

# Programa de entrada a la minería.

## **Cuaderno del instructor**

**Módulo 1: Introducción a la minería**

**PFPEM-1-01/v.1-[PE01-M01/v.1]**



Una iniciativa de



Con la colaboración de

**Innovum** | **FCH**  
FUNDACIÓN CHILE

#### **Equipo Consejo Minero:**

**Carlos Urenda A.**

Gerente General

**Christian Schnettler R.**

Gerente del Consejo de Competencias Mineras

**José Tomás Morel L.**

Gerente de Estudios

**María Teresa Bravo de G.**

Gerente de Comunicaciones

**Sofía Moreno C.**

Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales

#### **Comité Técnico - Consejo de Competencias Mineras:**

**Benjamín Galdames Ch.**

Gerente de Relaciones Laborales, AngloAmerican

**Edwin Ugarte R.**

Gerente Planificación y Reclutamiento Anglo Cobre, AngloAmerican

**Gerda Bianchini M.**

Gerente Desarrollo Organizacional, Antofagasta Minerals

**Raffaella Greco S.**

Lead Learning and development, Base Metals, BHP Billiton

**Jorge Seura S.**

Jefe Regional Desarrollo, Liderazgo y Entrenamiento, Barrick Sudamérica

**Claudia Vargas E.**

Directora Gestión Planificación Dotaciones y Organización, Codelco

**Jaime Davis R.**

Asesor Competencias y Entrenamiento, Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi

**Gonzalo Olmos F.**

Analista de Recursos Humanos Reclutamiento y Entrenamiento, Freeport McMoRan

**Edwin Contreras J.**

Gerente de Recursos Humanos, Lumina

**Luis Aylwin G.**

Analista Sénior de Gestión de Talentos, Teck

#### **Equipo Innovum - Fundación Chile:**

**Hernán Araneda D.**

Gerente del Centro de Innovación en Capital Humano

**Diego Richard M.**

Director Programa Fuerza Laboral Minera

**Pabla Ávila F.**

Directora de Formación

**Rafael Pizarro G.**

Especialista Formación

**María Montserrat Callis R.**

Especialista Formación

Consejo Minero  
Apoquindo 3500, Piso 7,  
Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.consejominero.cl](http://www.consejominero.cl)

## **Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero**

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero -del cual pasa a ser propiedad-, a partir de la traducción y adaptación del material proporcionado por el centro de formación SkillsTech. En el proceso de adaptación se utilizó material pedagógico del Programa PREPARADO, propiedad de Fundación Chile. Ambas fuentes han autorizado el uso de este material. Todas las fuentes citadas han autorizado el uso de este material.

Disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el solo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

# Indice

<b>I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO.....</b>	<b>5</b>
<b>II. ¿QUÉ ES EL COBRE?: .....</b>	<b>6</b>
<b>III. ¿CÓMO ES EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COBRE .....</b>	<b>34</b>
<b>IV. EL TRABAJADOR DE LA MINERÍA DEL COBRE: .....</b>	<b>67</b>
<b>V. EVALUACIÓN.....</b>	<b>87</b>
<b>1. Evaluación para el participante .....</b>	<b>87</b>
<b>1.1 Instrucciones para el instructor .....</b>	<b>87</b>
<b>1.2 Test de salida del módulo introductorio a la minería.....</b>	<b>88</b>
<b>1.3 Respuestas para el Instructor .....</b>	<b>92</b>



# I. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO

Este módulo pone a disposición del participante experiencias de aprendizaje, alineadas a contenidos programáticos (información) y recursos motivacionales, de tal manera de crear un entorno favorable para el aprendizaje de los partici-

pantes que por primera vez tendrán un acercamiento a la Industria de la Minería. Los siguientes aprendizajes esperados y criterios de evaluación, buscan el logro y desarrollo de los contenidos del módulo formativo.

APRENDIZAJES ESPERADOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
Señalar aspectos relevantes de la industria minera desde su contexto histórico y su importancia para el desarrollo del país.	Señala aspectos que den cuenta de lo complejo e importante que es la actividad de la industria minera en nuestros días.
Identificar los hitos en el desarrollo de la actividad minera en Chile, especialmente aquéllos relacionados con la explotación del cobre.	Relata los hitos del desarrollo de la actividad minera con especial énfasis al desarrollo actual.
Ubicar los principales yacimientos mineros (cobre, oro y plata) en el mapa de Chile.	Localiza en el mapa los yacimientos de cobre más importantes y aquéllos que operan en cada región.
Visualizar el ciclo de producción del cobre.	Distingue los tipos de minas: subterránea y de extracción a rajo abierto.
Identificar las cuatro etapas del ciclo minero.	Explica las etapas del ciclo minero con especial énfasis en la fase de explotación.
Diferenciar los dos procesos generales de obtención del cobre de acuerdo a su tipo: sulfuro y óxido.	Compara el proceso de obtención de cobre obtenidos por sulfuros y por óxidos.
Identificar y describir las fases del ciclo de producción del cobre dependiendo de la extracción y del procesamiento del mineral (cobre sulfurado y/o cobre oxidado).	Esquematiza las fases de producción de cobre incorporando conceptos técnicos: chancado, molienda, flotación, fundición, lixiviación, extracción por solventes, electroobtención y electrorrefinación.
Identificar el rol del trabajador minero en el desarrollo de la industria en Chile.	Reconoce la relevancia de los trabajadores en el mundo de la industria minera.
Reconocer las características más importantes que circunscriben el trabajo en las faenas mineras.	Debate en grupos y determina los factores claves que caracterizan el trabajo en las faenas mineras.
Relacionar el nivel de influencia de la industria minera al ámbito personal y laboral del trabajador minero.	Señala la importancia de la minería en el ámbito laboral, social y económico a nivel local, regional y nacional.

## II. ¿QUÉ ES EL COBRE?:

### ANTECEDENTES PARA SABER MÁS

Dentro de la minería metálica en Chile, se identifica la producción de cobre, hierro, molibdeno, manganeso, plomo, zinc, oro, y plata, entre otros. Sin embargo, a nivel nacional e internacional, se destaca la producción del cobre, la cual en las últimas décadas ha consolidado a Chile como el mayor productor a nivel mundial.

El presente módulo, se basará en el procesamiento de este último, a fin de facilitar la introducción de los participantes a la industria minera.

#### **POR QUÉ EL COBRE...**

El cobre es esencial para la vida humana.

El cobre es un elemento esencial para la vida; se requiere y es indispensable para los procesos de funcionamiento de nuestro organismo.

El cobre es un micro-nutriente requerido por el organismo para tener una buena salud. Forma parte de algunas proteínas que se necesitan para llevar a cabo procesos indispensables para mantener vivo al organismo.

El cobre que requiere nuestro organismo lo obtiene de los alimentos como granos, el pan de trigo entero, legumbres, entre otras variedades de la dieta diaria.

Sin el cobre nuestra sangre no podría transportar oxígeno. Permite el buen desempeño del cerebro, sistema nervioso y cardiovascular. Ayuda en el transporte de hierro y protege las células de la destrucción por oxidación. Se requiere para el crecimiento de los huesos, así como para mantener un buen sistema inmune.

Fuente: International Copper Association<sup>1</sup>

**A continuación, lo invitamos a realizar una actividad motivacional.**

<sup>1</sup> Asociación internacional sin fines de lucro, de los principales productores y manufactureros de cobre del mundo. En Chile se relaciona directamente con Procobre.

## Video “La historia de la metalurgia”



### Objetivos de aprendizaje

Señalar aspectos relevantes de la industria minera desde su contexto histórico y su importancia para el desarrollo del país.

### Descripción de la actividad

Antes de empezar el bloque 1 “¿Qué es el cobre? Antecedentes para saber más”, el instructor indicará que se verá el video: “la historia de la metalurgia”. Luego de verlo, el instructor formulará 3 preguntas referidas al

video, que aparecen más adelante en esta actividad.

### Sentido de la actividad

Se busca presentar el tema de la minería desde los conocimientos generales que los participantes ya poseen y motivarlos a saber más, por lo que el instructor preparará el ambiente para comenzar con el módulo.

### Materiales

Video “La historia de la metalurgia”

(Disponible on line en: [http://www.consejominero.cl/home/video\\_2.html](http://www.consejominero.cl/home/video_2.html))

### Preparación

El instructor deberá considerar el uso de un computador, conexión Internet, data show y parlantes de sonido para proyectar el video.

### Desarrollo

Como preámbulo, el instructor relatará lo siguiente a los participantes:

*Hace millones de años –e impulsado por procesos geológicos- subió desde las profundidades de la Tierra hasta la superficie, por lo que fue el primero de los metales en ser trabajado por los seres humanos, bajo la forma de cobre nativo o natural de alta pureza.*



*Este tipo de yacimientos hoy están prácticamente agotados en el planeta, por lo que habitualmente se encuentra disperso en grandes área y mezclado con rocas estériles y otros minerales.*

- Se exhibe el video.
- Luego de la exhibición, los participantes responden las 3 preguntas que les formula el instructor.
- Preguntas del instructor a los participantes una vez que se ha exhibido el video.

**1. ¿Con qué finalidad se explotaba el cobre en la época prehispánica (antes de la llegada de los españoles)?**

Respuesta: La finalidad era ocupar el cobre como materia prima para la orfebrería. Se utilizaba para elaborar objetos de adorno, de estatus, de prestigio, no eran usadas para elaborar armas de guerra.

**2. ¿Qué impulsa la llegada de europeos a América?**

Respuesta: Ellos venían a buscar oro y plata, es decir, metales preciosos para enriquecerse.

**3. ¿Era fácil para los españoles obtener cobre? ¿Es fácil hoy?**

Respuesta: Los procesos de extracción demandaban gran esfuerzo humano antes de la industria actual. Hoy se ha facilitado gracias a la tecnología, sin embargo, sigue siendo difícil y peligroso, por lo que actualmente se toman medidas de seguridad extremas para proteger la integridad de las personas que trabajan en la minería.

## Puesta en común

Una vez formuladas las preguntas el instructor solicitará a los participantes que contesten voluntariamente y podrá agregar otras preguntas que considere pertinentes.

El objetivo es escuchar opiniones personales para complementar los conocimientos de los participantes y motivarlos a estudiar los temas que vienen a continuación.



## 1. Historia de la minería en Chile

La Minería ha formado parte de la historia de Chile desde épocas precolombinas, distinguiéndose distintos hitos.

### a. Línea del tiempo



#### Hito 1: Minería Precolombina

Los descubrimientos arqueológicos en el desierto de Atacama y en el Norte Chico, indican con toda claridad que el cobre había sido utilizado por las comunidades indígenas 2.000 años antes de la conquista (desde 500 a. C.).

Atacameños y diaguitas llamaban “payen” al cobre, y heredaron de sus antepasados no sólo el arte de trabajarlo, sino también conocimientos de fundición, la producción de bronce y otras técnicas bastante avanzadas para la época.

En Chile, los atacameños son los primeros en usarlo para fabricar anillos y brazaletes. Extraían cobre en la zona donde

ahora está Chuquicamata y obtenían el oro de Inca Huasi (volcán de 6.638 metros en el límite argentino-chileno).

#### Hito 2: La fiebre del oro

En el siglo XVI, tras la llegada de los conquistadores, el oro pasa a tomar un destacado lugar en la producción de metales. Ya durante la Conquista, las principales ciudades fundadas por los españoles – como La Serena, Concepción, Valdivia, Imperial y Villarrica– estaban ligadas a la explotación de este mineral.

Los españoles llegaron a Chile buscando el oro y lo encontraron, aunque no en las cantidades que esperaban. Obligados a

financiar la ocupación y la infraestructura del naciente Reino de Chile, se dedicaron a explotar los lavaderos que encontraron a lo largo del país, y aunque éstos no tenían comparación con los ricos yacimientos de México y Perú, su explotación a través de indígenas esclavizados permitió financiar las primeras etapas de la colonización.

El auge de esta actividad, que llegó a extraer 2000 kilos de oro anuales entre 1542 y 1560, sería breve. Tras la sobreexplotación de los lavaderos y la trágica disminución de la mano de obra disponible, la minería vivió un rápido declive.

### **Hito 3: La revolución industrial y el auge del metal rojo**

Entre los años 1820 y 1900 —con la Revolución Industrial, sus requerimientos de minerales y los cambios tecnológicos generados por ella— la producción de metal se vuelve relevante.

En este período, Chile produjo dos millones de toneladas de cobre, siendo por mucho tiempo el mayor productor y exportador mundial de este metal. Antes de esto, los usos del cobre eran fundamentalmente para fines decorativos, fabricación de utensilios, monedas, artillería y otros.

El oro también retomó su producción en esta época, reemplazando a los lavaderos por las minas de Andacollo, Chucumata, Copiapó, Inca, Catemu y Petorca.

Un aporte digno de considerar fue el descubrimiento por parte de José Tomás Urmeneta de la veta principal de la mina de cobre Tamaya, que sería altamente rentable en el corto plazo. Esto impulsó al empresario a instalar las primeras fundiciones de cobre en Guayacán y Tongoy, uniendo esta última a la mina a través de un flamante ferrocarril financiado de su bolsillo y dotándola de modernas instalaciones portuarias.

### **Hito 4: El salitre: del auge al descenso**

El auge del cobre llegaría a su decadencia a partir de 1870, producto de una crisis que haría caer persistentemente los precios durante décadas y del agotamiento de los yacimientos del Norte Chico.

El problema no preocuparía demasiado, pues pocos años después Chile salía triunfante de la Guerra del Pacífico y anexaría territorios ricos en Salitre, un nitrato fundamental en la época para la fabricación de explosivos y cuyo uso como fertilizante era extendido en el mundo. El país tenía prácticamente el monopolio de su producción.

Hacia 1880 comienza el auge del salitre natural. Su demanda estaba relacionada con su uso como fertilizante, exportándose en grandes cantidades a Europa (Reino Unido, Alemania, Francia) y Estados Unidos.

Posteriormente, se descubrió la manera de producir salitre sintético, cayendo así en forma abrupta la producción del salitre natural, lo que coincide con la crisis económica de 1929.

### **Hito 5: El cobre hoy**

Chile tendría una nueva oportunidad para alcanzar el desarrollo de la mano del cobre. En pocos años, esta industria se vería revolucionada por los nuevos usos del mineral en la transmisión eléctrica, telefónica y en la electrónica en general, elevando considerablemente su demanda en el mundo.

También influiría la importación de procesos productivos desde Norteamérica que permitía la explotación de yacimientos con leyes inferiores al 7%.

Así llega a Chile el proceso de flotación, que permitió separar los minerales sulfurados de cobre del resto de la roca y se comienzan a implementar explotaciones a rajo abierto que permiten la utilización

de maquinaria más grande para aumentar la producción.

Comienzan a operar El Teniente (1904), Chuquibambilla (1910), Potrerillos (1920), El Salvador (1959).

Un factor muy importante en el desarrollo de la minería del cobre durante la segunda mitad del siglo XX fue la presencia de capital humano altamente especializado, producto de la tradición minera especialmente instalada en las grandes ciudades del Norte Grande.

Esta experiencia venía de la mano de la constante innovación tecnológica impulsadas por la industria, que se ilustra en las mejoras a las fundiciones en los años '50, o la introducción de la extracción por solventes y la electrobatería en los años '80, y la lixiviación en pilas on-off, que permitió ahorrar costos y explotar minerales oxidados de baja ley en 1990. Es más, la minería en Chile se encuentra a la vanguardia tecnológica en lo que se refiere a la biolixiviación del cobre, un proceso que permite la recuperación del mineral utilizando bacterias específicas.

