



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Concentración de Minerales
Clave de la asignatura:	MIF-1303
SATCA ¹ :	3-2-5
Carrera:	Ingeniería en Minería

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero en minería la capacidad para aplicar los diferentes métodos de concentración para obtener productos comerciales, los criterios para su selección y los equipos correspondientes, con base en las diferencias físicas y químicas de los minerales.
Intención didáctica
La asignatura se organiza en seis temas; en el primer tema identifica los métodos de concentración por medios gravimétricos; en el segundo tema se especifican los principios teóricos, propiedades magnéticas y distribución general de minerales; en el tercer tema se verifican las propiedades eléctricas de los minerales metálicos; en el cuarto tema se muestra el desarrollo e importancia del proceso de concentración por flotación; en el quinto tema se describe el proceso para la separación sólido-líquido y en el sexto tema se realizan diagramas de flujo, balance de materiales y balance metalúrgico y se integran los conocimientos, se relaciona con las asignaturas anteriores: preparación de minerales y metalurgia, para desarrollar el diseño, cálculos, balances, construcción y operación.
El estudiante desarrolla 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 concentración 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 minera, así como la responsabilidad social y el respeto al medio ambiente.

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	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



	Mexicana la Ciénega S.A. de C.V. y Fresno PLC.	
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 Fresno, Superior de Irapuato, 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 Fresno 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 Fresno, 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

Diseñar los diferentes métodos de concentración y los criterios de selección para obtener productos comerciales, considerando sus propiedades físicas y químicas de los minerales metálicos.

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.
- Diseña las plantillas de voladuras mediante el uso seguro de explosivos de acuerdo a los yacimientos para realizar la extracción de minerales cumpliendo con la normatividad vigente.
- Diseña y realiza el procesamiento de minerales, para su preparación y caracterización, para su posterior beneficio.



6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Concentración gravimétrica.	1.1 Antecedentes y desarrollo de los métodos de concentración. 1.2 Fundamentos teóricos. 1.3 Parámetros geológicos que intervienen en la separación gravimétrica. 1.4 Clasificación de los métodos de separación gravimétrica, en función del tamaño de partícula. 1.5 Principales equipos utilizados en la separación gravimétrica. 1.6 Criterios de selección de procesos y equipos.
2	Concentración magnética.	2.1 Principios teóricos. 2.2 Propiedades magnéticas de los minerales. 2.3 Distribución general de minerales de acuerdo con sus propiedades magnéticas. 2.4 Métodos de beneficio de acuerdo con las propiedades magnéticas de los minerales. 2.5 Equipos utilizados y criterios de selección. 2.5.1 Concentradores de tambor.
3	Concentración electrostática.	3.1 Fundamentos teóricos. 3.2 Propiedades eléctricas de los minerales metálicos. 3.3 Métodos de beneficio de acuerdo con las propiedades eléctricas de los minerales metálicos. 3.4 Equipos utilizados. Criterios de selección.
4	Concentración por Flotación.	4.1 Antecedentes, desarrollo e importancia. del proceso de concentración por flotación. 4.2 Principios teóricos de la flotación. 4.3 Reactivos. Tipos y sus propiedades. 4.4 Tipos de flotación. Equipos utilizados. 4.4.1 Celdas de flotación horizontales. 4.4.2 Celdas de flotación en columna. 4.5 Criterios de selección. 4.6 Circuitos de flotación. 4.7 Selección y diseño de circuitos de flotación.
5	Separación sólido – líquido.	5.1 Asentamiento. 5.1.1 Fundamentos teóricos. 5.1.2 Influencia de la velocidad de asentamiento en función de diversas variables. 5.1.3 Tipos de asentadores y espesadores. 5.2 Filtración. 5.2.1 Principios teóricos. 5.2.2 Influencia del medio filtrante. 5.2.3 Filtros de disco. 5.2.4 Filtros de tambor. 5.2.5 Filtros de banda. 5.2.6 Filtros prensa. 5.3 Secado.



		5.3.1 Fundamentos teóricos. 5.3.2 Tipos de secadores. 5.4 Equipos utilizados y criterios de selección.
6.	Integración de operaciones.	6.1 Diagramas de flujo. 6.2 Balance de materiales. 6.3 Balance metalúrgico. 6.4 Equipos de medición y control. 6.5 Manejo de residuos. 6.6 Aspectos ambientales y su control. 6.7 Aspectos económicos.

