



1. Datos Generales de la asignatura

Nombre de la asignatura:	Ventilación de Minas
Clave de la asignatura:	MIC-1335
SATCA ¹ :	2-2-4
Carrera:	Ingeniería en Minería

2. Presentación

Caracterización de la asignatura
<p>Esta asignatura aporta al perfil del Ingeniero en Minería los conocimientos, actitudes y habilidades necesarios para explotar los recursos minerales de manera segura usando los sistemas de ventilación adecuados en la minería, cumpliendo con las normatividades vigentes, legislación minera, con la finalidad de salvaguardar la integridad física del recurso humano. Además, se apoya en la asignatura de Físicoquímica en lo que respecta a la evaluación de las propiedades termodinámicas de calor y refrigeración.</p> <p>La Ventilación en las Minas subterráneas tiene como objetivo primordial el suministro de aire fresco para la respiración de las personas y dilución-extracción de polvo y gases producto de las operaciones subterráneas de voladura, extracción y transporte además de arrastrar fuera de la mina las fuertes concentraciones de gases tóxicos emitidos por los equipos diesel incorporados a las operaciones subterráneas involucradas en los diversos métodos de explotación utilizados.</p>
Intención didáctica
<p>En esta asignatura de Ventilación de Minas se pretende que los estudiantes obtengan la competencia requerida, mediante el análisis de circuitos de ventilación en minas subterráneas, conociendo las normatividades vigentes que les permita determinar la importancia de la ventilación, así como la responsabilidad social con que se debe atender esta actividad para salvaguardar la integridad del capital humano con que se cuenta.</p> <p>Se deben utilizar estudios de casos o ejemplos de situaciones reales en donde los estudiantes realicen los diferentes cálculos de flujos de aire requeridos, así como los equipos que les permitirán realizar dicha actividad de una manera adecuada.</p> <p>En el primer tema se aborda lo relacionado con la historia de la ventilación en minas los elementos que componen el aire y los principios de la ventilación.</p> <p>En el segundo tema se abordan los tipos de circuitos de ventilación que se pueden implementar en la mina subterránea, así como los elementos de medición de las condiciones ambientales.</p> <p>En el tercer tema se observan los elementos que conforman el sistema de ventilación en una mina subterránea, así como los cálculos de presión requeridos.</p> <p>En el cuarto tema se aborda lo relacionado con la instalación de los equipos de ventilación adecuados.</p> <p>En el quinto tema se utiliza software de aplicación en lo relacionado con la ventilación de mina para elaborar los circuitos de ventilación medir la eficiencia de la misma.</p>

¹ Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos



En el sexto tema se realiza un proyecto de diseño de un sistema de ventilación en una mina o la mejora de uno existente.

El docente debe mostrar los conocimientos requeridos en la ventilación en minas subterráneas, así como conducir las prácticas que les permitan a los estudiantes aplicar los conocimientos adquiridos en situaciones reales, apoyándose en software de aplicación, también debe fomentar las actitudes y valores que un profesionista debe presentar en su ejercicio profesional.

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: Superior de Mulegé, Superior Zacatecas Occidente y Minera Mexicana la Ciénega S.A. de C.V.	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	Reunión de Seguimiento Curricular de los Programas Educativos de Ingeniería Aeronáutica, Ingeniería en Minería, Ingeniería en Diseño



	Papasquiario y Superior de Zacatecas Occidente.	Industrial e Ingeniería en Biotecnología del Tecnológico Nacional de México.
--	--	--

4. Competencia(s) a desarrollar

Competencia(s) específica(s) de la asignatura
Diseña e implementa los sistemas de ventilación requeridos en una obra minera, así como supervisarlos y controlarlos ya sean de origen natural o artificial, asegurando que las condiciones del ambiente de trabajo sean las más adecuadas, para mejorar el desempeño del trabajador y poder explotar los recursos minerales de manera segura y eficiente.

