

1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Topografía Subterránea
Clave de la asignatura:	MIB-1334
SATCA¹:	1 – 4 – 5
Carrera:	Ingeniería en Minería

2. Presentación

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Minería los métodos para desarrollar y continuar con la adquisición de conocimientos de la materia de topografía, para hacer un uso eficiente de los equipos de medición e interpretación de datos geológicos; es una herramienta en la evaluación e interpretación de planos, cuencas, representación de secciones estratigráficas, correcciones estáticas y dinámicas, exploración de límites de depósitos de minerales, de dibujo, geología, obras mineras.

Da soporte a las asignaturas de Yacimiento de Minerales y Geología de Minas al proporcionar los conocimientos necesarios para la representación de secciones estratigráficas necesarias para realizar las actividades pertinentes para la exploración y explotación; a la materia de Sistemas Hidráulicos y Neumáticos le aporta los conceptos requeridos para la ubicación de redes de alimentación (ductos, tuberías, mangueras y maquinaria); a la asignatura de Ventilación de Minas le permite realizar trabajos de ubicación y proyección de ventilas naturales y artificiales, en la asignatura de Sistemas de Información Geográfica le permite interpretar y planificar de manera correcta los datos obtenidos orientados a la explotación de recursos minerales.

La importancia de la asignatura radica en que ayuda a desarrollar las habilidades en el manejo de instrumentos de topografía para la realización de levantamientos subterráneos y cálculos respectivos en la minería.

Intención didáctica

El programa de la asignatura se organiza en cinco temas:

En el primero se da a conocer al estudiante los conceptos fundamentales de la topografía subterránea y su práctica hasta conseguir su comprensión, se propone retomar los conceptos básicos de la topografía de una manera sencilla que permita al estudiante un conocimiento lógico desde un punto de vista conceptual partiendo de la identificación de cada uno de los elementos que conforman la topografía de minas subterráneas con sus limitantes y restricciones en el interior de la mina por la falta de luz natural.

En el segundo tema se analiza la transferencia de la meridiana a túneles, obras

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

inclinadas y verticales, chiflones y tiros haciendo uso de equipo tradicional y también por medio del uso de estación total.

En el tercer tema se pone especial atención en la elaboración de planos donde se plasma la distribución y disposición de la mina considerando aspectos como exactitud y precisión y se sugiere el uso de software especializado para tal fin.

Para el cuarto tema se hace referencia al levantamiento de trabajos en rebajes y túneles, haciendo hincapié en la determinación de volúmenes de material obtenido y las secciones que habrán de servir para medir el avance real de extracción.

En el quinto tema se procurará que se realicen levantamientos donde se ponga en práctica todo lo aprendido en los cuatro temas anteriores, promoviendo el orden y la importancia del binomio trabajo de campo y trabajo de gabinete para la realización de proyectos mineros.

El estudiante debe poner atención especial en los trabajos que efectúa, desarrollando un sentido de responsabilidad en su estudio procurando cultivar aspectos como: actitud positiva y propositiva, puntualidad e interés.

Es conveniente que el docente de Topografía Subterránea busque guiar a los estudiantes para que ellos aprendan a planificar y a involucrarse en el proceso de enseñanza haciéndolos cada vez más autosuficientes, enseñándolos a resolver los problemas de medición que cotidianamente se presenta en la Ingeniería en Minería y específicamente la de topografía subterránea.

3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Observaciones
<p>Instituto Tecnológico Superior de Santiago Papasquiaro, del 29 de enero al 1 de febrero de 2013.</p>	<p>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.</p>	<p>Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo de Competencias Profesionales de Ingeniería en Minería del SNIT.</p>

	de C.V. y Fresnillo 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: Superior de Santiago Papasquiari.	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 Papasquiari, del 16 al 19 de abril de 2013.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: 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 Papasquiari, 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.

4. Competencia a desarrollar

Opera instrumentos topográficos con los que realiza levantamientos subterráneos en minas para posteriormente desarrollar los cálculos y hacer la representación gráfica por medio de software especializado en el área de minería subterránea.

5. Competencias previas

Opera de manera eficiente los principales aparatos e instrumentos utilizados en el trabajo topográfico para la elaboración de levantamientos, estudios y proyectos relacionados con la ingeniería en minería.

