

1. Laboratorio y análisis químico

INTRODUCCIÓN

Este módulo tiene 190 horas pedagógicas y considera clases en el establecimiento y visitas a terreno.

En éste se espera que los y las estudiantes logren realizar pruebas de laboratorio en metalurgia extractiva y que aprendan a caracterizar físicamente los minerales y las soluciones. En estas mediciones, se busca que sean capaces de aplicar los procedimientos y las normativas que aseguren la calidad de los resultados y la seguridad para las personas y los equipos en uso. Del mismo modo, se pretende que puedan dominar las operaciones de las diferentes áreas de una planta de hidrometalurgia, orientadas a obtener un producto de alta calidad, de acuerdo a sus características, las

especificaciones técnicas de la ley, y lo requerido por el mercado.

Asimismo, se espera que sean capaces de medir y registrar la información del desempeño y mantenimiento de los equipos de concentración de minerales de laboratorio; preparar los equipos, el mineral, los reactivos y el instrumental para realizar pruebas de flotación, de hidrometalurgia y de pirometalurgia en el laboratorio; operar dichos equipos; determinar la humedad, la densidad, la viscosidad y el caudal en materias primas y productos; y efectuar un análisis de gases, conforme a los métodos establecidos por la operación de fundición de minerales.

APRENDIZAJES ESPERADOS Y CRITERIOS DE EVALUACIÓN

MÓDULO 1 · LABORATORIO Y ANÁLISIS QUÍMICO	190 HORAS	TERCERO MEDIO
OBJETIVOS DE APRENDIZAJE DE LA ESPECIALIDAD		
<p>OA 6 Preparar equipos e instrumentos de laboratorio, muestras de minerales, productos intermedios y finales, pruebas metalúrgicas, análisis químicos para el control de operaciones y determinación de la ley del mineral, de acuerdo a las características geofísicas y químicas de los minerales, asegurando la representatividad de estos.</p>		

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS
<p>1. Prepara equipos e instrumentos de laboratorio, materiales para muestreo para la realización de análisis químico siguiendo un procedimiento seguro y respetando las normas vigentes.</p>	<p>1.1 Prepara equipos, muestreadores, reactivos e instrumental de laboratorio, para ser utilizados en la tareas de muestreo, y análisis químico, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio, y siguiendo las medidas de seguridad y la normativa vigente.</p>	<p>B C H</p> <p>I</p>
	<p>1.2 Prepara muestreos de mineral para su posterior análisis, de acuerdo a los procedimientos de muestreo de la planta en forma segura, usa los equipos de protección personal EPP, sigue procedimientos de conservación, en los horarios y zonas predefinidas de acuerdo al proceso.</p>	<p>B C I</p>
	<p>1.3 Mantiene el área de muestreo limpia, así como los equipos y accesorios del laboratorio, para evitar contaminación cruzada, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio y normativa ambiental y de seguridad vigente.</p>	<p>B C I</p>

APRENDIZAJES ESPERADOS		CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS		
2.	Prepara equipos e instrumentos de muestreo para realizar pruebas metalúrgicas de acuerdo a las características geofísicas y químicas de los minerales, con el objetivo de controlar el proceso, siguiendo un procedimiento seguro y respetando las normas vigentes, que asegure su representatividad.	2.1 Prepara equipos, instrumental y reactivos para realizar pruebas metalúrgicas de laboratorio, según los procedimientos del laboratorio de la planta y las medidas de seguridad y de acuerdo al proceso que se está analizando.	B	C	I
		2.2 Realiza pruebas en laboratorio, para determinar calidad o alguna otra característica de la muestra tomada, respetando las indicaciones del fabricante y los objetivos de la prueba, así como normas de seguridad y procedimientos.	B	C	K
		2.3 Rotula y almacena las muestras obtenidas con el fin de mantener un respaldo de los resultados obtenidos de acuerdo a lugar y fecha del muestreo, desecha lo que no se necesita, cumpliendo las normas ambientales vigentes.	B	C	H
3.	Prepara análisis químico y control de operaciones para determinar la ley de mineral, de acuerdo a los procedimientos establecidos y normativa vigente.	3.1 Prepara insumos, equipos, accesorios y material de muestreo para determinar la ley de mineral de acuerdo a los procedimientos y con las medidas de seguridad apropiadas.	B	C	I
		3.2 Realiza el muestreo y la preparación de los productos intermedios y finales, para su control de calidad, respetando los procedimientos de la fundición y según los procesos del laboratorio.	B	C	
		3.3 Rotula y almacena los resultados obtenidos, y los registra en una planilla para archivo histórico, de acuerdo a los procedimientos establecidos por el proceso y la norma vigente.	B	H	