5. Competencias previas

<ul style="list-style-type: none"> • Clasifica las disposiciones y conceptos jurídicos fundamentales de la normatividad vigente inherente al proceso minero para una operación regulada y segura en las actividades mineras. • Realiza planos y proyectos en los que pone en práctica los criterios de acotación y escala para diseñar maquinaria e instalaciones usadas en la industria Minera considerando sus dimensiones físicas y sus características mecánicas. • Evalúa las propiedades termodinámicas de sistemas ideales y reales para comprender el comportamiento de las soluciones.
--

6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Generalidades.	1.1 Historia de la ventilación en minas subterráneas. 1.2 Elementos que componen el aire. 1.2.1 Aire 1.2.2 Gases 1.2.3 Polvos 1.3 Principios de ventilación 1.3.1 Objetivos de la ventilación 1.3.2 Temperatura y Humedad 1.3.3 Ventilación natural 1.3.4 Ventilación mecánica
2	Circuitos Básicos y equipos de medición.	2.1 Circuitos en serie 2.2 Circuitos en paralelo 2.3 Requerimientos de aire. 2.3.1 Personal 2.3.2 Equipo Diesel 2.3.3 Instalaciones 2.3.4 Voladuras 2.4 Equipos de medición 2.4.1 Anemómetro 2.4.2 Higrómetro 2.4.3 Altímetro 2.4.4 Tubo de Pitot 2.4.5 Manómetro digital 2.4.6 Distanciómetro 2.4.7 Bomba y Tubos de Humo 2.4.8 Cronómetro 2.5 Requerimientos de la NOM-023-STPS-2012
3	Elementos del sistema de ventilación	3.1 Planos de ventilación



		<p>3.2 Ventiladores</p> <p>3.2.1 Hélice</p> <p>3.2.2 Axiales</p> <p>3.2.3 Centrífugos</p> <p>3.2.4 Partes de un ventilador</p> <p>3.3 Presión</p> <p>3.3.1 Caída de presión estática</p> <p>3.3.2 Caída de presión dinámica</p> <p>3.3.3 Caída de presión total</p> <p>3.4 Curva de características de ventiladores</p> <p>3.5 Sistemas de ventilación auxiliar</p> <p>3.5.1 Impelente</p> <p>3.5.2 Aspirante</p> <p>3.5.3 Mixta</p> <p>3.6 Ductos de Ventilación</p> <p>3.6.1 Tipos de Ductos</p> <p>3.6.2 Calculo de resistencia en ductos</p>
4	Operación de la ventilación	<p>4.1 Instalación de ventiladores</p> <p>4.1.1 Ventiladores en Serie</p> <p>4.1.2 Ventiladores en Paralelo</p> <p>4.2 Recomendaciones en la ventilación</p> <p>4.3 Controles de Ventilación</p> <p>4.3.1 Muros</p> <p>4.3.2 Puertas</p> <p>4.3.3 Reguladores</p> <p>4.3.4 Orificio equivalente</p> <p>4.4 Economía de la Ventilación</p> <p>4.5 Redes de Ventilación</p>
5	Software de Aplicación	<p>5.1 Simulador Vensia para instalaciones de ventilación auxiliar</p> <p>5.2 Simulador VentSim</p> <p>5.3 RCM-2 en mantenimiento del sistema de ventilación</p> <p>5.4 Condiciones de Ambiente de la mina y obras de desarrollo minero.</p>
6	Proyecto de ventilación minera	<p>6.1 Elaboración de proyecto de ventilación minera.</p> <p>6.2 Análisis del sistema de ventilación propuesto</p> <p>6.3 Presentación en plenaria de proyecto de ventilación minera.</p>

7. Actividades de aprendizaje de los temas

1. Generalidades	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Analiza la evolución de la ventilación en minas subterráneas composición del aire y la cantidad de aire que se requiere para evaluar las condiciones y elementos de la mina, así como las condiciones ideales del gas, polvo, temperatura y humedad.	<ul style="list-style-type: none">• Explicar las condiciones de trabajo ordinarias en una mina (temperatura, humedad, gases y polvo) y los requerimientos de seguridad e higiene que se deben proporcionar.• Explicar las diferentes clases de ventilación y las obras requeridas para su utilización en una mina.



Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación.	<ul style="list-style-type: none">Efectuar visitas mineras con el fin de observar la operación de un sistema de ventilación.
2. Circuitos Básicos y equipos de medición.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Analiza problemas de ventilación de acuerdo a las necesidades específicas de las operaciones mineras subterráneas para mejorar las condiciones del ambiente en interior de la mina Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none">Explicar los problemas comunes que se deben resolver en relación a la ventilación.Resolver un problema tipo de ventilación mecánica con circuitos en serie y paralelo.Conocer los equipos de medición en el control de la ventilación.Calcular el área en el circuito de ventilación.Calcular la cantidad de flujo de aire.Conocer la normatividad vigente de la STPS para el diseño de las condiciones de ventilación.
3. Elementos del sistema de ventilación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Analiza las características de los equipos y elementos que operan en una mina subterránea para implementar los sistemas de ventilación más adecuados y obtener una ventilación eficiente en interior mina. Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none">Conocer las características de los equipos para realizar las operaciones de ventilación.Analizar los sistemas de ventilación implementados en una mina del entorno.Resolver ejercicios para el cálculo de caídas de presión en interior de mina y sistemas de ventilación.
4. Operación de la ventilación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Determina las capacidades de los ventiladores y accesorios de acuerdo al volumen de aire requerido para obtener una ventilación adecuada en el interior de la mina cumpliendo con la normatividad vigente. Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none">Conocer el sistema de ventilación en interior de una mina para determinar su efectividad y consumo.Emplear controles adecuados para una mejor ventilación en el interior de la mina.
5. Software de Aplicación	
Competencias	Actividades de aprendizaje
Específica(s): Diseña planos y controles de ventilación en interior mina utilizando software de aplicación para simular las condiciones de operación minera subterránea.	<ul style="list-style-type: none">Diseñar planos de ventilación de mina usando un simulador.Efectuar cálculos usando los diferentes factores de modelado de planos.



Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Resolución de problemas.	<ul style="list-style-type: none"> Analizar resultados para cumplir los requerimientos de un sistema de ventilación.
6. Proyecto de ventilación minera.	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p>Específica(s): Evalúa un sistema de ventilación en interior mina que cumpla con la legislación vigente para mejorar las condiciones ambientales en las operaciones mineras subterráneas.</p> <p>Genéricas: Conocimientos básicos de la carrera en minas subterráneas. Análisis cognitivo, Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica. Habilidades de investigación. Resolución de problemas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar un diseño de un sistema de ventilación de mina apoyándose en un simulador, o mejorando un existente con su respectiva evaluación. Analizar en plenaria los proyectos de ventilación para enriquecerlos y fomentar el sentido crítico y de análisis de los estudiantes.

8. Práctica(s)

<ul style="list-style-type: none"> Se efectuarán visitas a unidades mineras subterráneas, con el fin de observar la operación de un sistema de ventilación, empleando los equipos de medición correspondientes. Utilización de equipo de para la medición de flujos de aire como: Anemómetros, tubos de pitot, ventury, etc. Evaluación de Equipos de ventilación como: ventiladores axiales, centrífugos, serpentines, conductores de aire, etc. Se realizarán ejercicios, con datos reales de ventilación de mina, equipos de ventilación, así como interpretar gráficas de curvas de eficiencia de los ventiladores principales, para determinar su desempeño.