Desde 1990, el país ha triplicado su producción de cobre. De esta forma, en 2010 la minería representó un 19,2% del Producto Interno Bruto (P.I.B.) y la pro-

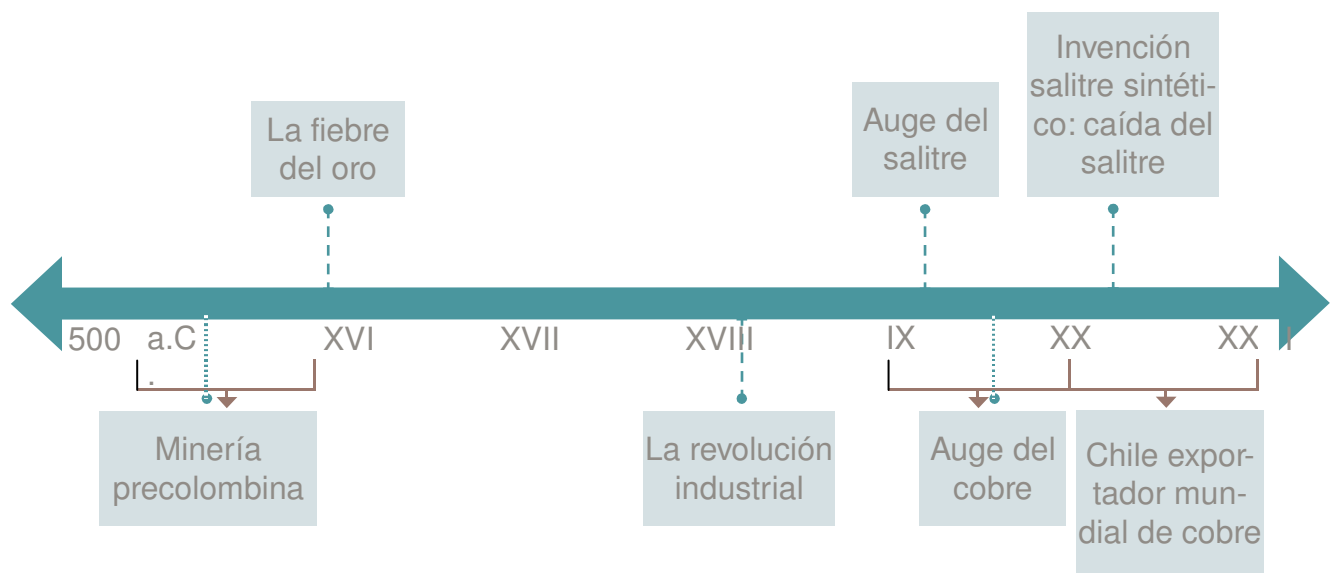
ducción de cobre contribuyó con un 22% a los ingresos del país.

En el año 2009, Chile se transforma en uno de los grandes productores de cobre en el mundo (33% de la producción mundial), siendo éste el producto de exportación más importante de su economía.

El boom también llevó un fuerte componente de exploración minera, aumentando las reservas conocidas de mineral a 150 millones de toneladas el 2010. Eso representa el 24% de las reservas de este mineral en el mundo.

Al 2010 Chile era el origen del 38,2% del cobre que se exportaba en el mundo.

A continuación se presenta una línea del tiempo<sup>2</sup> que resume el proceso histórico:



<sup>2</sup> Embajada de Canadá. (2011). Manual Informativo sobre Minería en Chile. Página 14.



## b. Productos del cobre

Actualmente, Chile comercializa cátodos de cobre, producto de alta pureza que se utiliza como materia prima para la fabricación de innumerables productos manufacturados de consumo.

Los cátodos se obtienen tanto del óxido de cobre, material que se encuentra en la superficie, como del sulfato de cobre, extraído en minas a rajo abierto.

También se obtiene el concentrado de cobre que consiste en una mezcla del mineral con agua y con una serie de metales deseables o indeseables. Este concentrado debe mantener algún porcentaje de humedad para favorecer su manejo, seguridad y transporte.

Ambos productos son elaborados a partir de un sistemático proceso. Al obtenerlos, son exportados para procesarlos y generar productos manufacturados.

El destino de estos productos es el mercado internacional, específicamente los países industrializados y, más recientemente, los países en proceso de industrialización, como China. Destaca la gran concentración de las exportaciones a los mercados de Asia y Europa Occidental, lo que refleja el alto grado de dependen-

cia de la comercialización del cobre con esos mercados.<sup>3</sup>

Además del cobre, Chile produce otros metales como: molibdeno, oro, plata, hierro, plomo y zinc. Cabe señalar que también existe la minería no metálica, en la cual Chile es el primer exportador de yodo, nitratos y litio.

**A continuación, lo invitamos a completar la Actividad número 1.**

<sup>3</sup> <http://www.prochile.cl/importadores/es/oferta-exportable/mineria/mineria.php>

## Actividad N°1

### “Línea del tiempo”



#### Objetivos de aprendizaje

Identificar los hitos en el desarrollo de la actividad minera en Chile, especialmente aquéllos relacionados con la explotación del cobre.

#### Descripción de la actividad

Cada participante registrará los 5 hitos más destacados de la historia minera en Chile en una línea del tiempo (ver “Material didáctico para participante”).

#### Sentido de la actividad

El sentido de la actividad es que los participantes conozcan la historia de la minería en Chile y la Institucionalidad de la industria del cobre.

#### Materiales

- 1 línea del tiempo (“Material didáctico para el participante”)

#### Preparación

El instructor deberá disponer de una copia del material didáctico por participante.

---

#### Desarrollo de la actividad

##### Motivación

Para verificar lo que los participantes han aprendido, de manera rápida y entretenida, se usará una línea de tiempo. Como introducción a esta actividad el instructor preguntará a los participantes:

**¿Cuántos de ustedes recuerdan los hitos más importantes de la minería en Chile?**

##### Desarrollo

Esta breve actividad consiste en que cada participante registre los 5 hitos más destacados de la historia minera en Chile en una línea de tiempo (ver “Material didáctico para participante”).



El instructor deberá explicar cómo realizar el ejercicio y otorgará unos minutos para completarlo. Los participantes deberán realizar el ejercicio en silencio y de manera individual desde sus puestos de trabajo.

Una vez realizado el ejercicio, el instructor solicitará a los participantes que mediante mano alzada, presenten los hitos que registraron en la línea de tiempo.

### Puesta en común

El instructor deberá validar las intervenciones de los participantes escuchando atentamente y registrando los hitos propuestos. Finalmente presentará los 5 hitos más importantes para cerrar la actividad (ver “Respuestas para el instructor”).

### Cierre

El instructor realizará una conclusión oral, considerando en ésta las temáticas relacionadas con los hitos más importantes de la minería en Chile. Deberá destacar que la minería es una actividad económica regulada institucionalmente por entidades gubernamentales que se preocupan de que impacte en la economía y en la sociedad, de la mejor manera posible.



## MATERIAL DIDÁCTICO PARA PARTICIPANTE

### Instrucciones:

- Piense en cinco hitos históricos que hemos revisado en clases.
- Ubíquelos en la línea del tiempo que viene a continuación:

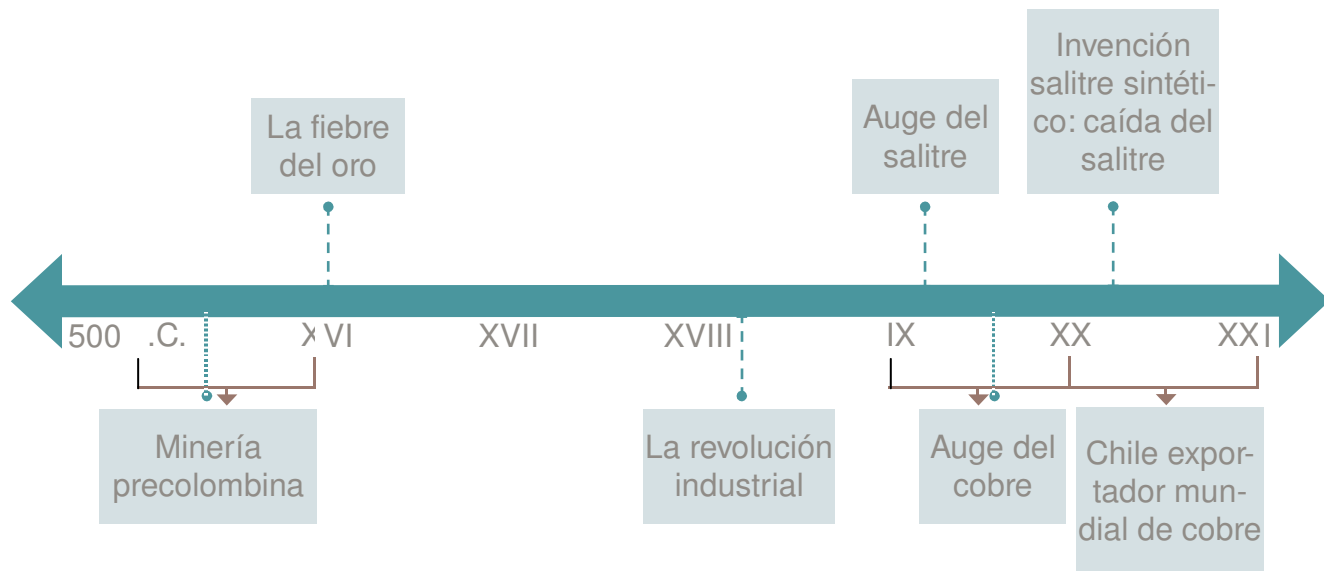
### Explotación minera en Chile







## Respuestas para el Instructor



### 5 hitos históricos



## 2. Institucionalidad de la industria del cobre



### 2.1 Regulación de la actividad minera

En Chile, la actividad minera está regulada en términos generales por la Constitución Política de la Republica de 1980, así como por la Ley Orgánica Constitucional de Concesiones Mineras No 18.097 y el Código de Minería, además de varios reglamentos y decretos que contienen normas sobre materias específicas de la

actividad minera, el medio ambiente, la seguridad, la salud y las relaciones con la comunidad, entre otras.<sup>4</sup>

Es por esto que la actividad minera se desarrolla con toda normalidad de acuerdo a una institucionalidad que la incorpora y valida como actividad económica de alto impacto en nuestra sociedad

---

4 Embajada de Canadá. (2011). Manual Informativo sobre Minería en Chile. Página 15.



## 2.2 Instituciones y organizaciones del sector minero (Organismos públicos)

Presentamos a continuación las instituciones que participan en el desarrollo de la industria minera en Chile:

### a. Ministerio de Minería

Es la máxima autoridad del sector. Su misión institucional es diseñar, difundir y fomentar políticas mineras que incorporen la sustentabilidad y la innovación tecnológica, a fin de maximizar el aporte sectorial al desarrollo económico, ambiental y social del país. De este ministerio dependen organismos como la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO), y el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN). También están vinculadas a este ministerio dos empresas públicas: la Empresa Nacional de Minería (ENAMI) y la Corporación Nacional del Cobre (CODELCO).

### b. COCHILCO

Asesora al gobierno en materias relacionadas con la producción de cobre y todas las sustancias minerales metálicas y no metálicas, exceptuando el carbón y los hidrocarburos. Resguarda los intereses del Estado mediante la fiscalización y evaluación de la gestión e inversiones de sus empresas mineras y asesora a los ministerios de Hacienda y Minería en la elaboración y seguimiento de sus presupuestos. Depende directamente del Presidente de la República, pero se relaciona con éste a través del Ministerio de Minería.

### c. SERNAGEOMIN

Entre sus principales funciones destacan la producción y provisión de información y productos geológicos, como la Carta Geológica Básica de Chile; el ejercicio de la función pública de fiscalización de las condiciones de seguridad minera y diseño e ingeniería de tranques de relave; la entrega de asistencia técnica en materias de constitución de la propiedad minera; y de hacer cumplir la normativa sobre cierre de faenas e instalaciones mineras. Depende del Presidente de la República, pero se relaciona con él a través del Ministerio de Minería.

### d. CODELCO

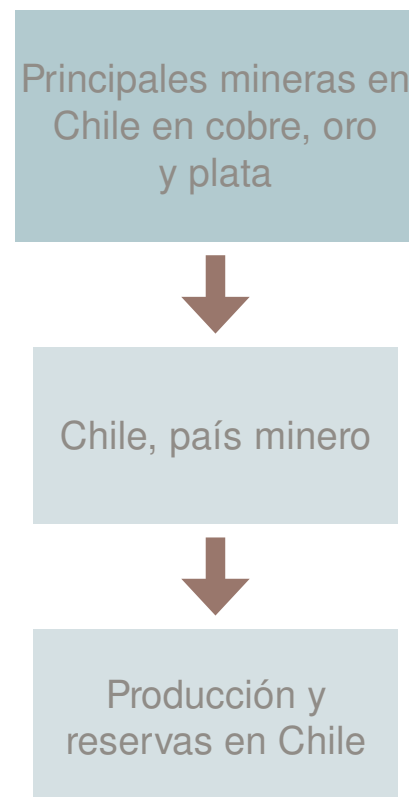
Es el primer productor de cobre del mundo. La empresa es propiedad del Estado de Chile y su negocio principal es la exploración, desarrollo y explotación de recursos mineros de cobre y subproductos, su procesamiento hasta convertirlo en cobre refinado y su comercialización.

### e. ENAMI

Fomenta el desarrollo de la pequeña y mediana minería, apoyándola mediante asistencia técnica desde el reconocimiento y determinación de reservas (exploración) hasta la tecnificación de los

procesos de producción y la fundición, para terminar con la colocación de los productos obtenidos en el mercado internacional.

## 3. Principales mineras en Chile en cobre, oro y plata.





### 3.1 Chile, país minero

La minería forma parte de la identidad como nación, y ha sido y sigue siendo clave para el desarrollo de los chilenos.

Su importancia ha sido evidente durante su historia y es innegable en la actualidad. En los últimos cinco años, el sector ha aportado, en promedio, el 20% del P.I.B. Nacional; más del 60% de las exportaciones chilenas corresponden a la de la minería, y aproximadamente el 30% del total de la inversión extranjera en Chile está asociada a este sector. Por otra parte, las empresas mineras son las principales contribuyentes al presupuesto nacional, representando más del

23% de los ingresos fiscales, y generan directa e indirectamente más de 500 mil empleos.

Mirando hacia el futuro, una cartera de proyectos mineros por aproximadamente 90 mil millones de dólares a 2020, sitúa al sector en las puertas de una fase de expansión sin precedentes, que por cierto requiere la superación de diversos desafíos.

La Minería seguirá siendo motor del desarrollo nacional, como se verá en el siguiente recuadro que resume la actividad de la extracción minera de cobre, oro y plata:

PRODUCCIÓN Y RESERVAS EN CHILE 2011				
	PRODUCCIÓN EN CHILE	PARTICIPACIÓN EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL	RANKING EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL	PARTICIPACIÓN EN RESERVAS MUNDIALES
Cobre	5,4 millones de toneladas métricas	34%	1	28%
Plata	1.400 toneladas métricas	6%	5	12%
Oro	45 mil kilogramos	2%	14	7%

Se presentará brevemente cada uno de estos minerales para conocerlos en forma más detallada.<sup>5</sup>

#### a. Oro

El oro es considerado el metal más precioso existente en la naturaleza. De color amarillo característico, es muy dúctil y maleable. Se encuentra en la naturaleza combinado con el cobre, el telurio o la plata, pero también se le encuentra solo, en forma de vetas o en las aguas y arenas de ríos. En Chile la producción y extracción de oro data desde la época precolombina. Con la llegada de los españoles proliferaron los lavaderos, que llegaron a producir más de 2 mil kilos en el año.

Los yacimientos que actualmente se explotan se ubican principalmente entre la región de Tarapacá la región de Valparaíso, pero el fuerte desarrollo de la minería aurífera ha llevado a descubrir otros minerales en la región del Libertador Bernardo O'Higgins y la región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo.

Hasta comienzos de los años ochenta, la producción de oro en Chile apenas superaba las tres toneladas anuales, y la

mayor parte, como subproducto de las faenas cupríferas. Sin embargo, la puesta en marcha de la mina El Indio, en la Cuarta Región, produjo una verdadera revolución en este sector.