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Concentración gravimétrica por diferencia de densidades.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Conoce los métodos de separación gravimétrica para enviar el mineral para continuar con el proceso de beneficio.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Comparar los diferentes métodos de separación gravimétrica de acuerdo con sus propiedades físicas.• Clasificar los equipos utilizados en la separación gravimétrica.• Practicar con los diferentes equipos laboratorio los procesos de concentración gravimétrica para distintos minerales.
2. Concentración magnética.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Clasifica los métodos de beneficio para seleccionar adecuadamente según la propiedad magnética de los minerales metálicos.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidad de investigación y capacidad de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Enlistar las diferencias en los métodos de concentración magnética.• Describir los equipos utilizados en la concentración magnética.• Elabora un cuadro comparativo de los métodos de beneficio con minerales magnéticos.• Practicar en el laboratorio con concentradores magnéticos.
3. Concentración electrostática.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Clasifica los métodos de beneficio para seleccionar adecuadamente según la propiedad electrostática de los minerales metálicos.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidad de investigación y capacidad de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Describe los métodos de concentración electrostática.• Ilustrar las propiedades eléctricas de los minerales metálicos.• Practicar con el equipo de laboratorio la concentración electrostática.



4. Flotación.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Diseña los métodos de flotación para seleccionar adecuadamente el equipo y sus reactivos según los minerales.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidad de investigación y capacidad de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Clasifica de los métodos de flotación.• Desarrolla una investigación bibliográfica sobre los equipos utilizados en los procesos de flotación.• Practica en el circuito de flotación diseñado.
5. Separación sólido – líquido	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Clasifica los tipos de asentadores, espesadores y secadores para mejorar la separación sólido-líquido.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidad de investigación y capacidad de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Desarrolla un Mapa conceptual de los métodos de separación sólido-líquido.• Describir las características en los tipos de secadores.• Identifica los equipos de separación sólido-líquido.• Práctica en el laboratorio la separación sólido-líquido.
6. Integración de operaciones	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica: Construye diagramas de flujo, balance de materiales y balance metalúrgico empleando equipos de medición y control para reutilizar los residuos de los procesos mineros.</p> <p>Genéricas: Capacidad de análisis y síntesis, Capacidad de organizar y planificar, Comunicación oral y escrita, Manejo de TIC's, Solución de problemas, Toma de decisiones, Trabajo en equipo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica, Habilidad de investigación y capacidad de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none">• Elabora diagramas de flujo, balance de materiales y balance metalúrgico de minerales.• Ilustra el manejo del equipo de medición y control para la industria minera.• Elabora en un cartel el manejo de residuos mineros.

8. Práctica(s)

- Manejo del equipo medición y control.
- Manejo de residuos mineros.
- Separación sólido-líquido.
- Manejo del equipo utilizado en el proceso de separación sólido-líquido.
- Flotación
- Concentración electrostática.
- Concentración magnética.
- Concentración gravimétrica por diferencias de densidades.



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 es el desarrollo de un proyecto en el que se aplique los métodos de separación y la importancia de las propiedades de los materiales para tal fin que planteé el docente que imparta esta asignatura, es diseñar un circuito de flotación demostrando 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. Blazy, Pierre. (1995) Beneficio de los Minerales. Manual de mineralurgia. Madrid, España. Editorial Rocas y Minerales.
2. Kelly, E.G. D. J, Spotiswood. (1990). Introducción al Procesamiento de Minerales. México. Limusa.
3. Leja, Jan. (1982). Surface Chemistry of Froth Flotation. USA. Plenum Press.
4. Rubinstein, Julius, B. (1997). Flotación en Columna: Procesos, Diseños y Prácticas. Madrid. España. Editorial Rocas y minerales, 296 pag.
5. Savoboda.J (1987). Magnetic Methods for the Treatment of Minerals. Holanda. Elsevier.
6. Society for Mining. (1999) Metallurgy and Exploration, (SME). Advances in Flotation Technology. USA.
7. Somasundaran, P. (1986) Advances in Mineral Processing.USA. AIME.
8. Taggart, Arthur, F. (1966) Handbook of Mineral Dressing. New York, John Wiley and Sons, Inc.
9. Wills, B.A. (1987). Tecnología de Procesamiento de Minerales. México. Limusa.



Videos en Internet:

<http://www.youtube.com/watch?v=Cas1yzSdZr4&feature=rellist&playnext=1&list=PL2F1DEAD35B65AFC>
<http://www.youtube.com/watch?v=cGRn1MdMMt8&feature=autoplay&list=PLB2482DDFD88E9D23&lf=rellist&playnext=2>
<http://www.youtube.com/watch?v=q0Jjmo3g3Mw&feature=related>
<http://www.youtube.com/watch?v=wqh2AQvs9D4>
<http://www.youtube.com/watch?v=4TR9P7fqHqE>