9. Proyecto de asignatura

<p>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:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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.
--



10. Evaluación por competencias

- Elaboración de ensayos sobre la evolución de la ventilación en minas subterráneas para determinar el grado de avance tecnológico, que permite a las minas ser más seguras y confiables para los trabajadores.
- Elaborar una investigación sobre los tipos de ventilación natural y ventilación mecánica, para exposición en plenaria y retroalimentación con el grupo de alumnos.
- Resolución de ejercicios en el aula sobre situaciones reales, que ayuden al alumno a comprender la importancia de aplicar los conocimientos básicos de termodinámica para poder evaluar las condiciones de ventilación de áreas de trabajo de una empresa minera.
- Recolectar información sobre las características de los motores diesel y equipos de producción que se operan en una mina subterránea, para entender su funcionamiento y poder participar en crear las condiciones para que estos equipos tengan un rendimiento aceptable y poder disminuir la contaminación generada por las emisiones de gases de los mismos.
- Determinar el volumen de aire limpio y extracción de gases, requeridos para ventilar las aéreas de trabajo, después de efectuar las voladuras (uso de explosivos), para salvaguardar la integridad de los trabajadores que continúan sus labores en los distintos turnos, mismos que evitan intoxicaciones en los colaboradores.
- Efectuar cálculo de requerimientos de aire de acuerdo a la NOM-023-STPS-2012 Apéndice "D" y cumplir con la legislación vigente.
- Realizar un proyecto de procedimiento seguro de trabajo a partir del análisis de riesgos de una actividad específica, aplicando las características de los mismos para prevenir los riesgos de trabajo.
- Realizar cálculos con ejemplos y datos reales sobre los índices de: Frecuencia, Gravedad y Siniestralidad de los riesgos de trabajo en las empresas.
- Diseño de un programa de seguridad para prevención de riesgos y enfermedades laborales en interior mina.
- Realización de un Proyecto Integrador en donde involucre todos los conocimientos adquiridos en la asignatura, aplicados en una mina del entorno, que le permita fortalecer y aplicar los conocimientos en situaciones reales.
- Además, el docente se debe apoyar con los siguientes instrumentos de evaluación:
 - Rúbrica
 - Lista de cotejo
 - Matriz de valoración
 - Guía de observación
 - Portafolio de evidencias

11. Fuentes de información

1. Asfahl, R. (2010). *Seguridad industrial y administración de la salud*. (6ª. Ed.). México: Pearson Educación.
2. Colombia. Ministerio de minas y energía. (199?) *Norma: Ventilación y control de polvos en las explotaciones mineras*. Colombia: Ministerio de minas y energía.
3. De Souza, E. (2002). *Mine Ventilation :Proceedings of the North American/Ninth US Mine*. Países Bajos: Editorial Swets&Zeitlinger.
4. Estruch, S. M. (2006). *Topografía subterránea para topografía y obras*. Barcelona: Ediciones UPC.
5. Himmelblau David. (2003). *Principios básicos y cálculos en ingeniería química*. (6ª. Ed.). México: Prentice Hall.
6. McPherson, M. J. (1993). *Subsurface Ventilation Engineering*. USA: Chapman& Hall. (Libro disponible para descargar de Mine VentilationServices, Inc. www.mvsengineering.com).



7. Singhal Raj K. (1998). Mine Plannning and equipment selection 98: Proceedings of the Seventh International Symposium on Mine Planning and Equipment Selection, Calgary, Canada, 6-9 October 1998. Ed Balkema
8. Congreso de los Estados Unidos Mexicanos. (1988, 28 de enero). NORMA Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2003, Trabajos en minas-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. *Diario Oficial de la Federación*. Recuperado el 15 de abril de 2013, de
9. <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/normas/Nom-023.pdf>
10. VnetPC PRO DEMO software disponible para descargar de Mine VentilationServices, Inc. (www.mvsengineering.com).
11. VentSIM. Manual del usuario versión 3. (Abril, 2013). Recuperado el 15 de abril de 2013, de
12. <http://www.ventsim.com/files/ventsimmanual.pdf>