#### b. Plata

Constituye uno de los metales nobles que no se oxida fácilmente y es el metal que mejor conduce el calor y la electricidad. Se usa en la acuñación de monedas. Es un metal blanco, dúctil, muy maleable y capaz de adquirir gran pulimento y brillo, razón por la cual desde remotas civilizaciones se le ha empleado en la confección de joyas y piezas de ornamentación.

El auge de la explotación de plata en Chile se produce a partir de la Independencia (1810).

Actualmente, el 54% de la plata proviene de la minería del cobre. Las principales reservas de este recurso se encuentran localizadas entre las regiones de Tarapacá y de Coquimbo, quedando aún numerosos yacimientos inexplorados en otras regiones.

#### c. Cobre

El cobre es un mineral metálico básico que no se encuentra en estado de

---

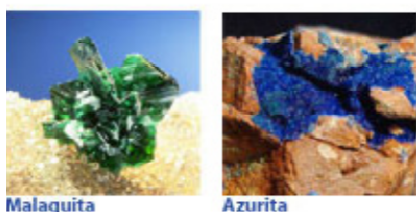
<sup>5</sup> [http://www.consejominero.cl/home/infantil\\_min\\_met.html](http://www.consejominero.cl/home/infantil_min_met.html)

pureza. Dependiendo de los procesos geológicos que dieron origen a su concentración, existen diversos tipos de yacimientos del llamado “mineral rojo” que presentamos a continuación:

### Cobre oxidado

Se origina por la disolución del cobre en las aguas termales, que fluyen desde los magmas y que son conducidas hacia la superficie de la tierra a través de grietas o fracturas rocosas.

Este tipo de yacimiento se caracteriza por la presencia del cobre en vetas de mineral de alta ley. Algunos de ellos son malaquita, azurita, crisocola, cuprita, brochantita, atacamita y antherita.<sup>6</sup>



<sup>6</sup> <https://www.codelcoeduca.cl/cobre/queesel-cobre.asp>

### Cobre sulfuroso

También a través del magma, pero de fuentes termales submarinas, provienen los yacimientos de cobre de tipo sulfuroso. Éstos emergen hacia la superficie por medio de movimientos tectónicos, que levantan la corteza terrestre dejando en evidencia la riqueza del suelo.

Los minerales sulfurados son, casi siempre, mezclas complejas de sulfuros de cobre y hierro, combinados con compuestos de otros metales, tales como zinc, arsénico, antimonio, bismuto, telurio, plata y oro.

Los más importantes en minas chilenas son: calcopirita, bornita, energita y tetraedrita.<sup>7</sup>



<sup>7</sup> <https://www.codelcoeduca.cl/cobre/queesel-cobre.asp>

### 3.2 Mapa minero de Chile



En Chile existe una abundante producción de **minerales metálicos y no metálicos**.

La minería metálica es la actividad relacionada con la explotación de sustancias naturales, de las cuales se puede extraer un elemento metálico. Estos se clasifican en cuatro tipos<sup>8</sup>:

BÁSICO	Cobre, plomo, zinc, estaño
FERROSOS	Hierro, manganeso, molibdeno, cobalto, tungsteno, titanio, cromo
PRECIOSOS	Oro, plata, platino
RADIOACTIVOS	Plutonio, uranio, radio, torio

En cambio la minería no metálica<sup>9</sup> comprende las actividades de extracción de recursos minerales que, luego de un adecuado tratamiento, se transforman en productos aplicables en diversos usos industriales y agrícolas, gracias a sus propiedades físicas y/o químicas [...] Dada la diversidad de productos no metálicos considerados de interés y sólo para efectos de análisis de su comportamiento, éstos se clasifican en 4 grupos en virtud de su importancia económica y características de su mercado.

<sup>8</sup> [http://www.consejominero.cl/home/infantil\\_min\\_met.html](http://www.consejominero.cl/home/infantil_min_met.html)

<sup>9</sup> [http://www.cochilco.cl/productos/mineria\\_nometalica\\_descrip.asp](http://www.cochilco.cl/productos/mineria_nometalica_descrip.asp)

Algunos productos no metálicos son los siguientes:

#### GRUPO I

Salitre  
Yodo  
Sales de litio  
Boratos  
Cloruro de sodio

#### GRUPO II

Yeso	Pirofilita
Puzolana	Cemento
Arcillas	Cal
Oxido de hierro	

#### GRUPO III

Carbonato de calcio	Sulfato de sodio
Fosfatos	Diatomita
Recursos Silíceos	Azufre

#### GRUPO IV

Carbonato de sodio	Gráfico natural
Magnesio	Andalucita
Asbesto	Fluorita
Óxido de aluminio	Mica
Cromita	

Principales yacimientos de la minería metálica en Chile y su ubicación por regiones:

**SIMBOLOGÍA:**

(1) El cobre se expresa en millones de toneladas de cobre mina

(2) El oro se expresa en miles de Oz (onzas)

(3) La plata se expresa en toneladas métricas finas.

FAENAS Y PRODUCCIÓN MINERA POR REGIÓN		MINERAL			
Región	División	Cobre (1)	Oro (2)	Plata (3)	Total general
I	Cerro Colorado	94,3			94,3
	Collahuasi	453,3			453,3
	Quebrada Blanca	63,4			63,4
II	American Norte: Mantos Blancos y Mantoverde.	130,9			130,9
	División Chuquicamata	443,4			443,4
	División Radomiro Tomic	470,1			470,1
	El Abra	123,4			123,4
	El Peñón		8.470.112	13,5	8.470.125,5
	El Tesoro	97,1			97,1
	Escondida	817,7			817,7
	Esperanza	96,6			96,6
	Gaby	118			118
	Lomas Bayas	73,6			73,6
	Michilla	41,6			41,6
	Spence	181			181
	Zaldívar	132,3			132,3
	División Salvador	69			69
	La Coipa			5,1	
	Maricunga			6,7	
IV	Candelaria	148,4			148,4
	Los Pelambres	426,1			426,1
V	División Andina	234,4			234,4
VI	División El Teniente	400,3			400,3
XI	El Toqui		123.000		123.000
XIII	American Sur: Los Bronces y El Soldado.	264			264
	Florida		791.173	2,9	791.175,9
Total general		4878,9	9.384.285	28,2	9.389.192,1

A continuación ubicaremos los yacimientos de minería metálica en el mapa de Chile.







A continuación, lo invitamos  
a completar la Actividad  
número 2.

## Actividad N°2

### “Mi mapa minero”



#### Objetivos de aprendizaje

Ubicar los principales yacimientos mineros (cobre, oro y plata) en el mapa de Chile.

#### Descripción de la actividad

Los participantes anotarán en el “Mapa minero de Chile para completar” (ver “Material didáctico para el participante”) los nombres de los yacimientos destacados, señalando qué tipo de mineral producen.

#### Sentido de la actividad

Generar una instancia de aprendizaje (recordación, identificación) de los datos que se han presentado (nombres de yacimientos, geografía, producción de los yacimientos, etc.), en un contexto de socialización entre los participantes.

#### Materiales

- 1 Mapa minero de Chile para completar por participante.

Sólo para uso del instructor:

- Set de nombres “28 yacimientos mineros destacados de Chile”.
- Respuestas correctas (mapa minero con los yacimientos ubicados geográficamente).
- 1 Cinta adhesiva (masking tape).
- Presentación Powerpoint.

#### Preparación

El instructor deberá disponer de todos los materiales de trabajo necesarios para desarrollar la actividad.

---

#### Desarrollo de la actividad

El instructor comentará a los participantes que la mejor manera de recordar los yacimientos importantes, es ubicarlos en un mapa de Chile. Como introducción y motivación a esta actividad el instructor preguntará a los participantes:



¿Cuántos nombres de yacimientos recordamos?

¿Cuáles producen oro? ¿Cuáles producen plata? ¿Cuáles producen cobre?

## Desarrollo

Una vez que el instructor ha presentado a las principales mineras en Chile, desafiará a los participantes a que cada uno estudie los yacimientos mineros que aparecen en el “Mapa minero de Chile”.

Luego el instructor pedirá a los participantes que anoten individualmente en el “Mapa minero de Chile para completar” (ver “material didáctico”) los nombres de los 28 yacimientos destacados, señalando que tipo de mineral producen. Cada participante realizará en silencio la actividad desde su puesto de trabajo.

Como recursos adicionales el instructor podrá usar el mapa vacío de la presentación Power Point y el set de nombres “28 yacimientos mineros destacados en Chile” el cual opcionalmente puede pegar en la pizarra.

Finalmente, el instructor proyectará las respuestas correctas (mapa minero con los yacimientos ubicados geográficamente) en la presentación Power Point y enfatizará la importancia de los yacimientos destacados.

## Puesta en común

El instructor deberá validar las intervenciones de los participantes escuchando atentamente y corrigiendo si es necesario. Se deberá asegurar que estén todos los nombres de los yacimientos importantes en los mapas mineros de los participantes.

## Cierre

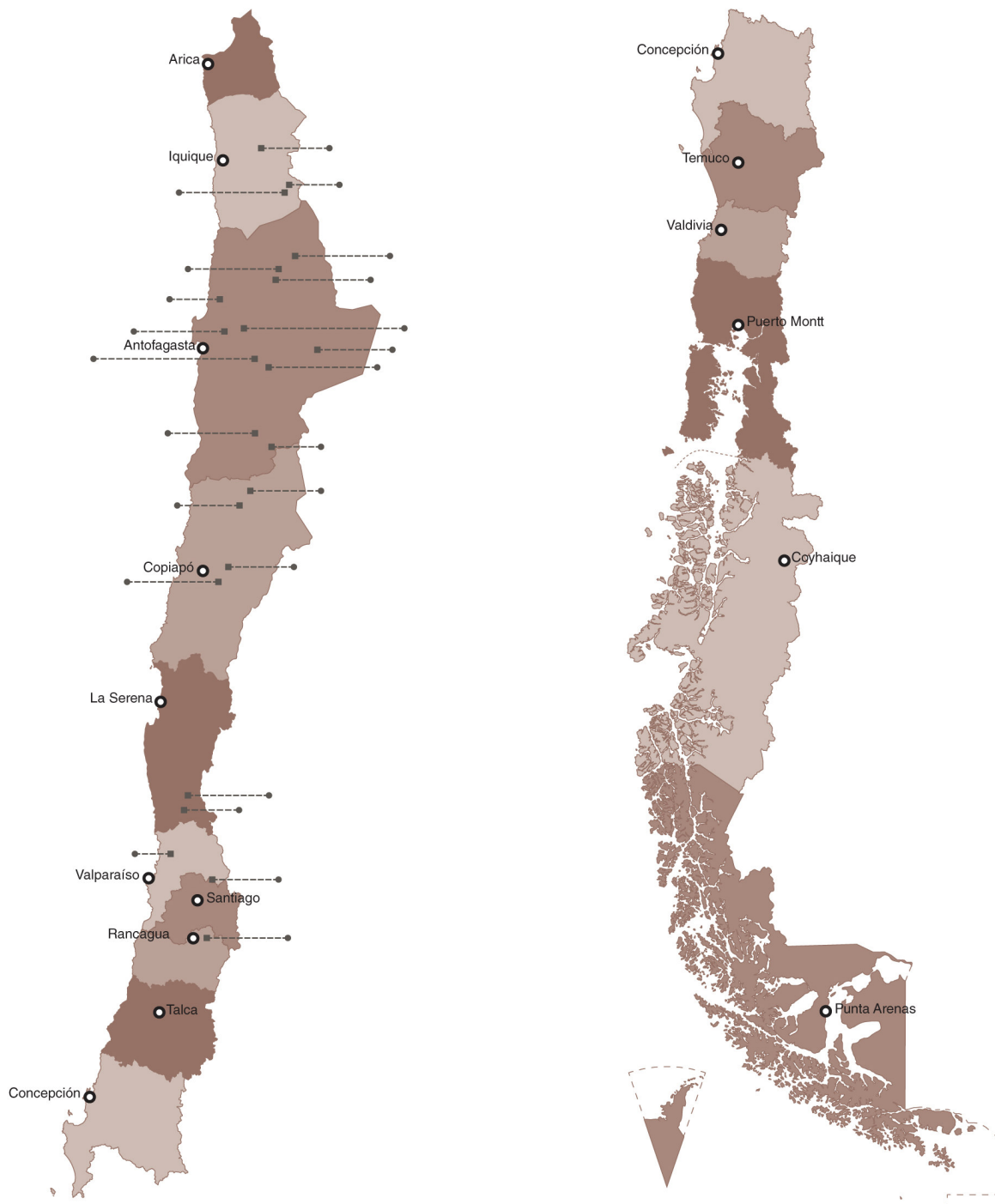
El instructor realizará una conclusión, direccionando los argumentos al tema de la localización geográfica de los principales yacimientos del país y de la importancia para la economía nacional.



## MATERIAL DIDÁCTICO PARA PARTICIPANTE

### “Mapa minero de Chile para completar”

Instrucciones: Ubique y escriba en el mapa la posición de los yacimientos mineros más importantes de Chile.



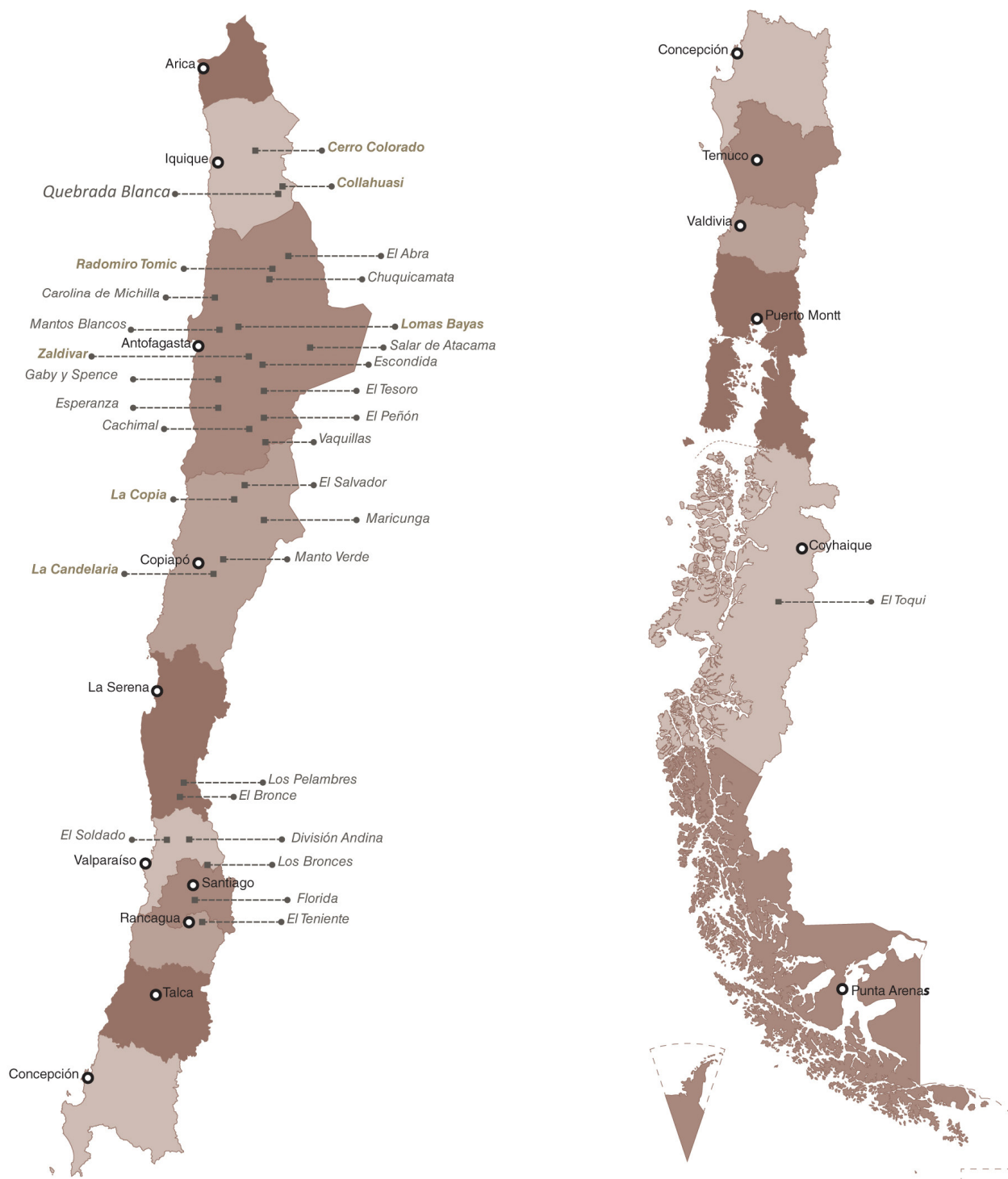


1. Set de nombres “28 yacimientos mineros destacados de Chile”.

Nº	NOMBRE DEL YACIMIENTO
1	Cerro Colorado
2	Collahuasi
3	Quebrada Blanca
4 y 5	American Norte: Mantos Blancos y Mantoverde
6	División Chuquicamata
7	División Radomiro Tomic
8	El Abra
9	El Peñón
10	El Tesoro
11	Escondida
12	Esperanza
13	Gaby
14	Lomas Bayas
15	Michilla
16	Spence
17	Zaldívar
18	División Salvador
19	La Coipa
20	Maricunga
21	Candelaria
22	Los Pelambres
23	División Andina
24	División El Teniente
25	El Toqui
26 y 27	American Sur: Los Bronces y El Soldado
28	Florida



## Respuestas para el Instructor



## IV. ¿CÓMO ES EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DEL COBRE?

Según un estudio encargado por grandes mineras del país y realizado por la Fundación Chile, para desarrollar los proyectos que la industria tiene planificados al 2020 se necesitarán 234.500 nuevos trabajadores.

