

# 5. Ventilación secundaria y drenaje de minas

## INTRODUCCIÓN

El objetivo de este módulo de 152 horas es que los y las estudiantes aprendan a instalar equipos de ventilación secundaria en minas subterráneas y efectuar el drenaje de agua en las minas.

Realizar adecuadamente la ventilación y el drenaje de fluidos desde las minas beneficia los trabajos operacionales que se requieren, ya que los lugares de trabajo se mantienen en condiciones apropiadas de seguridad.

Es necesario que se creen las condiciones para desarrollar Objetivos de Aprendizaje Genéricos, como el trabajo en equipo de manera planificada, interpretando correctamente los programas, elaborando informes técnicos de resultados y aplicando las normas de prevención de riesgos para las personas, los equipos y el medio ambiente.

## APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 5 · VENTILACIÓN SECUNDARIA Y DRENAJE DE MINAS		152 HORAS	CUARTO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD			
<p><b>OA 3</b>                      Instalar equipos de ventilación secundaria en minas subterráneas y de drenaje en minas subterráneas y a cielo abierto, empleando máquinas y herramientas de acuerdo a diagramas, instrucciones y procedimientos.</p>			
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS	
<p><b>1.</b> Prepara el área donde se instalarán elementos de ventilación de acuerdo a los planos.</p>	<p><b>1.1</b>                      Verifica la estabilidad de estructuras geológicas y la presencia de planchones o material rocoso suelto, susceptible de caer desde paredes y techo de labor subterránea, trabajando en equipo, según reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>	D	K
	<p><b>1.2</b>                      Realiza acañadura, desprendiendo planchones o material rocoso suelto, susceptible de caer desde paredes y techo de la labor subterránea, trabajando en equipo, según reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>	D	K
	<p><b>1.3</b>                      Controla la calidad del aire en el frente de trabajo, comprobando con instrumentos de medición de concentración de gases que los niveles de acumulación de gases nocivos cumplen las normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132) y en el Decreto Sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (DS 594).</p>	K	
	<p><b>1.4</b>                      Prepara el área de trabajo con los equipos correspondientes, de acuerdo al método de ventilación que se aplicará (impelente o expelente).</p>	C	

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p><b>2.</b> Instala elementos de ventilación y repara elementos dañados, utilizando equipos y herramientas apropiados, respetando el Reglamento de Seguridad Minera.</p>	<p><b>2.1</b> Planifica la instalación de equipos de acuerdo al plano, el programa de ventilación y a las características de los elementos que se instalarán.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>2.2</b> Sitúan los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al diseño de la ventilación.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>2.3</b> Instala los equipos de ventilación en la labor minera de acuerdo a planos, al diseño de la ventilación, a los procedimientos de trabajo y a lo establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>	<p><b>C</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>2.4</b> Repara o reemplaza los elementos de ventilación dañados de acuerdo a los procedimientos de trabajo.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>2.5</b> Informa el resultado de la instalación y reparación de los elementos de ventilación empleando formatos o formularios establecidos.</p>	<p><b>H</b></p>
<p><b>3.</b> Prepara el área donde se instalarán elementos de drenaje de minas.</p>	<p><b>3.1</b> Verifica la estabilidad de estructuras geológicas y la presencia de planchones o material rocoso suelto susceptible de caer desde crestas, talud y berma (de banco de mina a cielo abierto) o desde paredes y techo (de labor subterránea), y según el reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>	<p><b>D</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>3.2</b> Realiza acuñadura, trabajando en equipo, según el reglamento interno establecido en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132).</p>	<p><b>D</b>      <b>K</b></p>
	<p><b>3.3</b> Prepara el área de trabajo, considerando el programa de drenaje y las especificaciones técnicas de los equipos de bombeo y conducción de fluidos.</p>	<p><b>C</b></p>