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Laboratorio y análisis químico
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Preparación de equipos de laboratorio
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	15 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>1. Prepara equipos e instrumentos de laboratorio, materiales para muestreo para la realización de análisis químico siguiendo un procedimiento seguro y respetando las normas vigentes.</p>	<p>1.1 Prepara equipos, muestreadores, reactivos e instrumental de laboratorio, para ser utilizados en la tareas de muestreo, y análisis químico, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio, y siguiendo las medidas de seguridad y la normativa vigente.</p> <p>1.2 Prepara muestreos de mineral para su posterior análisis, de acuerdo a los procedimientos de muestreo de la planta en forma segura, usa los EPP, sigue procedimientos de conservación, en los horarios y zonas predefinidas de acuerdo al proceso.</p> <p>1.3 Mantiene el área de muestreo limpia, así como los equipos y accesorios del laboratorio, para evitar contaminación cruzada, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio y normativa ambiental y de seguridad vigente</p> <p>1.4 Prepara equipos, instrumental y reactivos para realizar pruebas metalúrgicas de laboratorio, según los procedimientos del laboratorio de la planta y las medidas de seguridad y de acuerdo al proceso que se está analizando.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada

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:

- › Lleva a sus estudiantes al laboratorio, usando todos los elementos de protección personal pertinentes y procede a explicar los distintos elementos constituyentes del laboratorio, sus nombres, utilidades y formas de utilización.
- › Solicita que hagan uso de todos los elementos de protección personal como capas, lentes, guantes de nitrilo, y otros si aplica.
- › Junto a sus estudiantes revisan las normas de seguridad, vías de escape, funcionamiento correcto de campanas, extintores, etc., de tal manera que se sepa cómo proceder ante una emergencia.
- › Delimita la actividad a desarrollar, sus objetivos y alcances, así como el contenido del informe final.

Recursos:

- › Laboratorio, insumos y equipos de laboratorio.
- › Elementos de protección personal, como capas y lentes, máscara (si aplica), guantes de nitrilo.
- › Computador e impresora.



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

EJECUCIÓN	<p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Revisan los puntos de expendio de insumos como válvulas de tomas de gas, lavatorios y energía eléctrica.› Identifican, en conjunto con su docente, los equipos y elementos recipientes, entre otros del laboratorio, sus nombres, uso correcto, y precauciones. Asimismo, revisan la forma de acondicionar estos elementos, así como la forma correcta de lavado, limpieza, secado, etc.› Procuran realizar todo en forma prolija, manteniendo el lugar limpio, sin contaminar las muestras, los equipos o recipientes, y atendiendo a la limpieza de los instrumentos, medidores, mezcladores, etc.› Identifican los reactivos y su uso, procurando no utilizarlos en forma indebida, reconociendo sus limitantes y mezclando de forma correcta, poniendo atención a las normas de seguridad y dosis, así como a reacciones en cadena o auto igniciones que se puedan generar.› Preparan las muestras y reactivos de acuerdo al procedimiento demostrado por el o la docente, siguiendo paso a paso las instrucciones señaladas, anotando los parámetros importantes, observando las reacciones y obteniendo los resultados de la muestra analizada. Con la ayuda de su docente, calculan la cantidad que deben mezclar o reactivo a añadir a la muestra. Esto último se repite un par de veces para tener un resultado representativo.› Realizan un informe final que contemple el procedimiento de las actividades señaladas anteriormente, los cálculos desarrollados, y resultados obtenidos. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Laboratorio, insumos y equipos de laboratorio.› Elementos de protección personal, como capas y lentes, máscara (si aplica), guantes de nitrilo.› Computador e impresora.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Conduce un cierre de la actividad, en el que enfatiza en la importancia de llevar a cabo las tareas con rigurosidad, y la relevancia de llevar a cabo una preparación cuidadosa de los equipos de laboratorio. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Tras la actividad desarrollada, redactan un informe final con los aspectos relevantes del ejercicio, tales como medidas de seguridad, procedimiento de preparación y conclusiones. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Computador e impresora.› Acceso al laboratorio, a la biblioteca y a internet.

EJEMPLO DE ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

NOMBRE DEL MÓDULO	Laboratorio y análisis químico
NOMBRE DE LA ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE	Video demostrativo ley del cobre
DURACIÓN DE LA ACTIVIDAD	10 horas
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN QUE INCLUYE
<p>3. Prepara análisis químico y control de operaciones para determinar la ley de mineral, de acuerdo a los procedimientos establecidos y normativa vigente.</p>	<p>3.1 Prepara insumos, equipos, accesorios y material de muestreo para determinar la ley de mineral de acuerdo a los procedimientos y con las medidas de seguridad apropiadas.</p> <p>3.2 Realiza el muestreo y la preparación de los productos intermedios y finales, para su control de calidad, respetando los procedimientos de la fundición y según los procesos del laboratorio.</p> <p>3.3 Rotula y almacena los resultados obtenidos, y los registra en una planilla para archivo histórico, de acuerdo a los procedimientos establecidos por el proceso y la norma vigente.</p>
METODOLOGÍAS SELECCIONADAS	Demostración guiada Texto guía

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

<p>PREPARACIÓN DE LA ACTIVIDAD</p>	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Prepara un video demostrativo que explique el procedimiento de muestreo, análisis y determinación de la ley de cobre en la minería chilena. › Prepara un texto guía que entrega a sus estudiantes para su revisión, que incluye la normativa vigente y procedimientos aplicables a la determinación de la ley de mineral. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none"> › Computador e impresora. › Video y proyector.
---	---