Esta cifra considera a cerca de 190 mil trabajadores para las faenas de construcción y 45 mil para el desarrollo de las actividades productivas principales (extracción, procesamiento y mantención).

Para verlo en dimensión, se podría decir que esta cifra equivale aproximadamente a la población total de Rancagua. Es decir, la industria minera representa importantes oportunidades laborales para quienes se capaciten en carreras y oficios relacionados con esta actividad productiva.<sup>10</sup>



**A continuación, lo invitamos a realizar una actividad motivacional.**

---

<sup>10</sup> [http://www.consejominero.cl/home/sabia\\_que.html](http://www.consejominero.cl/home/sabia_que.html)





### Objetivos de aprendizaje

Visualizar el ciclo de producción del cobre.

### Descripción de la actividad

Esta actividad trata sobre el ciclo de producción del mineral del cobre.

### Sentido de la actividad

Preparar el ambiente para comenzar con el bloque 2 del módulo. Debido a la complejidad del tema a tratar en este módulo, es importante despertar la curiosidad de los participantes. El instructor para acercarse a la audiencia, podrá agregar alguna anécdota personal breve, relacionada con el tema del que trata el video.

### Materiales

Video “Obtención de minerales”

(Disponible on line en [http://www.consejominero.cl/home/video\\_3.html](http://www.consejominero.cl/home/video_3.html))

### Preparación

El instructor deberá considerar el uso de un computador, conexión Internet, data show y parlantes de sonido para proyectar el video.

---

### Desarrollo

- El instructor indicará que se verá un video antes de empezar el bloque 2 de aprendizaje “¿Cómo es el proceso de producción de cobre? El ciclo de la minería del “cobre”. Luego de verlo, les formulará 3 preguntas referidas al video. Como preámbulo relatará lo siguiente a los participantes:



*La obtención del cobre ha sido y es un desafío permanente: actualmente los yacimientos no afloran a la superficie como antes y esto pone un desafío mayor puesto que debe realizarse una fase de exploración y prospección minera, que corresponden a la primera etapa del ciclo minero. Esta fase consiste en la búsqueda y evaluación de recursos minerales.*

*En la segunda etapa del ciclo minero (desarrollo del proyecto), y una vez ubicado el yacimiento, se hace una serie de estudios para determinar si éste puede ser explotado rentablemente y, si es así, se construye una mina.*

*La explotación minera es la tercera etapa del ciclo minero y consiste en las actividades de extracción y procesamiento del mineral.*

*El cierre de minas es la última etapa del ciclo minero y consiste en la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.*

Una vez exhibido el video, los participantes responderán a las 3 preguntas siguientes que les formulará el instructor:

**1. ¿Cómo es posible actualmente saber con certeza que hay minerales bajo tierra?**

Respuesta: A través de sondajes que realizan los técnicos. Estos consisten en perforaciones profundas con cilindros metálicos que van obteniendo muestras o “testigos”, extractos de roca con evidencia de mineral.

**2. ¿Cuánto cobre hay, aproximadamente, en una tonelada de material removido?**

Respuesta: 1 kilo de cobre por una tonelada de material que se remueve.

**3. Según el video, ¿puede mencionar los dos tipos de minas que existen y al menos tres fases en el procesamiento del cobre?**

Respuesta: Mina subterránea y mina a rajo abierto.

Procesos: Extracción, chancado, molienda, flotación, fundición, lixiviación, extracción por solventes, electroobtención.



## Puesta en común

Una vez que se ha exhibido el video el instructor formulará las preguntas que aparecen arriba y solicitará a los participantes que contesten voluntariamente. La conversación debe focalizarse en los tipos de minas, pues se estudiará sobre ellas más adelante.

## 1. El ciclo de la minería del cobre

En la primera parte de este apartado se presentarán las cuatro etapas del ciclo de la minería del cobre.

En la segunda parte, se mostrarán los procesos para producir cobre (tercera fase del ciclo de la minería: “explotación minera”), los cuales dependen de la extracción y del procesamiento del mineral (cobre sulfurado y/o cobre oxidado).

### Primera parte: cuatro etapas del ciclo de la minería

Éstas son las siguientes<sup>11</sup>:

- 1) Exploración minera
- 2) Desarrollo de proyectos mineros
- 3) Explotación minera
- 4) Cierre de minas



<sup>11</sup> Embajada de Canadá. (2011). Manual Informativo sobre Minería en Chile. Página 57.

### 1.1 Exploración minera

La búsqueda y definición de nuevos yacimientos son realizadas por un equipo de profesionales, encabezado por geólogos. Éstas consideran las siguientes etapas:

- a. Exploración básica.
- b. Exploración intermedia.
- c. Exploración avanzada.

#### a. Exploración básica

El objetivo de esta etapa es efectuar un reconocimiento general de un área extensa (decenas a cientos de kilómetros) con el fin de identificar algunas características favorables que puedan indicar la presencia de un yacimiento.

En general, este reconocimiento lo hace un geólogo, quien estudia diferentes antecedentes y aplica técnicas específicas (mapas geológicos, imágenes de satélite, geofísica, etc.) para seleccionar las áreas donde desarrollar la exploración básica.

Una vez identificada el área, el equipo se dirige a terreno para registrar las características de las rocas (color, textura, estructura, presencia de minerales indicativos) y su ubicación, y para recoger

muestras que permitirán determinar el contenido de los elementos interesantes en una explotación, tales como cobre, oro, hierro, molibdeno, etc.

Esta información es relevante para tomar la decisión de seguir adelante con la exploración o descartar el área y comenzar en otra.

#### b. Exploración intermedia

El objetivo de esta etapa es confirmar la existencia de mineralización en profundidad, de acuerdo con la información recogida en la etapa anterior.

Una vez localizada el área de interés, se realizan con mayor detalle trabajos geofísicos tales como magnetometría, gravimetría, resistividad, etc. y trabajos geoquímicos como la obtención y análisis químicos de muestras de superficie. Junto con estos análisis se interpretan las características que interesan en diferentes mapas, lo que permite aumentar la precisión y reducir el radio de búsqueda del mineral.

La información recolectada permite diseñar la perforación de algunos sondeos exploratorios para extraer muestras de distintas profundidades y determinar la posible continuación de la mineralización bajo la superficie.

El resultado de esta etapa de exploración intermedia es la identificación de un posible yacimiento, ubicado en un área más o menos definida, de dimensiones aproximadas entre 500 metros y 5 km por lado.

#### c. Exploración avanzada

Esta etapa busca determinar con mayor precisión la forma y extensión del yacimiento y la calidad del mineral encontrado, es decir, la ley de mineral que corresponde al contenido del o de los elementos de interés.

Las determinaciones de forma y ley de mineral se realizan mediante la perforación de más sondeos, distribuidos en una malla regular (cada 200 ó 400 m, por ejemplo), los que atraviesan el mineral (zonas de óxidos y de sulfuros).

Mediante los sondeos se pueden reconocer características del yacimiento tales como la ley de cobre y de otros elementos, los tipos de mineral, alteración, estructuras, densidad, dureza, fracturamiento, etc.

Los resultados de las características del yacimiento, el tipo de mineral y la ley constituyen la primera información fundamental para el diseño de una futura

explotación, ya que permiten estimar el comportamiento geotécnico y geometalúrgico, y el posible rendimiento económico del mineral.

La información obtenida permite hacer una estimación de los recursos de mineral contenidos en el cuerpo mineralizado, en miles o millones de toneladas. Esta información es analizada por los ingenieros de minas, quienes mediante metodologías especializadas determinan el sistema de explotación, realizan un diseño preliminar de la mina e instalaciones de planta y calculan las expectativas económicas y la vida útil de la futura operación.

## 1.2 Desarrollo de proyectos mineros

Una vez ubicado el yacimiento, se hace una serie de estudios para determinar si éste puede ser explotado rentablemente y, si es así se construye una mina.

El desarrollo de un proyecto minero puede tomar entre 3 y 10 años, dependiendo de su ubicación, tamaño y complejidad. Varios factores entran en consideración, tales como: necesidad y disponibilidad de accesos, energía, agua e infraestructura; los precios internacionales de los minerales; y las normas y procesos que determine el marco legal.

Además, los recursos requeridos para desarrollar un proyecto minero dependen de distintos factores:

- El tipo de mina (rajo abierto o subterránea).
- El tamaño de la mina (cuanto más grande el yacimiento, más alta la inversión).
- El trabajo y tiempo requeridos para recolectar información, completar los estudios ambientales y tramitar los permisos.
- La ubicación de la mina y condiciones de operación (distancia a vías de transporte, puertos, etc.).

## Las fases del desarrollo de un proyecto minero son:

### a. Planeamiento de mina (estudio de perfil)

El planeamiento de la mina es un diseño conceptual del proyecto, donde se describe sólo lo necesario para poder evaluar la factibilidad económica y así validar la oportunidad de negocio sobre la base de una evaluación técnico-económica.

Consiste en responder cómo se extraerá el material, el método (mina a rajo abierto / superficial o subterránea), el porcentaje

de recuperación del mineral, la definición de los procesos y equipos principales requeridos para la obtención del mineral.

#### b. Estudio de prefactibilidad del proyecto

Este estudio se lleva a cabo con el objetivo de contar con información sobre el proyecto a realizar, mostrando las alternativas posibles a implementar y seleccionando las mejores a ser profundizadas en la etapa de factibilidad. En concreto, se trata de la definición de los requerimientos para la futura explotación de la mina. Primero, se explica el método de explotación (rajo abierto, subterránea, mixta, etc.), ubicación de las diferentes instalaciones, el tamaño, forma, etc. Describe los equipos de tratamiento del mineral, así como todos los caminos de acceso, movimientos de tierra e instalación de líneas eléctricas y otras construcciones complementarias.

#### c. Estudios de factibilidad del proyecto (ingeniería básica)

El propósito de los estudios de factibilidad es evaluar todos los aspectos del proyecto, revisar los planes, identificar riesgos, hacer cálculos de costos más exactos y evaluar con mayor precisión la rentabilidad del yacimiento.

El informe de factibilidad es la culminación de la formulación de un proyecto, y constituye la base de la decisión respecto de su ejecución. Sirve a quienes promueven el proyecto, a las instituciones financieras, a los responsables de la implementación económica global, regional y sectorial.

#### d. Implementación del proyecto (ingeniería de detalle, compras de equipos y materiales, construcción)

Se trata de la ejecución del proyecto en sí, incluyendo la ingeniería de detalles, las compras de equipos y materiales, la construcción de las obras y el montaje de los equipos.

Entre los temas a considerar en esta etapa están:

- Evaluación ambiental (impacto).
- Transporte (establecer un medio de transporte adecuado para hacer llegar el producto al cliente final).
- Construcción (desarrollo de la instalación minera completa, incluyendo la mina, la planta procesadora y toda la infraestructura necesaria para la operación).



### 1.3 Explotación minera

Las operaciones mineras pueden ser subterráneas cuando el mineral se encuentra a mucha profundidad, o a rajo abierto si el yacimiento se encuentra cerca de la superficie, es muy grande o está diseminado. Esto implica una serie de instalaciones que se muestran a continuación:



Las áreas de extracción (socavón o rajo abierto) son los lugares de donde se extrae el material (tierra y rocas) que contiene el mineral. Una vez que el mineral es extraído, pasa por un proceso de chancado para concentrar su pureza y darle valor comercial. Para esto se le somete a un tratamiento metalúrgico llamado Concentración, que se lleva a cabo en la planta procesadora que generalmente se encuentra cerca de la mina. Allí se separa la roca que contiene el material

con valor comercial (mineral) de la roca sin valor que la rodea (roca residual o estéril). El procesamiento del mineral se realiza en varias etapas, que veremos más adelante (por ejemplo: chancado, molienda, concentración, lavado) y utiliza diferentes procesos, dependiendo del mineral que se esté minando.

En esta etapa se extrae la porción mineralizada desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a la planta, en forma eficiente y segura, para ser sometida al proceso de obtención del cobre y otros elementos. Para ello debe fragmentarse la roca, de manera que pueda ser removida de su posición original, o in situ, y luego cargarla y transportarla para su proceso o depósito fuera de la mina como material suelto a una granulometría manejable.

Los dos tipos de extracción del mineral son los siguientes:

#### a. Extracción de mineral a rajo abierto

Este tipo de extracción se utiliza cuando los yacimientos presentan una forma regular y están ubicados en la superficie o cerca de ésta, de manera que el material estéril que lo cubre pueda ser retirado a un costo tal que pueda ser absorbido por la explotación de la porción mineralizada.

Este sistema de extracción permite utilizar equipos de grandes dimensiones, ya que el espacio no está restringido como en el caso de las minas subterráneas, aunque su operación puede estar limitada por el clima, como es el caso de las minas ubicadas en la alta cordillera o la zona central del país.

El rajo se va construyendo en avances sucesivos, lateralmente y en profundidad. A medida que se va profundizando en la mina, se requiere ir ensanchándola para mantener la estabilidad de sus paredes. De este modo, se genera una especie de anfiteatro escalonado con caminos inclinados especialmente diseñados para el tránsito de los equipos, cuya forma es dinámica ya que va cambiando a medida que progresa la explotación.

La extracción del material se realiza siguiendo una secuencia de las siguientes fases:



### Perforación:

El objetivo es hacer una cavidad definida dentro de la roca que será removida, para luego colocar el explosivo que más tarde será detonado.

Las perforaciones en el banco deben realizarse a distancias regulares entre sí, generalmente entre 8 y 12 m. (malla de perforación), de manera que atraviesen toda la altura del banco para que, al introducirse los explosivos, la detonación permita fragmentar la roca.

Para realizar las perforaciones, se utilizan grandes equipos eléctricos de perforación rotatoria, equipados con barrenos de carburo de tungsteno de 12 ¼ pulgadas de diámetro, los que permiten perforar un hoyo de 15 m de longitud en solo 20 minutos.

### Tronadura:

En cada perforación cargada con explosivo, se introduce un detonante de encendido eléctrico, el que se detona mediante control remoto. Se establece una secuencia de detonaciones entre los distintos hoyos de una tronadura, de manera que la roca sea fragmentada en etapas partiendo de la cara expuesta del banco hacia adentro, con diferencias de

tiempo de fracciones de segundo entre cada detonación.