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades de topografía de	1.1 Generalidades de minas subterráneas y

	minas.	<p>a cielo abierto.</p> <p>1.2 Notas de superficie y en el interior.</p> <p>1.3 Registros de oficina.</p> <p>1.4 Cálculos.</p> <p>1.5 Ángulos y medidas.</p> <p>1.6 Toma de detalles.</p> <p>1.7 Instrumentos y equipos.</p> <p>1.8 Control primario.</p> <p>1.9 Control y rutina de pozo.</p>
2	Transferencia de la meridiana a túneles, obras inclinadas y verticales.	<p>2.1 Levantamiento de obra.</p> <p>2.2 Obras inclinadas (contrapozo).</p> <p>2.3 secuencia de realización de plomeo.</p> <p>2.4 Procedimiento para la realización de un tiro por medio de estación total.</p> <p>2.4.1 Método de acoplamiento.</p> <p>2.4.2 Método de triangulación.</p> <p>2.4.3 Métodos de 3 y 4 alambres.</p> <p>2.4.4 Método de cuadrilátero.</p> <p>2.4.5 Plomeo óptico.</p>
3	Planos, secciones, problemas de dirección y distancia.	<p>3.1 Planos, exactitud, escala y dibujado por coordenadas.</p> <p>3.2 Dibujo de secciones mediante Método tradicional y software.</p> <p>3.3 Encadenamiento de mojoneras.</p> <p>3.4 Comunicación de obras (frentes, cruceros, contrafuertes y rampas)</p> <p>3.5 Comunicar un frente con un barreno.</p> <p>3.6 Ejecutar un frente a un barreno definido.</p> <p>3.7 Comunicar dos niveles con un contrapozo.</p> <p>3.8 Comunicar un barreno con rumbo e inclinación definido.</p>
4	Levantamientos de rebajes y túneles.	<p>4.1 Generalidades de rebajes.</p> <p>4.2 Levantamiento de rebajes.</p> <p>4.3 Determinación de volúmenes y tonelajes.</p> <p>4.4 Áreas de sección.</p> <p>4.5 Brújula colgante.</p> <p>4.6 Generalidades de túneles.</p> <p>4.7 Instrumentos usados en túneles.</p> <p>4.8 Métodos de colocación de las estaciones, transferencia de la línea central del túnel, pendiente y establecimiento de la línea central.</p>
5	Levantamientos de barrenos.	<p>5.1 Declinación en brújulas.</p> <p>5.2 Precauciones sobre la influencia</p>

		<p>magnética.</p> <p>5.3 Manejo de notas de campo.</p> <p>5.4 Generalidades de trabajos con barrenos.</p> <p>5.5 Cálculo y dibujo de datos.</p>
--	--	---

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Generalidades de topografía de minas.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: Compara los diferentes tipos de minas subterráneas y a cielo abierto para obtener registros de los datos levantados en campo.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Recabar información sobre la Topografía en la minería subterránea.</p> <p>Realizar un mapa conceptual con la información obtenida a partir de la obtención de información.</p> <p>Trazar el levantamiento de una mina con equipo topográfico, de acuerdo a las características de la mina, tratando de que ésta reúna las variables necesarias para realizar una práctica completa.</p> <p>Realizar los cálculos correspondientes para complementar los datos del levantamiento.</p>
2. Transferencia de la meridiana a túneles, obras inclinadas y verticales.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: Calcula rumbos, azimutes, coordenadas y transferencia de los rumbos astronómicos y magnéticos así como distancias inclinadas, verticales y horizontales para la aplicación de los métodos de la orientación al interior de un túnel.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Realizar en campo la transferencia de los rumbos astronómicos y magnéticos al interior de un túnel.</p> <p>Reconocer rumbos, azimutes, coordenadas y su uso así como distancias inclinadas, verticales y horizontales.</p> <p>Aplicar los distintos métodos de transmisión de la orientación al interior de un túnel y conoce los criterios para elegir uno u otro método en cada caso concreto.</p> <p>Realizar trabajos topográficos en las distintas estructuras mineras de levantamiento, trazo, plomeo y plomeo óptico.</p> <p>Dibujar en computadora mediante software el plano de un túnel de acuerdo a un formato establecido previamente.</p>
3. Planos, secciones, problemas de dirección y distancia.	

Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: Diseña planos de minas, curvas de nivel y geológicos en base en coordenadas X, Y y Z de puntos del interior a partir de puntos del exterior para proyectos de comunicación de una estructura minera a otra: chiflón, nivel, barrenos, tiros.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Realizar en campo la introducción de las coordenadas X, Y y Z con la ayuda de estación total.</p> <p>Hacer una entrevista a un experto en el tema en base al tema de interés pidiendo a los estudiantes que elaboren las preguntas previamente, mismas que deben ser relacionadas con los resultados obtenidos en el punto anterior.</p> <p>Elaborar un plano mediante software especializado de cada uno de los levantamientos efectuados.</p>
4. Levantamientos de rebajes y túneles	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: Emplea el equipo topográfico para efectuar levantamientos con los datos de la topografía del terreno para hacer el cálculo de corte, terraplenes, volúmenes y tonelajes, con el equipo topográfico disponible.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información. Capacidad para trabajar en equipo.</p>	<p>Efectuar levantamientos topográficos de un área determinada de terreno donde se efectúe una plataforma de almacenamiento del mineral considerando: Coordenadas de la zona a estudiar, área de la zona de estudio, curvas de nivel, determinación del volumen de corte a partir del cálculo de la curvamasa y capacidad de almacenamiento.</p> <p>Dado un caso específico de levantamiento de rebajes y túneles se pide a los estudiantes que trabajen de manera individual, a continuación, en parejas, y finalmente en equipos de cuatro, y se les da un tiempo razonable durante el cual se comparan, refinan y revisan sus conclusiones y recomendaciones.</p>
5. Levantamientos de minas abiertas y subterráneas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Competencia específica: Registra datos mediante el uso de equipos topográficos y trabajo de gabinete para llevar a cabo el levantamiento y dibujo de minas subterráneas y abiertas de cualquier tipo de formación minera.</p> <p>Competencias genéricas: Capacidad de análisis y síntesis. Solución de Problemas. Habilidad para búsqueda de información.</p>	<p>Realizar una recopilación bibliográfica sobre la declinación magnética y su determinación en cualquier punto de la tierra.</p> <p>Efectuar levantamientos topográficos con estación total de minas de cualquier tipo: Cobre, yeso, carbón, roca fosfórica, oro, plata, plomo, manganeso siendo éstas subterráneas o a cielo abierto.</p>

Capacidad para trabajar en equipo.	
------------------------------------	--

8. Prácticas

Realizar levantamientos de polígonos de lotes mineros, minas abiertas y subterráneas con liga de los vértices a la red nacional de INEGI y a todas las instalaciones del complejo minero.

Levantamientos de minas con brújula colgante, clinómetro y cinta métrica, cálculo y dibujo con cotas de altimetría.

Realizar dibujos topográficos de minas a cielo abierto y subterráneo mediante software CAD o el disponible en su institución.

Establecimiento de puntos de control con liga al sistema de información de INEGI en X, Y y Z, dentro del complejo minero.

Liga del portal de una mina con un barreno de exploración.

Alineamiento de un cuele minero hacia una zona de explotación.

Alineamiento de un túnel de libramiento de vialidad vehicular.

Trazo de una línea en el área de explotación.

9. Proyecto de asignatura

Se propone realizar un plano de conjunto de un complejo minero, que deberá comprender instalaciones de: oficinas, líneas de conducción eléctrica y de agua potable, escurrimiento de aguas pluviales, zonas de riesgo y presa de jales.

- **Fundamentación:** Se propone tener en cuenta el marco referencial donde se ponga atención especial a la revisión de la bibliografía, los métodos de levantamientos topográficos utilizados para distintos fines y el uso de equipo requerido. Es importante buscar escenarios distintos, ya sean construidos, artificiales o virtuales procurando visitas a obra ya sean minas abiertas y cerradas donde sea utilizable la herramienta topográfica.
- **Planeación:** Se trabajará por medio de equipos para la realización del proyecto desde su etapa de levantamiento topográfico así como los cálculos correspondientes hasta llegar por último a su etapa de diseño.
- **Ejecución:** Los estudiantes en conjunto con su docente se trasladarán a la empresa y bajo la guía de los empleados de la misma recabarán la información necesaria; en las instalaciones del instituto realizarán el trabajo de gabinete pertinente; por último se realizará una exposición de proyectos a la cual invitarán a las personas de la empresa para que observen y realicen una retroalimentación tomando como base el proyecto de la empresa.
- **Evaluación:** Cada equipo presentará al grupo en plenario los resultados obtenidos en el desarrollo de su proyecto, dando espacio para la discusión y retroalimentación.

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, reportes de visitas de obra, portafolio de evidencias, proyecto integrador y cuestionarios.

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. Escuela Valenciana de Espeleología. (1979) *Topografía subterránea I Simposium de Espeleología Grupo Espeleológico de Alicante*. España : Comité Valenciano de Espeleología
2. Estruch, S. M. (2006). *Topografía subterránea para topografía y obras*. Barcelona : Ediciones UPC
3. Estruch S. M. y Tapia G. A. (2003). *Topografía Subterránea para Minas y Obras*. España : Universidad Politécnica de Cataluña.
4. Fernández, L. (1990). *Topografía Minera*, España : Universidad de León.
5. Linares, S. A. (1976). *Túneles y obras subterráneas* (2 ed.) Barcelona: Editores técnicos asociados
6. Staley, W. W. (1964). *Introduction to mine surveying*. USA : Stanford University Press