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p><b>4.</b> Instala elementos de drenaje de agua y repara elementos dañados, de acuerdo al programa de trabajo.</p>	<p><b>4.1</b> Planifica la instalación de equipos de acuerdo al programa de drenaje y a las características de los elementos de drenaje de los fluidos que se instalarán.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>4.2</b> Sitúa los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al diseño de desagüe y procedimientos de trabajo.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>4.3</b> Detecta elementos de drenaje instalados en la labor minera que están dañados o deteriorados, de acuerdo a procedimiento de trabajo.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>4.4</b> Repara o reemplaza los elementos de drenaje (bombas, cañerías, accesorios) deteriorados, utilizando las herramientas apropiadas, de acuerdo a programa y procedimientos trabajo.</p>	<p><b>C</b></p>
	<p><b>4.5</b> Informa el resultado de la instalación y reparación de los elementos de drenaje, empleando formatos o formularios.</p>	<p><b>H</b></p>

**5.**

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Ventilación secundaria y drenaje de minas
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Medición de concentración de gases en minas subterráneas
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>1.</b> Prepara el área donde se instalarán elementos de ventilación de acuerdo a los planos.</p>	<p>1.1 Controla la calidad del aire en el frente de trabajo, comprobando con instrumentos de medición de concentración de gases que los niveles de acumulación de gases nocivos cumplan las normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132) y en el Decreto sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (DS 594).</p> <p>1.2 Prepara el área de trabajo con los equipos correspondientes, de acuerdo al método de ventilación que se aplicará (impelente o expelente).</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Aplicación en terreno

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### Docente:

- › Prepara los instrumentos necesarios para las mediciones de gases.
- › Organiza los grupos de estudiantes.
- › Consigue la autorización para visitar una mina subterránea y efectuar mediciones de gases.

#### Estudiantes:

- › Forman grupos de trabajo.

#### Recursos:

- › Instrumentos para la medición de gases.
- › Autorización para ingresar a la mina.
- › Videos de instrumentos que se emplean para medir las concentraciones de gases tóxicos en minas subterráneas y la forma de manipular los equipos de registro.
- › Textos de las normas legales referentes a las concentraciones permitidas de gases en minas subterráneas.

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<p><b>EJECUCIÓN</b></p>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Explica la importancia del control de las concentraciones de gases tóxicos en minas subterráneas, debido a los efectos en las personas.</li> <li>› Explica cuáles son los instrumentos que se emplean para medir las concentraciones de gases tóxicos en minas subterráneas y la forma de manipular los equipos de registro.</li> <li>› Exhibe videos que describen los instrumentos y su respectiva manipulación.</li> <li>› Explica las técnicas de lectura de datos.</li> <li>› Supervisa el trabajo de los y las estudiantes.</li> <li>› Presenta la estructura del informe que deberán elaborar los y las estudiantes al concluir la actividad.</li> </ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Analizan las normas legales referentes a las concentraciones permitidas de gases en minas subterráneas y hacen un resumen de ellas. Las discuten en grupo para extraer una conclusión unánime de las concentraciones máximas que pueden haber en un ambiente minero subterráneo.</li> <li>› Practican en el aula y en los alrededores del liceo la forma de medir las concentraciones de gases, empleando los instrumentos, manipulándolos de manera cuidadosa, realizando las mediciones según los procedimientos enseñados por su docente y lo observado en los videos.</li> <li>› El grupo curso viaja a una mina subterránea y mide gases usando los instrumentos adecuados. El ejercicio de medición de gases tóxicos se realizará a lo menos entre dos estudiantes, para resaltar que el trabajo de medición de gases en zonas contaminadas de la mina subterránea no debe hacerse individualmente.</li> <li>› Cada grupo de estudiantes analiza la información recopilada de mediciones de gases y la compara con lo establecido en las normas legales.</li> <li>› Emiten un informe escrito, concluyendo si las áreas auscultadas cumplen la normativa.</li> </ul>
<p><b>CIERRE</b></p>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Cada grupo da a conocer su trabajo y sus impresiones sobre la tarea desarrollada.</li> </ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Resalta la necesidad y responsabilidad de medir correctamente la concentración de gases en minas subterráneas para resguardar la seguridad de todos los trabajadores.</li> <li>› Anota en la pizarra la síntesis de lo aprendido en esta actividad.</li> <li>› Les recomienda leer <i>Subterra</i> de Baldomero Lillo.</li> </ul>

## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Ventilación secundaria y drenaje de minas
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Instalación de elementos de drenaje de minas
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	12 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p><b>2.</b> Instala elementos de drenaje de agua y de reparación de elementos dañados, según el programa de trabajo.</p>	<p>2.1 Planifica la instalación de equipos de acuerdo al programa de drenaje y a las características de los elementos de drenaje de los fluidos que se instalarán.</p> <p>2.2 Sitúa los materiales, equipos y herramientas en el frente de trabajo, de acuerdo al diseño de desagüe y procedimientos de trabajo.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Metodología de proyecto

DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

### PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD

#### Docente:

- › Prepara todos los materiales e implementos para que sus estudiantes lleven a cabo su tarea.
- › Selecciona videos sobre instalación y reparación de bombas de drenaje.
- › Selecciona herramientas de drenaje.
- › Localiza un camino vecinal para trabajo en terreno.
- › Organiza a los y las estudiantes en grupos de trabajo.

#### Estudiantes:

- › Se organizan en grupos de trabajo.
- › Escuchan instrucciones del o la docente.

#### Recursos:

- › Videos sobre instalación y reparación de bombas de drenaje.
- › Herramientas de drenaje.
- › Autorización para reparar un sistema de drenaje de un camino vecinal.



DESCRIPCIÓN DE LAS TAREAS QUE REALIZAN DOCENTES Y ESTUDIANTES, Y LOS RECURSOS QUE SE UTILIZAN EN CADA UNA DE LAS SIGUIENTES ETAPAS:

<p><b>EJECUCIÓN</b></p>	<p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Explica la importancia del sistema de drenaje en las minas.</li> <li>› Explica cuáles son las herramientas que se emplean y la forma de manipular los equipos.</li> <li>› Exhibe videos que describen las herramientas, su manipulación y reparación.</li> <li>› Supervisa el trabajo de los y las estudiantes.</li> <li>› Presenta la estructura del informe que deberán elaborar los y las estudiantes al concluir la actividad.</li> <li>› Entrega instrucciones para el diseño de un plan de instalación y reparación de elementos de drenaje.</li> <li>› Entrega instrucciones para el trabajo en terreno.</li> </ul> <p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Observan videos donde se muestran las operaciones que se realizan para instalar y reparar bombas de drenaje y sus accesorios, poniendo atención en las herramientas que se emplean y en los procedimientos de trabajo.</li> <li>› Trabajando en grupos, hacen un listado de las herramientas que se emplean para instalar y reparar los elementos de drenaje.</li> <li>› Para cada fase de los trabajos de instalación y reparación de elementos de drenaje que analizaron, describen los riesgos que se presentan y dan soluciones para mantenerlos bajo control.</li> <li>› También en grupos, diseñan un plan de instalación y reparación de elementos de drenaje, de acuerdo a los antecedentes que les entrega su docente.</li> <li>› Los grupos exponen al curso el plan que diseñaron, y su docente deberá participar destacando conceptos y aportando a las exposiciones.</li> <li>› Trabajando de manera grupal, realizan una reparación de un sistema de drenaje, en un camino vecinal, semejando una mina a cielo abierto. Consideran las herramientas necesarias, la secuencia del trabajo, los riesgos que se presentarán en cada etapa y las formas de controlarlos, de acuerdo a la planificación realizada.</li> </ul>
<p><b>CIERRE</b></p>	<p><b>Estudiantes:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Cada grupo da a conocer su trabajo y sus impresiones sobre la tarea desarrollada.</li> </ul> <p><b>Docente:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>› Analiza con el grupo la experiencia realizada y los aprendizajes obtenidos, los cuales se anotan en la pizarra.</li> <li>› Al final de las exposiciones, resalta la necesidad de realizar trabajos previamente planificados, debido a la importancia que tienen en la operación de la mina.</li> </ul>



## EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN

NOMBRE DEL MÓDULO	<b>Ventilación secundaria y drenaje de minas</b>	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p><b>1.</b> Prepara el área donde se instalarán elementos de ventilación de acuerdo a los planos.</p>	<p><b>1.3</b> Controla la calidad del aire en el frente de trabajo, comprobando con instrumentos de medición de concentración de gases que los niveles de acumulación de gases nocivos cumplen las normas establecidas en el Reglamento de Seguridad Minera (DS 132) y en el Decreto sobre Condiciones Sanitarias y Ambientales Básicas en los Lugares de Trabajo (DS 594).</p>	<p><b>I</b> Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos, en una perspectiva de eficiencia energética y cuidado ambiental.</p> <p><b>B</b> Prevenir situaciones de riesgo y enfermedades ocupacionales, evaluando las condiciones del entorno del trabajo y utilizando los elementos de protección personal según la normativa correspondiente.</p>

### Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN SELECCIONADOS
<p>El o la docente les solicita realizar el proceso de medición de gases tóxicos en un lugar cerrado de mucha concentración de humo, cerca del liceo, preocupándose principalmente cómo utilizan el instrumento de medición de gases, de acuerdo a los procedimientos aprendidos.</p> <p>La medición de gases de los y las estudiantes es evaluada con una pauta de cotejo basada en el criterio y los OAG I y K.</p>	<p>Pauta de cotejo basada en el criterio y los OAG I y K.</p>

## BIBLIOGRAFÍA

**Becerra, C. y Cielo D.** (1994). (1987). *Proyecto redes de aire comprimido, agua y drenaje para mina subterránea*. Antofagasta: Universidad de Antofagasta.

**Green, D. W., Maloney, J. O. y Perry, R. H.** (1998). *Manual del ingeniero químico*. Ciudad de México: McGraw-Hill.

**Hartman, H. L., Mutmansky, J. M., Ramani, R. V. y Wang, Y. J.** (2012). *Ventilación de minas y acondicionamiento de aire*. New York: Wiley.

**Hicks, T. G.** (1990). *Bombas: Su selección y aplicación*. Ciudad de México: CECSA.

**Luque, V.** (1988). *Manual de ventilación de minas*. Madrid: Pedeca.

**Novitzky, A.** (1962). *Ventilación de minas: Ventiladores para minas, acondicionamiento del aire, incendios subterráneos y salvamento*. Buenos Aires: S.N.

**Viejo, Z. M.** (1995). *Bombas: Teoría, diseño y aplicaciones*. Ciudad de México: Limusa.

**Yáñez, E. .** (1994). *Ventilación de minas*. Santiago de Chile: Servicio Nacional de Geología y Minería.

## Sitios web recomendados

Bombas sumergibles de alta resistencia para la construcción, perforación, minería y otras actividades muy exigentes:

[http://www.grindex.com/documents\\_library/brochures/50hz/brochure\\_redpumps\\_sp\\_50.pdf](http://www.grindex.com/documents_library/brochures/50hz/brochure_redpumps_sp_50.pdf)

Procedimiento de instalación de tuberías de polietileno de alta densidad (HDPE):

<http://www.revinca.com/instalacion.pdf>

Catálogo técnico de Polietileno de Alta Densidad (HDPE):

<http://www.tigre.pe/download/archive/221230>

Compumet EIRL. Ventilación en minas subterráneas:

[http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download\\_wiki\\_attachment.php?attid=637](http://geco.mineroartesanal.com/tiki-download_wiki_attachment.php?attid=637)

Guía metodológica de seguridad para proyectos de ventilación de minas:

<http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/seguridad/200812guiaventilacionminas.pdf>

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en agosto de 2014).