El producto obtenido es la roca mineralizada fragmentada de un tamaño suficientemente pequeño (en general menor que 1 m de diámetro) como para ser cargada y transportada por los equipos mineros y alimentar al chancador primario, en donde se inicia el proceso de reducción de tamaño en un sistema en línea hasta llegar a la planta de tratamiento.

### **Carguío:**

El material tronado es cargado en camiones de gran tonelaje mediante gigantescas palas eléctricas o cargadores frontales. Estos equipos llenan los camiones en una operación continuada desde que queda disponible el banco después de la tronadura.

Las palas eléctricas tienen capacidad para cargar 70 ó 100 toneladas de material de una vez, por lo que realizan tres movimientos o pases para cargar un camión. Los cargadores tienen menor capacidad y en minas de gran tamaño son utilizados sólo para trabajos especiales.

Una pala necesita un frente de carguío mínimo de 65 m de ancho y carga camiones que se van colocando alternativamente a cada lado de ella.

### **Transporte:**

Para el transporte del material mineralizado y el material estéril, se utilizan camiones de gran tonelaje, por ejemplo 240 ó 360 toneladas. Éstos transportan el material desde el frente de carguío a sus diferentes destinos: el mineral con ley al chancador primario, el material estéril a botaderos y el mineral de baja ley a botaderos especiales.

#### **b. Extracción subterránea**

Un yacimiento se explota en forma subterránea cuando presenta una cubierta de material estéril de espesor tal, que su extracción desde la superficie resulta antieconómica, por ejemplo al interior de un cerro.

Para ello, se construyen labores subterráneas en la roca desde la superficie para acceder a las zonas mineralizadas. Las labores subterráneas pueden ser horizontales (túneles o galerías), verticales (piques) o inclinadas (rampas) y se ubican en los diferentes niveles que permiten fragmentar, cargar y transportar el mineral desde el interior de la mina hasta la planta, generalmente situada en la superficie.

Los túneles y piques subterráneos se construyen mediante explosivos que se

colocan en perforaciones efectuadas en la roca. Estas perforaciones están distribuidas siguiendo la forma que se le quiere dar a la labor subterránea (túneles, piques o rampas) y la tronadura se realiza en una secuencia, partiendo desde un punto central hacia los bordes.

Después de la tronadura, se extrae el material fragmentado y se estabilizan las paredes y techo del túnel. Para esto, se utiliza una fortificación adecuada para cada tipo de terreno, que depende de sus características y del uso que se le va a dar al túnel, pique o rampa. Entre cada tronadura, el sector debe ser ventilado y despejado.

Para evitar los derrumbes, las diferentes labores subterráneas deben ser sostenidas en el tiempo para permitir el tránsito, el trabajo del personal y el uso de los equipos subterráneos con seguridad.

En forma natural, las rocas están en un cierto equilibrio con el medio en que se encuentran, pero este equilibrio se rompe al hacer una perforación en su interior. El objetivo de la fortificación es ayudar a la roca a recuperar en parte su capacidad de soporte.

Los materiales que se utilizan para reforzar los túneles, piques o rampas son:

- mallas de acero.
- pernos de anclaje.
- cables.
- hormigón armado.
- marcos de acero.
- vigas de madera.
- lechada de hormigón proyectado.

Dentro de una mina subterránea se disponen **diferentes áreas que permiten el trabajo de extracción de mineral**, así como todas las actividades de apoyo y aquéllas inherentes a las necesidades humanas durante la jornada de trabajo.

De esta manera, se tienen las siguientes áreas:

#### A. PRODUCCIÓN

Incluye los niveles de transporte, producción, hundimiento, ventilación, piques de traspaso y carguío de mineral.

#### B. SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA.

Talleres de mantención, piques de transporte de personal, accesos principales, redes de agua y electricidad, drenajes, redes de incendios, oficinas, comedores, baños, policlínicos, bodegas, etc.

A diferencia de la explotación a rajo abierto, en una mina subterránea se **extrae** el mineral desde abajo hacia arriba, utilizando lo más posible la fuerza de gravedad para producir la fragmentación y el desplazamiento del mineral hacia los puntos de carguío. La otra diferencia importante es que en la mina subterránea no se extrae roca estéril, sino que debido a los altos costos que implica la construcción de túneles, la explotación se concentra preferentemente en las zonas de mineral.

Existe una variedad de métodos de explotación subterránea, pero el más utilizado en la extracción de grandes yacimientos es el conocido como **hundimiento por bloques**. Éste consiste en provocar el desprendimiento de una porción del macizo rocoso del resto de la masa que lo rodea. Para ello y mediante el uso de explosivos, se socava la base de una columna de roca mineralizada, de manera que el resto de la columna se fragmente paulatinamente hacia arriba y se desplome hacia los puntos de extracción especialmente ubicados para captar la casi totalidad del material quebrado de la columna. En general, los bloques tienen dimensiones entre 100 y 200 m de altura y un área basal de 60m x 90 m, lo cual implica en-

tre 1.000.000 y 2.500.000 toneladas por cada bloque. Cuando el hundimiento se produce en forma secuencial, por tajadas menores del bloque, se habla de método de **hundimiento por paneles**. Los bloques de producción están agrupados de acuerdo a su ubicación dentro de la mina, constituyendo áreas de producción.

Cada una de estas áreas cuenta con una red de túneles y piques que se distribuyen en diferentes niveles:

### Nivel de hundimiento

Corresponde al nivel en que se produce la socavación de la columna de mineral, que se logra haciendo una red de perforaciones hacia arriba que se disponen formando un abanico. En estas perforaciones se introducen explosivos, cuya tronadura produce la fragmentación total de la base del bloque hasta una cierta altura. Una vez retirado el material quebrado, el resto del macizo queda colgando hasta que se comienza a disgregar por efecto gravitacional y produce el hundimiento paulatino del total de la columna.

### Nivel de producción

Corresponde al nivel de galerías desde las cuales es captado el mineral quebrado y traspasado hacia el siguiente nivel.

Se sitúa entre 8 y 18 m por debajo del anterior, con el cual está comunicado mediante piques que captan, en forma de embudos, el mineral desde el nivel de hundimiento.

En el nivel de producción, el mineral es traspasado hacia el nivel de transporte situado más abajo, mediante un trabajo manual o utilizando equipos especiales. Cuando el mineral es de granulometría fina puede ser manejado por un operador (buitrero) que lo hace pasar directamente hacia los niveles inferiores; si es demasiado grueso (roca dura) debe ser manejado por cargadores especiales llamados LHD. Éstos cargan el material, lo transportan y lo vierten en los piques de traspaso centralizados que lo conducen a las etapas siguientes.

### **Subnivel de ventilación**

Corresponde a una red de galerías que se ubican por debajo del nivel de producción. Éstas tienen por objetivo conducir aire fresco, captado desde la superficie por grandes extractores, hacia los lugares donde se está trabajando, y retirar el aire viciado (contaminado por los gases de tronadura y de equipos diesel) para expulsarlo a la superficie.

### **Niveles de traspaso**

Corresponde a una serie de galerías y piques que permiten controlar el paso del mineral desde el nivel de producción hasta el nivel de transporte.

En el caso de mineral grueso (duro), este mineral es enviado al chancador primario, ubicado dentro de la mina, donde se reduce su tamaño para permitir su transporte final. En algunos casos, es necesario reducir el tamaño de los bloques mayores (colpas). Para esto, se dispone de sistemas de martillos picadores fijos.

Las rocas de mineral secundario son más blandas y se hacen pasar por las buitras de un nivel a otro mediante el trabajo de los mineros.

### **Nivel de transporte**

En este nivel opera el ferrocarril, camiones o correas transportadoras en donde se carga el mineral para ser transportado hacia la planta ubicada en la superficie. Este es el túnel de mayor tamaño en la mina. Sus dimensiones son de 5m de ancho por 6 m de alto.

#### **1.4 Cierre de minas**

El cierre de minas es definido como la conversión ordenada, segura y ambien-



talmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

Aunque ésta sea la última etapa del ciclo minero, su planeamiento debe empezar desde fases muy tempranas del desarrollo de la mina. Es una etapa muy importante y suele ser uno de los temas más discutidos entre las autoridades, empresas mineras y la ciudadanía.

Las poblaciones locales se preocupan por lo que se “dejará atrás”. Todos los grupos de interés quieren asegurarse que no haya sitios contaminados, conocidos también como pasivos ambientales.

El cierre de minas empieza durante el desarrollo del proyecto de una mina y se hace de manera progresiva durante toda la operación, hasta la última etapa del ciclo minero. Debido a la naturaleza de los yacimientos minerales, que son recursos naturales no renovables, todos tienen una vida finita. Mientras que algunos yacimientos son muy grandes y pueden generar 50 años de vida o más a una mina, otros sólo durarán algunos años, pero todos algún día cerrarán. La minería hace un uso temporal de la ocupación del sitio.

Las minas cierran por distintas razones. Las más comunes son:

- Agotamiento del recurso mineral.
- Bajo precio del metal o materia prima, lo que hace que no sea rentable operar la mina.
- Condiciones naturales adversas, como falta de agua y condiciones geográficas extremas.
- Alto costo de operación.

### Plan de cierre

Toda empresa minera deberá tener un plan de cierre de sus faenas o instalaciones mineras, el cual debe ser elaborado en conformidad con la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del proyecto minero, cuando corresponda de acuerdo a la Ley 19.300.

Este plan debe contener las medidas y condiciones para lograr el cierre de las instalaciones y faenas de manera ordenada, eficiente y oportuna.<sup>12</sup>

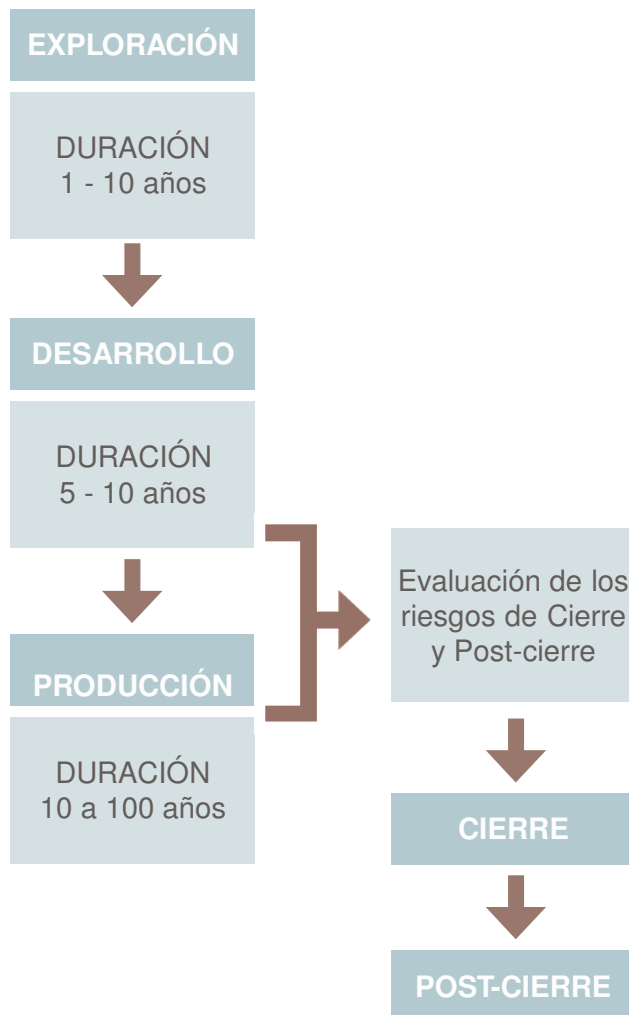


12 Embajada de Canadá. (2011). Manual Informativo sobre Minería en Chile. Página 79.



## Síntesis:

Etapas del ciclo minero completo<sup>13</sup>

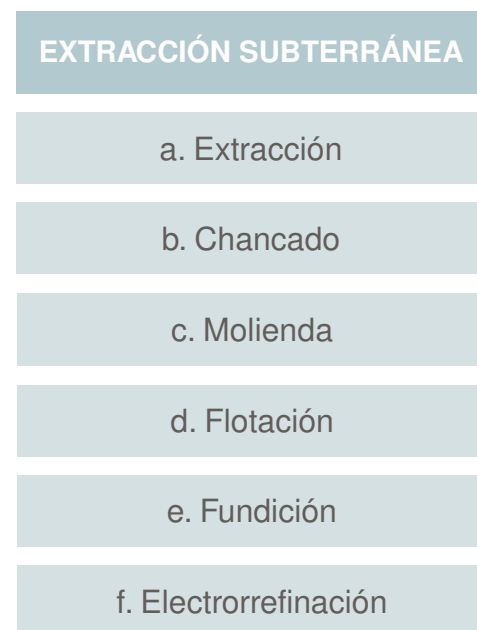


<sup>13</sup> [http://www.codelco.com/cierre-de-faenas-mineras-un-desafio-de-la-industria/prontus\\_codelco/2011-02-15/125101.html](http://www.codelco.com/cierre-de-faenas-mineras-un-desafio-de-la-industria/prontus_codelco/2011-02-15/125101.html)

## 2. Segunda parte: procesos para producir cobre en la fase de “explotación minera”<sup>14</sup>

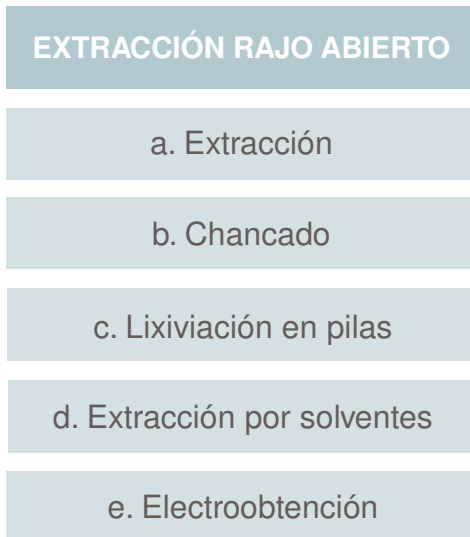
En este apartado presentaremos muy brevemente las fases productivas que permiten obtener cobre.

### Extracción subterránea



<sup>14</sup> <https://www.codelcoeduca.cl/minisitios/ninos/index.html>

## Extracción a rajo abierto



Previo a esto, es importante tener en cuenta las siguientes ideas sobre el proceso de extracción y obtención del mineral:

### ¿Qué se obtiene en el proceso de extracción?

Todas las acciones de extracción están enfocadas a separar el cobre de otros minerales, los cuales vienen junto al cobre en la roca extraída del yacimiento.

La idea es obtener “cobre” como producto, separado completamente de los otros minerales.

Estos productos son:

- (1) *Concentrado de cobre*
- (2) *Cátodos de cobre*
- (3) *Cobre RAF (Refinado a Fuego)*
- (4) *Ánodos de cobre*

### ¿Cómo se obtiene el cobre?

Las acciones para obtener cobre de las rocas procesadas toman dos caminos posibles, dependiendo de si el cobre se encuentra en capas subterráneas (sulfuros) o bien si el cobre se encuentra en la superficie (óxidos).

Por lo tanto, todo dependerá del tipo de yacimiento. Por ejemplo, un yacimiento “joven” tendrá cobre disponible en la superficie en forma de óxidos. A medida que avanza la extracción, el cobre se irá extrayendo desde capas subterráneas (sulfuros), ante lo cual el yacimiento deberá implementar dos tipos distintos de procedimientos para obtener finalmente el cobre, condicionado por la característica del cobre: oxidado o sulfurado.

Un caso concreto es la mina de Chuquicamata que es una mina a rajo abierto. El cobre se obtiene de la superficie, por lo tanto se procesa cobre oxidado; sin embargo, con el correr de los años, la

extracción se hace cada vez de manera más profunda, por lo tanto, se extrae cobre sulfurado.

Este dato es muy importante para entender por qué los yacimientos mineros de cobre deben desarrollar sus procesos de extracción de cobre dependiendo de dónde esté el mineral:

- En la superficie o
- En las capas subterráneas o
- En ambos lugares

En consecuencia, cada yacimiento define qué métodos utilizar para obtener el mineral y ello determina la singularidad de cada yacimiento minero, incluso a pesar de que los procesos para obtener el mineral están muy regulados y estandarizados.

