p>5.2.4 Asentamiento libre. Asentamiento obstruido.</p> <p>5.2.5 Campos de aplicación.</p> <p>5.2.6 Tipos de clasificadores industriales. Clasificadores hidráulicos de sedimentación simple. Clasificadores hidráulicos de contracorriente. Clasificadores hidráulicos centrífugos. Clasificadores neumáticos.</p> <p>5.2.7 Rendimiento y eficacia de la clasificación.</p> <p>5.2.8 Dimensionado de un clasificador.</p> <p>5.2.9 Hidrociclones.</p>
6.	Diseño de circuitos de preparación de minerales.	<p>6.1 Selección e Integración de los procesos de preparación y clasificación de minerales.</p> <p>6.2 Uso de software para modelado y simulación de circuitos de preparación de minerales.</p> <p>6.3 Balances de pulpas.</p> <p>6.4 Cálculo energético de circuitos de preparación de minerales.</p>



7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Introducción a los procesos de preparación.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Aplica técnicas de muestreo para la preparación de muestras usando diferentes equipos.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Realizar diferentes tomas de muestras.Utilizar diferentes equipos para la caracterización de las muestrasInterpretar los registros de las muestras.
2. Planeación y transporte de mineral.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Realizar estudio de los sistemas de transporte de mineral en las plantas de beneficio de mineral para lograr un abastecimiento adecuado del mineral.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Presentación sobre los sistemas de transporte de mineral.Interpretar y distinguir de la investigación documental y de videos, el funcionamiento de los equipos y procesos con bandas transportadoras.Hacer un resumen de las características de los medios de transporte en las de beneficio.Analizar el estudio de mallas para determinar tamaños óptimos de partícula para su mejor transporte y concentración.Hacer una lluvia de ideas de las ventajas y desventajas, en el uso del diferente equipo de transporte de mineral.Realizar estudio de tiempos y movimiento en el transporte de material por medio de camiones.
3. Procesos de trituración y equipos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Identifica los sistemas de trituración primario y secundario de las plantas de beneficio para distinguir los efectos en el tamaño del mineral.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Leer los usos de los equipos de reducción de minerales y realizar un cuadro comparativo entre los diferentes equipos de trituración.Debate del uso de los diferentes equipos de trituración.Explicar en pares los procesos de trituración primaria y secundaria.Contrastar el rendimiento de los distintos equipos.Realizar práctica de trituración para determinar los índices de operación.Visita a una industria minera para conocer el funcionamiento de equipos utilizados en las etapas de trituración.



4. Procesos de molienda y equipos.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce los sistemas de molienda para realizar de la pulverización en las plantas de beneficio.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Describe los sistemas de molienda.Calcular el rendimiento de los distintos equipos.Realiza de molienda para determinar los índices de operación.Elaborar un mapa conceptual de los sistemas de molienda.Realizar un diagrama de los diferentes tipos de molienda.
5. Clasificación.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Reconoce los sistemas de clasificación en la industria minera para verificar rendimiento de las operaciones.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Construye un mapa comparativo indicando sus características de los diferentes los sistemas de cribado.Describe los diferentes tipos de mallas.Hacer práctica de tamizado en laboratorio.Hacer práctica de laboratorio para determinar la granulometría del mineral.
6. Diseño de circuitos de preparación de minerales.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Diseña circuitos de preparación de minerales para que los procesos minero metalúrgicos sean eficientes.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo. Comunicación oral y escrita.</p>	<ul style="list-style-type: none">Análisis y discusión de diagramas de flujo de procesos de extracción de empresas mineras. Comparación y discusión.Búsqueda de artículos científicos, en revistas o internet, de nuevas tecnologías en preparación de minerales.Utilizar los TIC's para modelado y simulación de circuitos de preparación de minerales.Exposición de temas de los artículos científicos.

8. Prácticas

- Práctica de seguridad e higiene en una mina.
- Realizar una toma de muestra directamente de una veta visible en una mina.
- Realizar una toma de muestra de un terrero.
- Operar maquinaria de reducción de tamaño, reduciendo el tamaño de partícula del mineral de las muestras de los puntos anteriores.
- Realizar cuarteo de muestras.
- Identificación del ángulo de reposo de minerales.
- Uso de la balanza Marcy para la determinación del % de sólidos de una pulpa.
- Llevar a cabo una operación de tamizado de mineral.
- Determinación del peso específico de un mineral.



9. Proyecto de asignatura

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:

- **Fundamentación:** marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.
- **Planeación:** con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.
- **Ejecución:** consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.
- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de "evaluación para la mejora continua", la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

El objetivo del proyecto que planteé el docente que imparta esta asignatura, es el diseño de diagramas de flujo de las diferentes etapas del proceso de extracción y para la aplicación mediante la caracterización y procesamiento de un mineral, incluyendo el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura.

10. Evaluación por competencias

- Las técnicas, herramientas y/o instrumentos sugeridos que permiten obtener el producto del desarrollo las actividades de aprendizaje: mapas conceptuales, reportes de prácticas, estudios de casos, exposiciones en clase, ensayos, problemarios, reportes de visitas, portafolio de evidencias, cuestionarios y proyecto integrador o de asignatura.
- Las técnicas, herramientas y/o instrumentos sugeridos que me permite constatar el logro o desempeño de las competencias del estudiante: listas de cotejo, listas de verificación, matrices de valoración, guías de observación, coevaluación y autoevaluación.

11. Fuentes de información

1. A. Malishev. G Anikelaiev, *Tecnología de los Metales*. Editorial Omega. Séptima edición, Moscú, 1987.
2. Roberto H. Perry, Don W. Green. *Manual del Ingeniero Químico*. Editorial Mc Graw Hill, 2001.
3. Instituto Tecnológico Geominero de España. *Minería Química*. Artes gráficas, Barcelona, 1991.

Páginas en la Internet:

1. <http://www.quiminet.com/articulos/el-proceso-de-cribado-o-tamizado-34166.htm>
2. www.actionconveyors.com/index.php
3. www.machinemine.com/project/mineral-hierro-en-rocas.php