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

EJECUCIÓN	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Entrega el material, texto guía, a sus estudiantes para su revisión. Dicho material debe orientar la indagación sobre el método utilizado para la determinación de la ley del cobre en Chile.› Junto a sus estudiantes, ven el video y luego realizan una conversación e intercambio de opiniones en torno al tema. Si los y las estudiantes tienen preguntas, se resuelven en la conversación de la clase. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Preparan un informe final con las impresiones obtenidas del video, indicando el procedimiento de medición de la ley de cobre, y lo complementan con la normativa vigente necesaria para este procedimiento, obtenido del texto guía u otra fuente. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Computador e impresora.› Video y proyector.› Texto guía.
CIERRE	<p>Docente:</p> <ul style="list-style-type: none">› Realiza una retroalimentación general del proceso de discusión y de elaboración del informe, destacando avances de las y los estudiantes. <p>Estudiantes:</p> <ul style="list-style-type: none">› Redactan un informe de cierre con las principales conclusiones y síntesis de lo observado en el video y un procedimiento de cómo se realiza dicha actividad. <p>Recursos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Computador e impresora.› Video.› Texto guía.› Acceso a la biblioteca y a internet.

NOMBRE DEL MÓDULO	Laboratorio y análisis químico	
APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	OBJETIVOS DE APRENDIZAJE GENÉRICOS A EVALUAR
<p>1. Prepara equipos e instrumentos de laboratorio, materiales para muestreo para la realización de análisis químico siguiendo un procedimiento seguro y respetando las normas vigentes.</p>	<p>1.1 Prepara equipos, muestreadores, reactivos e instrumental de laboratorio, para ser utilizados en la tareas de muestreo, y análisis químico, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio, y siguiendo las medidas de seguridad y la normativa vigente.</p> <p>1.2 Mantiene el área de muestreo limpia, así como los equipos y accesorios del laboratorio, para evitar contaminación cruzada, de acuerdo a los procedimientos de laboratorio y normativa ambiental y de seguridad vigente. Uso de elementos de protección personal.</p>	<p>B Leer y utilizar distintos tipos de textos relacionados con el trabajo, tales como especificaciones técnicas, normativas diversas, legislación laboral, así como noticias y artículos que enriquezcan su experiencia laboral.</p> <p>C Realizar las tareas de manera prolija, cumpliendo plazos establecidos y estándares de calidad, y buscando alternativas y soluciones cuando se presenten problemas pertinentes a las funciones desempeñadas.</p> <p>H Manejar tecnologías de la información y comunicación para obtener y procesar información pertinente al trabajo, así como comunicar resultados, instrucciones e ideas.</p> <p>I Utilizar eficientemente los insumos para los procesos productivos y disponer cuidadosamente los desechos, en una perspectiva de eficiencia energética y cuidado ambiental.</p>

Selección de cómo evaluar

DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD DE EVALUACIÓN	INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN SELECCIONADO
<p>Actividad mixta de evaluación (práctica y teórica):</p> <p>Actividad práctica de preparación de muestras y reactivos, en la cual debe demostrar que conoce y prepara los equipos de laboratorio, así como los protocolos de seguridad. Además, resuelve problemas numéricos relativos a las mezclas y diluciones.</p>	<p>Escala de valor o apreciación que dé cuenta de los siguientes aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none">› Realización de procedimiento de muestreo con precisión.› Trabajo prolijo y de calidad.› Respeto y conocimiento de normas de seguridad.› Cumplimiento de plazos.› Trabajo en equipo.› Comunicación y redacción en el informe. <hr/> <p>Prueba de conocimientos sobre:</p> <ul style="list-style-type: none">› Métodos de preparación de reactivos, muestreo y procedimiento de uso de utensilios en laboratorio.› Cálculo de diluciones y mezclas de reactivos.› Procedimiento de seguridad en los análisis de laboratorio.

BIBLIOGRAFÍA

Almeida, I. T. (1999). *A Poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto. Dissertação de Mestrado.* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Bulatovic, S. M. (2007). *Handbook of flotation reagents: Chemistry, theory and practice: Flotation of sulfide ores.* Amsterdam: Elsevier.

Clariant. (2000). *Mining chemicals: Product information.* Muttenez: Functional Chemicals Division.

Luz, A., Sampaio, J. y França, S. (2010). *Tratamento de minérios.* Río de Janeiro: Centro de Tecnología.

Valderrama, L. (2008). *Guía de laboratorio de concentración de minerales I.* Copiapó: Universidad de Atacama.

Sitios web y enlaces recomendados

Romero, A. Flores, S. y Arévalo, W. (2014). *Análisis granulométrico para la producción industrial del cobre a partir de la calcopirita.*

Recuperado de: http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932009000200003&lng=pt&nrm=is

Sampaio, J., França, S. y Braga, P. (2014). *Tratamiento de minérios: práticas laboratoriais.*

Recuperado de: <http://www.cetem.gov.br/publicacao/livros/Trat.Min.Prat.Laboratoriais%20%28Joao,Silvia%20e%20P.Braga%29.pdf>

(Los sitios web y enlaces sugeridos en este Programa fueron revisados en marzo de 2015).