Es por todo esto, entonces, que en las siguientes páginas presentaremos las dos maneras habituales de extraer el mineral.

## 2.1 Sulfuros, principalmente extraídos por medio de:

### a. Extracción subterránea

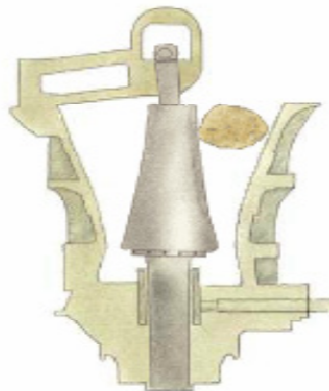
En las minas subterráneas se fractura la roca con explosivos. A las grandes rocas se les reduce el tamaño con el martillo picador (proceso manejado a distancia).

Cuando las rocas están molidas se transporta al exterior de la mina.



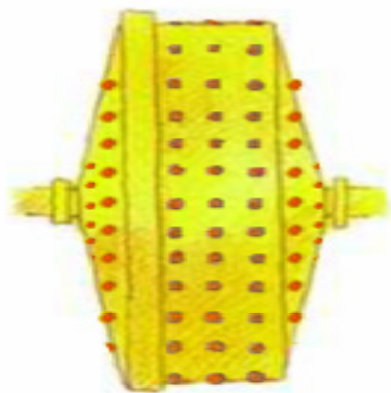
### b. Chancado

El chancador es una máquina que disminuye el tamaño de las rocas mineralizadas.



c. Molienda

Luego estas rocas son llevadas a molinos que muelen aun más la roca hasta convertirla en polvo.



d. Flotación

A este polvo de roca se le agrega agua y reactivos químicos, se le lleva a las celdas de flotación. A las burbujas que se producen se les adhiere el cobre. Cuando las burbujas llenas de cobre se secan se obtiene el concentrado de cobre.



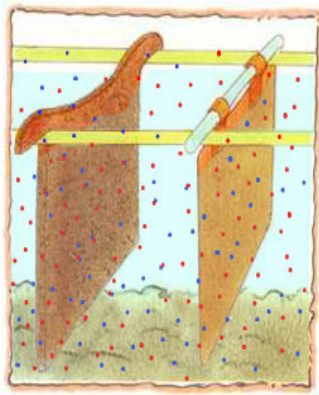
e. Fundición

Este concentrado de cobre es llevado a hornos de fundición para separar el cobre de otros materiales y así purificarlo. El cobre fundido y refinado se vierte en moldes y se obtienen barras o ánodos de cobre con mayor pureza, y cobre RAF.



#### f. Electrorrefinación

En este proceso se logra purificar más los ánodos de cobre por medio de la electrólisis<sup>15</sup> hasta obtener una mayor pureza. Este es el producto que se vende en el mercado internacional. Se llama cátodo de cobre de alta pureza y contiene 99,99% a 99,97% de cobre.

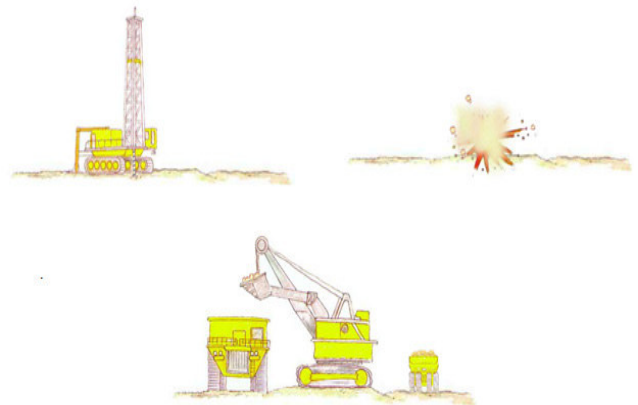


<sup>15</sup> Método en que se obtiene la depositación de un elemento determinado desde una solución que lo contiene, mediante la aplicación de una corriente eléctrica de baja intensidad. El elemento en cuestión es atraído hacia el polo negativo del circuito (cátodo) representado por una placa metálica a través de la cual sale la corriente.

## 2.2 Óxidos, principalmente extraídos por medio de:

### a. Extracción a rajo abierto (principalmente)

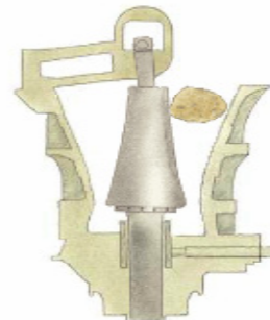
En la mina la roca se quiebra y se parte mediante una tronadura.



Los camiones se cargan con las rocas tronadas para transportarlas fuera de la mina.

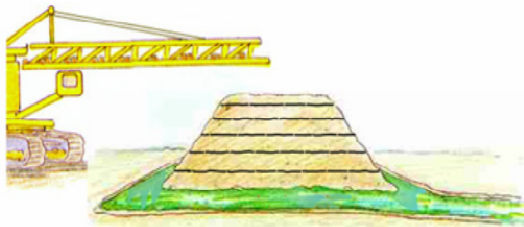
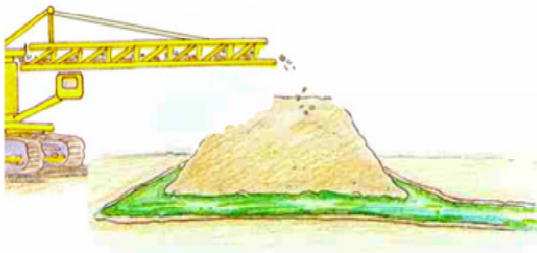
### b. Chancado

Las enormes rocas pasan por los chancadores que disminuyen el tamaño de las rocas.



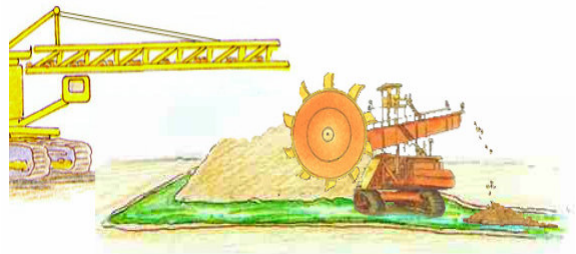
### c. Lixiviación en pilas

El material es llevado mediante correas transportadoras hacia el lugar donde se formarán las pilas. De esta forma, para poder sacar el cobre en forma de solución de la roca molida, se construyen grandes pilas o cerros y se les riega con agua y ácido sulfúrico. A esto se le llama lixiviación.



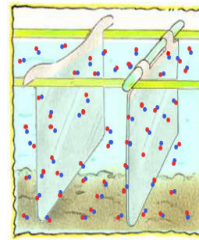
### d. Extracción por solventes (sigla en inglés: SX)

En esta etapa la solución que viene de las pilas de lixiviación, se libera de impurezas y concentra su contenido de cobre, mediante una extracción que captura los iones de cobre en forma selectiva.



### e. Electroobtención (sigla en inglés: EW)

El cobre en solución se les lleva a grandes piscinas llamadas celdas de electroobtención. El producto final de este proceso son los cátodos, es decir, cobre purificado.



●  $\text{SO}_4$  ●  $\text{Cu}^{2+}$



●  $\text{SO}_4$  ●  $\text{Cu}^{2+}$

**A continuación, lo invitamos a completar la Actividad número 3.**

## Actividad N°3

### “Memorice minero”



#### Objetivos de aprendizaje

Identificar y describir las fases del ciclo de producción del cobre dependiendo de la extracción y del procesamiento del mineral (cobre sulfurado y/o cobre oxidado).

#### Descripción de la actividad

Los participantes vivirán esta experiencia de aprendizaje jugando al “Memorice minero”, en donde se identifican las “fases” productivas en sulfuros y óxidos, y se describe de qué se trata cada una de ellas en la cadena de producción.

#### Sentido de la actividad

Al haber gran cantidad de información en este apartado del módulo, es importante que el instructor incentive el trabajo en equipo para que los participantes se apoyen y puedan aprender en conjunto, en un entorno agradable, la relevancia de los procesos productivos y los conceptos relacionados.

#### Materiales

- 1 set de cartas “Fases” (12 unidades).
- 1 set de cartas “De qué trata la fase” (12 unidades).

Sólo para uso del instructor:

- 1 Set de respuestas correctas que corresponde a la segunda parte: procesos para producir cobre en la fase de “exploración minera”.

#### Preparación

Distribuir en los grupos de trabajo los dos sets de cartas de “Memorice minero”.

#### Desarrollo de la actividad

#### Motivación

El instructor comentará que entender cómo funciona cada uno de los procesos de obtención de cobre, permite tener una mirada amplia de lo que es trabajar en la industria minera e invitará a los participantes a contestar las siguientes preguntas:



- ¿En qué consiste el procesamiento de cobre proveniente de sulfuros?*
  - ¿Cuál es la diferencia con el procesamiento de cobre proveniente de óxidos?*
  - ¿Tienen fases o procesos en común?*
  - ¿Podemos describir de qué trata cada uno de los procesos por separado?*
- 

## Desarrollo

Una vez que el instructor ha presentado las fases del ciclo de producción de minerales sulfurados y de minerales oxidados, se invitará a los participantes a jugar al “Memorice minero”.

El instructor explicará que este juego consiste en identificar las “fases” productivas de sulfuros y óxidos, y describir de qué se trata cada una de ellas y su aporte a la cadena de producción.

Para jugar, el instructor dividirá a los participantes en grupos.

Cada grupo recibirá dos sets de cartas:

- 1) el set “Fases” (12 unidades), que consiste en imágenes con nombre de la fase de ciclo de sulfuros o ciclo de óxidos, según corresponda
- 2) el set “De qué trata la fase” (12 unidades), que describe la fase productiva correspondiente a cada “fase”.

### **El grupo tendrá 5 tareas:**

- 1) Vincular cada una de las cartas “Fases” con cada una de las cartas “De qué trata la fase”, esto es, distinguir las “Fases” que corresponden al “Ciclo óxidos” y al “Ciclo sulfuros”, respectivamente.
- 2) Seleccionar un ciclo: el de sulfuros o el de óxidos, para presentarlo al resto de los grupos.
- 3) Seleccionar un proceso del ciclo escogido. Ejemplo: “Fase” (Chancado) del “Ciclo óxidos”.
- 4) Preparar, como grupo, una presentación del ciclo completo escogido y escribir 3 interrogantes sobre la fase escogida. Ejemplo: “Fase” (Chancado) del “Ciclo óxidos”: ¿Dónde se ubican los chancadores? ¿Cómo funcionan? ¿Qué tipo de mantención se les hace?, etc.





5) Presentar el ciclo escogido a los grupos de la sesión de capacitación y luego formular las 3 preguntas al instructor sobre la fase escogida.

### Puesta en común

Los grupos presentarán su ciclo escogido (sulfuros u óxidos) a los demás grupos y formularán las 3 preguntas sobre la fase escogida al instructor, quien las contestará brevemente y con ayuda de algún participante voluntario.

El instructor hará énfasis en los productos de cobre que se obtienen según los distintos tratamientos que cada ciclo permite.

### Cierre

El instructor comentará que:

*Hemos conocido las fases productivas que permiten obtener cobre.*

*Hemos definido que el cobre puede provenir de sulfuros (que se encuentra en capas subterráneas) o de óxidos (que se encuentra en la superficie).*

*Cada una de las fases productivas implica conocimientos técnicos y preparación especial.*

*Toda esta adquisición de conocimientos y habilidades para trabajar en minería entregan un gran potencial de desarrollo profesional, técnico y personal.*

Al terminar esta actividad, y de manera opcional, el instructor podrá presentar a los participantes los mapas de procesos ubicados como material didáctico en el anexo de este módulo.

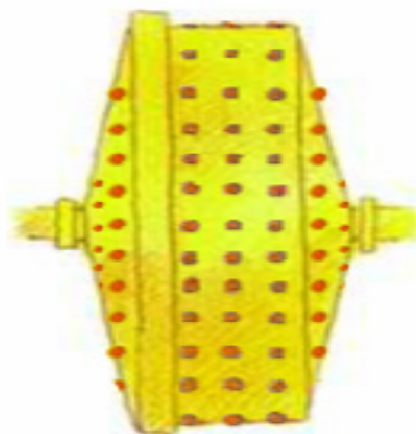
Estos mapas corresponden a los procesos de:

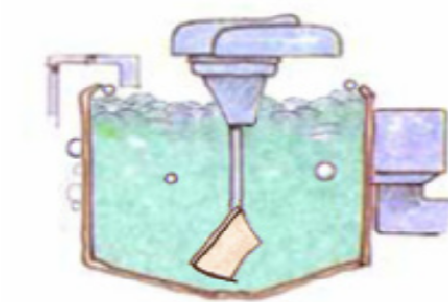
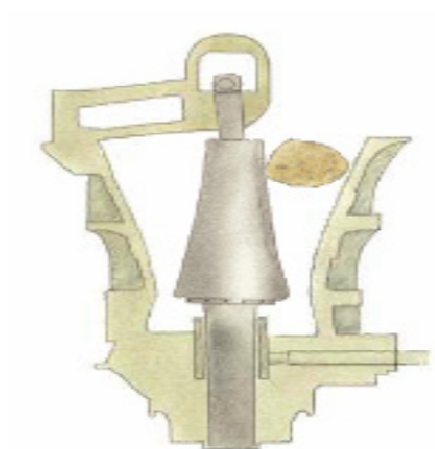
- Exploración y sondaje.
- Extracción rajo.
- Extracción subterránea.
- Procesamiento de óxidos.
- Procesamiento de sulfuros.
- Proceso fundición.

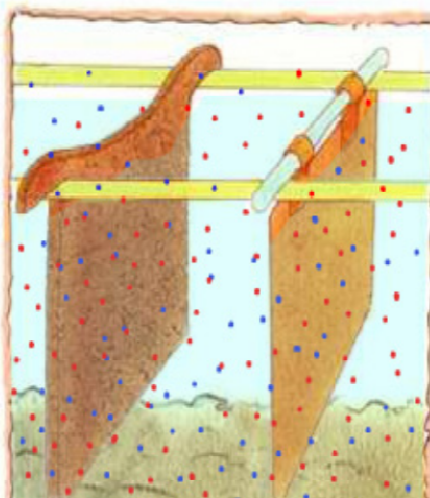


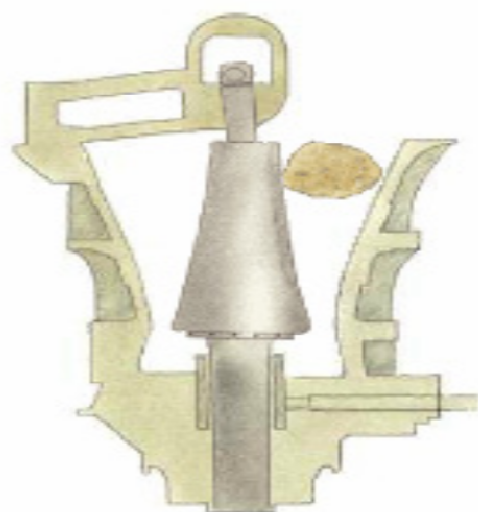
## MATERIAL DIDÁCTICO PARA PARTICIPANTE

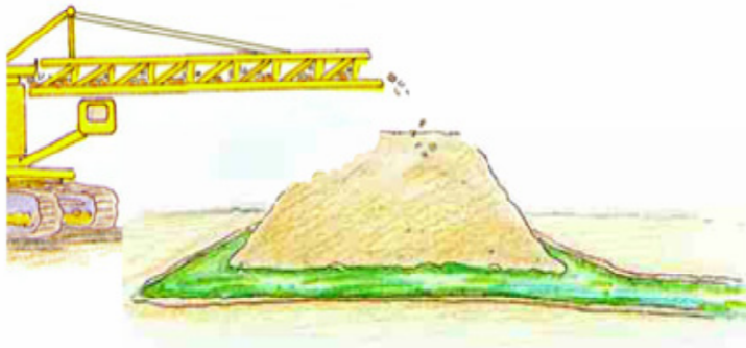
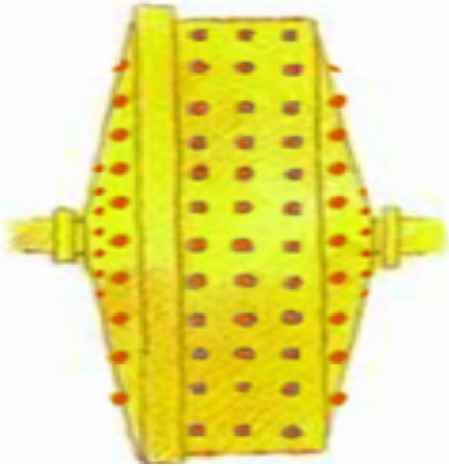
1 set de cartas “Fases” (12 unidades)

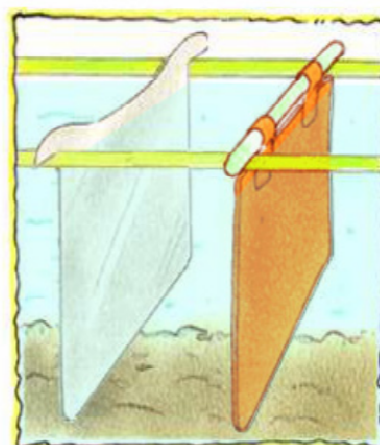
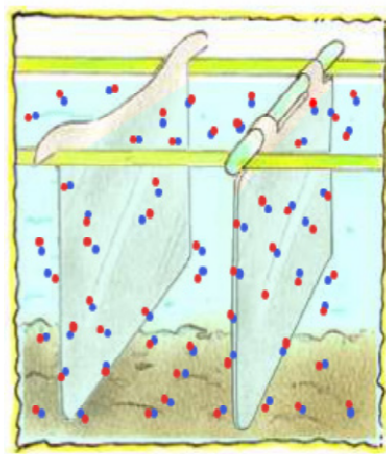
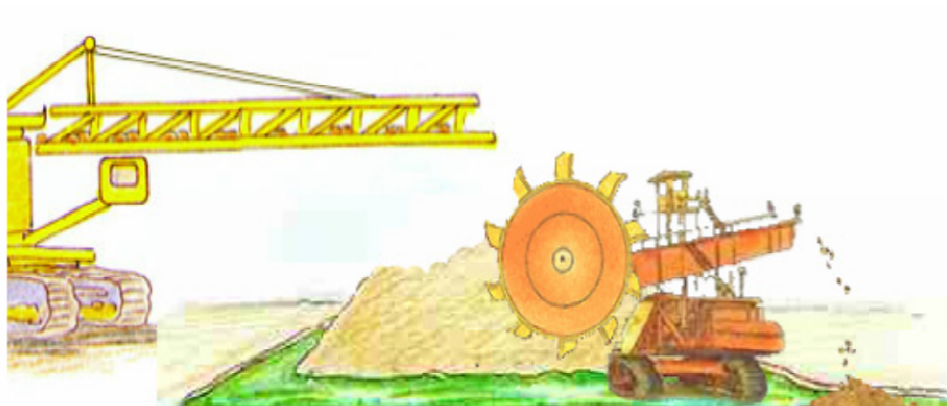














## MATERIAL DIDÁCTICO PARA PARTICIPANTE

1 set de cartas “De qué trata la fase” (12 unidades)

### **SULFUROS**

#### **Extracción**

En las minas subterráneas se fractura la roca con explosivos. A las grandes rocas se les reduce el tamaño con el martillo picador (proceso manejado a distancia). Cuando las rocas están molidas se transporta al exterior de la mina.

### **SULFUROS**

#### **Chancado**

El chancador es una máquina que disminuye el tamaño de las rocas mineralizadas.

### **SULFUROS**

#### **Molienda**

Luego estas rocas son llevadas a molinos que muelen aun más la roca hasta convertirla en polvo.

### **SULFUROS**

#### **Flotación**

A este polvo de roca se le agrega agua y se le lleva a las celdas de flotación. A las burbujas que se producen se les adhiere el cobre. Cuando las burbujas llenas de cobre se secan se obtiene el concentrado de cobre.

### **SULFUROS**

#### **Fundición**

Este concentrado de cobre es llevado a hornos de fundición para separar el cobre de otros materiales y así purificarlo. El cobre fundido y refinado se vierte en moldes y se obtienen barras o ánodos de cobre con mayor pureza, y cobre RAF.

### **SULFUROS**

#### **Electrorefinación**

En este proceso se logra purificar más los ánodos de cobre por medio de la electrólisis hasta obtener una mayor pureza. Este es el producto que se vende en el mercado internacional. Se llama cátodo de cobre de alta pureza y contiene 99,99% a 99,97% de cobre.





## ÓXIDOS

### Extracción

En la mina la roca se quiebra y se parte mediante una tronadura. Los camiones se cargan con las rocas tronadas para transportarlas fuera de la mina.

## ÓXIDOS

### Chancado

Las enormes rocas pasan por los chancadores que disminuyen el tamaño de las rocas.

## ÓXIDOS Lixiviación

### en pilas

El material es llevado mediante correas transportadoras hacia el lugar donde se formarán las pilas. De esta forma, para poder sacar el cobre en forma de solución de la roca molida, se construyen grandes pilas o cerros y se les riega con agua y ácido sulfúrico. A esto se le llama lixiviación.

## ÓXIDOS

### Extracción por solventes (sigla en inglés: SX)

En esta etapa la solución que viene de las pilas de lixiviación, se libera de impurezas y concentra su contenido de cobre, mediante una extracción que captura los iones de cobre en forma selectiva.

## ÓXIDOS

### Electroobtención (sigla en inglés: EW)

El cobre en solución se les lleva a grandes piscinas llamadas celdas de electroobtención. El producto final de este proceso son los cátodos, es decir, cobre purificado.

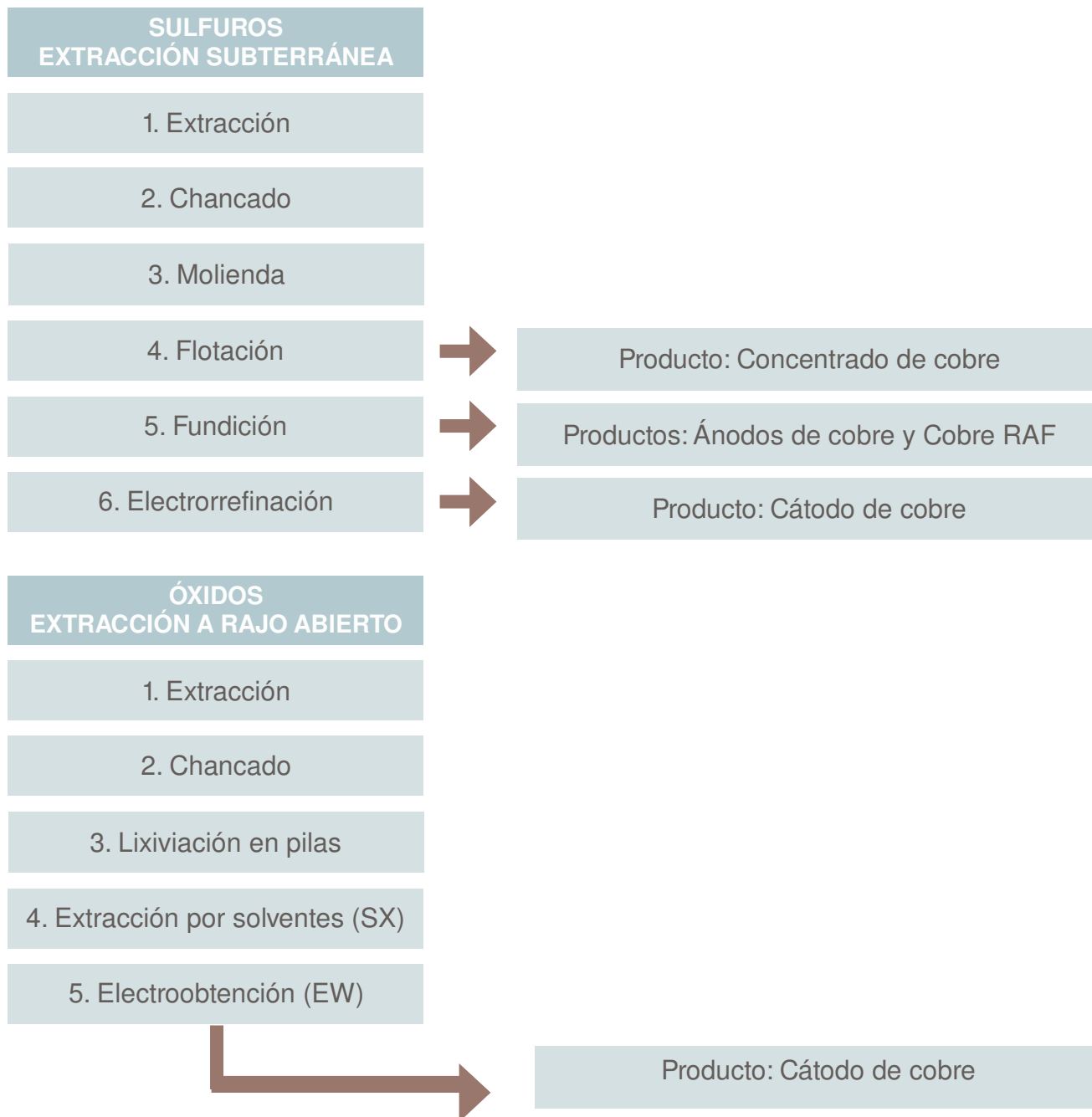


## 1 set de respuestas correctas

Corresponde a: Bloque 2

Segunda parte: procesos para producir cobre en la fase de “explotación minera”.

Dos cuadros resúmenes de procesos para producir cobre:



## V. EL TRABAJADOR DE LA MINERÍA DEL COBRE: OPORTUNIDADES E IMPACTOS POSITIVOS

### ¿CÓMO ES TRABAJAR EN MINERÍA?

Altitud geográfica.

Ubicación geográfica.

Instalaciones mineras.

Trabajar por sistemas de turno.

La seguridad ante todo.

Salud compatible.

Beneficio para los trabajadores.

A continuación, lo invitamos  
a realizar una actividad  
motivacional.



### Objetivos de aprendizaje

Identificar el rol del trabajador minero en el desarrollo de la industria en Chile.

### Descripción de la actividad

Antes de empezar el bloque 3 “Impacto ambiental de la minería de cobre”, el instructor indicará que se verá el video “El trabajador de la Gran Minería”. Luego de verlo, el instructor formulará 3 preguntas referidas al video, que aparecen más adelante.

### Sentido de la actividad

Interconectar dos temas importantes a través de la conversación: lo crítico de contar con gente motivada y preparada para trabajar en el sector minero, y lo relevante de la industria minera para el desarrollo del país, de las personas y sus comunidades.

### Materiales

Video “El trabajador en la Gran Minería”

(Disponible on line en: [http://www.consejominero.cl/home/video\\_1.html](http://www.consejominero.cl/home/video_1.html))

### Preparación

El instructor deberá considerar el uso de un computador, conexión Internet, data show y parlantes de sonido para proyectar el video.

---

### Desarrollo

- Como preámbulo el instructor, les relatará a los participantes lo siguiente:

*El desarrollo de un proyecto minero genera un fuerte impacto social al brindar oportunidades de empleo y negocios a la población local.*

*Hay que tener presente que el desarrollo de cada faena minera es única y determinará de manera singular el desarrollo de la comunidad local y regional.*



*Es por ello que la actividad minera entrega una gran oportunidad a la comunidad al generarle alternativas de desarrollo personal y profesional, el que incidirá en la vida del trabajador y su entorno familiar.*

*Habitualmente se piensa sólo en los beneficios económicos, pues las remuneraciones del sector sobrepasan con creces las de otras industrias.*

*Sin embargo, no sólo este factor es importante.*

*En este apartado revisaremos las características esenciales del trabajo minero, qué cosas debe tener en cuenta un aspirante a minero para ser parte de esta actividad, y cómo y cuáles son los impactos sociales relevantes que promueve la minería.*

*Sin duda alguna, es en la etapa de explotación minera cuando más oportunidades de empleo y capacitación se dan y van en beneficio directo del desarrollo de las personas, a nivel local y regional.*

Una vez exhibido el video, los participantes responderán a las 3 preguntas siguientes que les formulará el instructor:

1. ¿Cuáles son los minerales que han permitido el crecimiento económico de Chile desde hace un par de siglos atrás hasta la actualidad?

Respuesta: Plata, salitre, carbón, cobre.

2. ¿Por qué el trabajador chileno es relevante para la industria de la minería, según el video?

Respuesta: El trabajador chileno pasó a ser actor fundamental en el desarrollo de esta industria por su conocimiento del desierto y de la montaña, sus aptitudes para desarrollar sus labores voluntariamente, sacrificándose y siendo persistente en el día a día.

Hoy el trabajador es heredero de una tradición y están insertándose en un futuro donde el cobre es un negocio.

3. Nombre al menos tres características de impacto positivo de la minería en el trabajador chileno, a partir de los años 90, y de acuerdo a lo que se presenta en el video.



Respuesta:

- 1) Beneficio para los trabajadores en: creación de planes especiales de salud, bonos para compra de viviendas, apoyo a estudios superiores de los hijos, etc.
- 2) Mejoramiento de condiciones laborales en: incorporación de estándares de remuneraciones, políticas de compensaciones, los sueldos superan 6 veces el promedio nacional.
- 3) Mejoramiento de condiciones laborales en: seguridad en el entorno laboral e incorporación de tecnología de última generación en los procesos productivos.
- 4) Nuevas empresa nacionales y extranjeras entraron al mercado produciendo crecimiento de infraestructura en región y nuevas oportunidades laborales, impactando directamente en la educación técnica de las personas.

### Puesta en común

Una vez exhibido el video, el instructor formulará cada una de las tres preguntas que aparecen arriba. En las respuestas que los participantes entreguen, el instructor deberá reforzar lo importante de la actitud del minero chileno, las aptitudes que predisponen a trabajar de mejor manera y resaltar las condiciones de mejoramiento de la vida de los mineros y su entorno. Se deberán evitar las conversaciones exclusivamente sobre beneficios porque este es un tema que se puede abordar con más tiempo y más fundamentos más adelante en el módulo.

### Cierre

Cuando el instructor haya generado una breve conversación y haya resuelto las preguntas, podrá invitar a los participantes a iniciar el aprendizaje del bloque 3 “El trabajador de la minería de cobre: oportunidades e impactos positivos”.

**A continuación, lo invitamos a completar la Actividad número 4.**



#### Objetivos de aprendizaje

Reconocer las características más importantes que circunscriben el trabajo en las faenas mineras.

#### Descripción de la actividad

Los participantes se aproximarán a las características más importantes del trabajo en minería a través de una dinámica de conversación grupal acerca de una “característica” de este tipo de trabajo. Con ello, pondrán en común los conocimientos previos, prejuicios e impresiones sobre esta labor.

#### Sentido de la actividad

En esta última actividad del módulo, se busca que los mismos participantes, a través de una conversación grupal, presenten sus conclusiones sobre “ser minero”. La idea es apoyarlos al entregarles fundamentos técnicos y motivacionales que los acerquen a este mundo.

#### Materiales

Set de 6 tarjetas (distintos colores) denominadas “¿Cómo es trabajar en minería?” que el instructor debe entregar.

#### Preparación

El instructor deberá preparar con antelación el set de 6 tarjetas para distribuir una tarjeta a cada grupo de trabajo (idealmente 6 grupos en total).

---

#### Desarrollo de la actividad

#### Motivación

El instructor invitará a los participantes a señalar algunas características propias de la industria que no tienen otras industrias y realizará las siguientes preguntas:

**¿Por qué se dice que la minería es una actividad tan compleja y costosa?**



¿Qué tipo de personas, creen ustedes, es la adecuada para trabajar en minería?  
¿Cualquiera puede hacerlo? ¿Qué se necesita?

¿Qué actitud es importante que una persona tenga para enfrentar el trabajo minero?

---

## Desarrollo

Una vez que el instructor ha propiciado una conversación con el grupo de participantes, se les invitará a realizar la dinámica de conversación “¿Cómo es trabajar en minería?”.

El instructor explicará que esta dinámica consiste en comentar lo que pensamos acerca de las características más duras y singulares de la actividad minera.

Para dar inicio, el instructor organizará a los participantes en grupos.

Cada grupo recibirá una tarjeta con el título de una característica de trabajo en la minería, las cuales se corresponden con las características del capítulo “¿Cómo es trabajar en minería?”.

Les solicitará que lean su tarjeta, realicen una reflexión personal y compartan sus impresiones a partir de las siguientes dos preguntas:

- a) ¿Qué sabemos de esta característica del trabajo minero?
- b) ¿Cómo prepararse para enfrentar adecuadamente esta característica del trabajo minero?

## Puesta en común

El instructor pedirá a cada grupo que designe a un representante para que presente brevemente a los demás grupos su opinión sobre la “característica” comentada.

Una vez concluida esta rueda de opiniones, el instructor aclarará dudas y/o precisará conceptos o ideas al respecto, para luego hacer hincapié en los aspectos positivos de cada característica y las precauciones por considerar.





## Cierre

A pesar de que existen impactos ambientales inevitables, las compañías mineras se han comprometido a aminorar y eliminar esos impactos producidos por la explotación minera.

Las compañías mineras apuestan por beneficiar a los trabajadores, entre los que destacan:

- *Aprendizaje permanente.*
- *Acceso a nuevas tecnologías.*
- *Desarrollo de competencias críticas de los puestos de trabajo en poco tiempo.*
- *Remuneraciones por sobre el promedio de otras industrias.*
- *Habitabilidad en campamentos más confortables y modernos.*
- *Turnos flexibles para compatibilizar la vida personal y familiar con la vida laboral.*
- *Capacitación permanente para mejorar el desempeño desde el punto de vista técnico.*
- *Oportunidades para mejorar condiciones sociales y de salud del entorno familiar.*



## MATERIAL DIDÁCTICO PARA PARTICIPANTE

Set de 6 tarjetas “¿Cómo es trabajar en minería?”.

**Altitud  
geográfica**

**Instalaciones  
mineras**

**Trabajar por  
sistemas de  
turno**

**La seguridad  
ante todo**

**Salud  
compatible**

**Beneficio  
para los  
trabajadores**

## 1. Minería, motor de desarrollo para Chile

En el marco de Expomin 2012<sup>16</sup> (espacio de debate y análisis del panorama de la industria minera en Chile), el presidente de la Sociedad Nacional de Minería (SONAMI) afirmó que la minería es tan importante para nuestro país, que cualquier cosa que suceda en este sector afecta directamente a todos los chilenos. “La minería es la palanca de desarrollo más potente que tenemos para crear valor y lograr un importante desarrollo país”.

Y recalcó que “desde hace seis años la minería es la actividad productiva con la menor tasa de accidentabilidad del país, correspondiente a un 2% en comparación a la de transporte e industria con un 7,7% y 7,8% respectivamente. “En la minería la seguridad es un valor ético donde nuestros trabajadores están por sobre la productividad”, enfatizó.

Con sólo el 0,6% de la superficie terrestre mundial y una participación relativa cercana al 0,3% en población e ingreso, Chile es el primer productor de cobre, nitratos naturales, yodo y litio del mundo. Además, ocupa el tercer lugar en la producción mundial

de molibdeno y el quinto en plata. Chile se adjudica un tercio de la producción mundial de cobre de mina y el 16% de la producción de molibdeno. Asimismo, es el único productor mundial de salitre natural y aporta más del 50% de la producción de yodo y el 45% de litio.

El extraordinario desarrollo alcanzado por la minería en las últimas décadas, ha sido impulsado fundamentalmente por el aporte de la minería privada. De hecho, en las últimas tres décadas, la producción de cobre de la minería privada se multiplicó 22 veces.

En los últimos 7 años la minería asociada al cobre aporta sobre el 6% del Producto Interno Bruto (P.I.B.) y más del 80% del P.I.B minero.

Las exportaciones de cobre han representado un 45% de las exportaciones totales chilenas en las últimas dos décadas, en las que Codelco (Corporación Nacional del Cobre de Chile, empresa autónoma y propiedad del Estado chileno) contribuye con el 20%.

Fruto de todo lo anterior, la empresa estatal ha aportado al Fisco con recursos en torno a los US\$ 33 mil millones entre

<sup>16</sup> <http://www.expomin.cl/d.php?d=739&idi=1&std=1>

2004 y el 2009, a través de impuestos y dividendos.<sup>17</sup>

En total, Codelco produce el 11% del total mundial de cobre.

Es por ello que la minería tiene un impacto significativo en la economía nacional y en otros sectores productivos:

- Más de un tercio de la generación eléctrica es consumida por la minería.
- Más del 55% de la carga marítima de exportación corresponde a productos mineros.
- Tiene el más alto nivel de remuneraciones entre todas las actividades económicas.
- Muestra el más bajo nivel de accidentalidad laboral.

## 2. ¿Cómo es trabajar en minería?

Como se ha expuesto en el módulo, la minería consiste en la extracción selectiva de minerales y otros materiales desde la corteza terrestre, con frecuencia en grandes cantidades para recuperar sólo pequeños volúmenes del producto deseado.

Es por esto que la minería constituye una actividad compleja y que requiere planificación económica de los proyectos, pla-

nificación técnica de los proyectos, conocimientos técnicos especializados sobre los procesos implicados, maquinaria específica para los procesos operacionales y estudios de impacto para la implementación de las diversas operaciones.

La ejecución de los proyectos mineros necesita de personas motivadas que quieran ser parte de una fuerza laboral altamente capacitada y en constante desarrollo personal y profesional.

No cualquier persona puede incorporarse al trabajo minero, puesto que al ser una actividad compleja, requiere una preparación inicial (planes de inducción) que dé cuenta de diversos aspectos relevantes.

La preparación de las personas está orientada hacia un plan formativo y de desarrollo en competencias claves para un desempeño apropiado a las labores, seguimiento de normativas de seguridad y de prevención de riesgos en las faenas, conocimiento y ejecución de procedimientos laborales estandarizados según la unidad de trabajo, entre otros.

Todo esto porque el trabajo minero implica una serie de características propias de una industria singular. Éstas son algunas de sus características:

---

17 [http://www.quepasa.cl/articulo/7\\_4828\\_9.html](http://www.quepasa.cl/articulo/7_4828_9.html)

- Se realiza mayoritariamente en zonas de altitud geográfica (cordillera).
- La ubicación de los yacimientos es relativamente lejos de las ciudades.
- El acceso a los yacimientos no es fácil.
- Por la distancia con los entornos urbanos, el transporte es colectivo (buses).
- Requiere un sistema de turnos laborales, distintos a los de otras actividades económicas.
- Al trabajar en zonas geográficas difíciles y en condiciones poco favorables, se requiere una preparación técnica especializada.
- Es necesario tener una salud compatible para estar en altura (cordillera) y en ambiente subterráneo (al interior de las minas).

## 2.1 Altitud y ubicación geográfica

De acuerdo a información del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernameomin), cerca del 80% de los yacimientos mineros chilenos reconocidos internacionalmente están ubicados en altura, sobre los 3.000 msnm<sup>18</sup>. En este escenario encontramos bajas temperaturas (5 a 10 °C por cada 1.000 metros de elevación), falta de humedad en el aire y más radiación ultravioleta que en zonas

<sup>18</sup> [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articulos-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articulos-100032_recurso_1.pdf)

al nivel del mar, lo que implica proteger eficazmente los ojos.

Esto último pone de manifiesto que la actividad minera se desarrolla en condiciones duras para los trabajadores quienes deben trasladarse desde zonas urbanas a zonas cordilleranas, en cuanto que la distancia geográfica en Chile, desde zonas a nivel del mar a zonas donde están los yacimientos en gran altura, es relativamente corta.

Uno de los fenómenos más característicos que ocurren en las personas que están a más de 3.000 msnm de altura es la hipoxia, o escasa presión parcial de oxígeno, que provoca alteraciones fisiológicas y psicológicas.

Cuando una persona se expone a gran altura geográfica, ocurren dos fases:

### a. Fase de acomodación

La exposición aguda a la hipoxia provoca reacciones esencialmente ventilatorias y circulatorias: el corazón y la respiración se aceleran.

### b. Fase de aclimatación

Si la exposición a la hipoxia se prolonga más allá de algunas horas, el organismo pone en marcha mecanismos de adap-

tación más económicos que, progresivamente, tomarán el lugar de la hiperventilación y taquicardia. Estos son eficaces solo si la exposición a la altitud es progresiva y prolongada.<sup>19</sup>

Complementario a la hipoxia, la falta de aclimatación a la altura (desde los 2.000 a 2.500 msnm) provoca la puna o soroche, que es temporal y afecta principalmente a las personas que por primera vez suben a los yacimientos en altura.

Problemas derivados de la exposición a rayos ultravioleta, como la afección a los ojos que sobreviene por ausencia de protección eficaz y se manifiesta con ardores, sensación de arena bajo los párpados, fotofobia y lagrimeo es otro de los efectos de la altura geográfica en las personas.

La mayoría de los yacimientos mineros están concentrados en la zona norte, específicamente entre las regiones de Tarapacá (I) y de Coquimbo (IV). En ellas también se han instalado las empresas proveedoras de insumos y una infraestructura orientada a entregar servicios y productos necesarios para el desarrollo de la minería.<sup>20</sup>

19 [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032_recurso_1.pdf)

20 [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032_recurso_1.pdf)

Actualmente, se prospecta el desarrollo de muchos proyectos mineros que requerirán un incremento muy importante de mano de obra durante la próxima década, lo cual demandará cuantiosos recursos humanos para su operación, tanto a nivel de dotaciones internas de las empresas mineras como de contratistas permanentes.<sup>21</sup>

## 2.2 Instalaciones mineras

Las instalaciones mineras<sup>22</sup> constituyen los espacios de habitabilidad para los mineros en faena. Atrás ha ido quedando el concepto de “campamento minero”, muy asociado a la idea de aislamiento y soledad.

Es un enorme desafío de diseño asegurar la habitabilidad y la comodidad física del trabajador minero. Actualmente la permanencia de los mineros en los yacimientos es más placentera y va de la mano con varios elementos que permiten una mejor convivencia y condiciones más favorables para vivir en la mina cuando corresponde el turno de trabajo,

21 Fundación Chile (Innovum, Centro de Innovación en Capital Humano). (2011). Fuerza laboral en la gran minería chilena. Diagnóstico y recomendaciones, 2011–2020. Santiago: Fundación Chile. Pág.: 43.

22 [http://www.mch.cl/revistas/index\\_neo.php?id=1735](http://www.mch.cl/revistas/index_neo.php?id=1735)

transformándose en una instancia confortable para el descanso y para desarrollar actividades residenciales y de esparcimiento.

El diseño y construcción de los campamentos de hoy considera hasta a expertos en medicina de altura, con el objetivo de mejorar las instalaciones, su aislación térmica, los servicios higiénicos y las áreas de esparcimiento, debido a que en las faenas mineras es más difícil separar el tiempo y espacio del trabajo con el de la “casa”: la idea es evitar situaciones de aburrimiento o estrés.

Las instalaciones de hoy contemplan servicios de comunicación y entretenimiento elementales para la vida actual, como lo son la TV con cable e internet, esta última permitiendo un acercamiento a la familia en tiempo real (a través de conexión a redes sociales o directamente por cámara web), independientemente de estar en la mina, lejos de la casa.

### 2.3 Trabajar por sistema de turnos

El trabajo en turnos es una modalidad utilizada con mucha frecuencia en la Gran Minería de altura, debido a las características productivas y geográficas de las faenas: la industria requiere que las operaciones sean continuas.

Como las faenas mineras se desarrollan siempre fuera del radio urbano, se ha establecido la cantidad máxima de días de trabajo y descanso que pueden realizar los trabajadores, dependiendo de las condiciones en que la jornada se efectúe, así como el máximo de días trabajados continuamente.

Pensemos en aquellas faenas ubicadas en altura geográfica, donde se establecen criterios adicionales, destinados a disminuir los efectos del lugar en los trabajadores, protegiendo así su salud y su vida. Allí la jornada debe desarrollarse, principalmente, en turnos de día o en turnos rotativos de día-noche.

El sistema de turnos funciona de acuerdo a dos factores, principalmente. Éstos son: el tipo de cargo del trabajador y la unidad de producción en la que se desempeña.

Los distintos tipos de turnos pueden organizarse en sistemas diurnos, nocturnos o alternados, con una duración de la jornada de acuerdo a la necesidad de la empresa y dentro del marco legal vigente. Los turnos son organizados en modalidad diurna, con 8 horas diarias, o en jornada excepcional de trabajo y descanso en turnos de día o alternando día y noche con una duración de hasta 12 horas por turno.

De acuerdo a la normativa vigente, la jornada de trabajo ordinaria es de 45 horas semanales, distribuidas en cinco o seis días o hasta de dos semanas interrumpidas, si es jornada bisemanal.

Luego, una jornada excepcional de trabajo consiste en un ciclo de días de trabajo y descanso cuya distribución y proporción es diferente a la jornada ordinaria (por ejemplo: siete días de trabajo por siete días de descanso (7x7); cuatro días de trabajo por cuatro días de descanso (4x4); 4x3, 20x10, 10x5, etc.)<sup>23</sup>

Por ejemplo, los turnos de trabajo habituales son:

DÍAS DE TRABAJO	DÍAS DE DESCANSO
7	7
5	2
4	4
4	3

## 2.4 La seguridad ante todo

En el desarrollo de prácticamente cualquier actividad laboral existen factores de riesgo para la salud y calidad de vida de las personas: accidentes del trabajo, enfermedades profesionales y aquéllas asociadas al trabajo, o patologías comunes agravadas por determinada actividad laboral, son los problemas de salud más recurrentes.

Entenderemos por riesgo laboral todo aquel aspecto potencialmente dañino en el trabajo. Existen factores materiales de riesgo, que dependen de características independientes de las personas que usen los elementos de trabajo, y factores sociales del riesgo, aportados por las personas. En este amplio concepto es posible distinguir, entre otros, los siguientes<sup>24</sup>:

<sup>23</sup> [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032_recurso_1.pdf)

<sup>24</sup> [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032_recurso_1.pdf)



FACTORES DE RIESGO	COMENTARIO
Ambiente físico.	Condiciones físicas del trabajo que pueden ocasionar accidentes y enfermedades. Por ejemplo, altura, ruido, vibraciones, temperatura.
Condiciones de empleo.	Tipo de contrato, jornada y organización del trabajo, remuneraciones y su composición, etc.
Condiciones de seguridad.	Influyen en los accidentes, incluyendo las características de máquinas, equipos y herramientas, seguridad general del local, del espacio de trabajo y de las fuentes de energía.
Condiciones generales e infraestructura sanitaria del local de trabajo.	Protección climática adecuada, disponibilidad de instalaciones sanitarias, de agua potable y comedores.
Contaminación química y biológica.	Exposición directa a contaminantes químicos o biológicos, que son parte del proceso de trabajo.
Organización del trabajo.	Tipos de tareas y forma de organizarlas, distribución del tiempo de trabajo, funciones, ritmo, etc.
Carga de trabajo.	Exigencias de las tareas sobre individuos: esfuerzo físico, posturas, manipulación de carga, exigencias de concentración y de cumplimiento de metas.
Factores propios del trabajador.	Edad, sexo, estado de salud, calificación, expectativas personales, necesidades, antecedentes culturales, cuánto han aprendido y son capaces de aplicar adecuadamente para realizar su trabajo, actitud hacia el trabajo y frente al riesgo, etc.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de un cuadro de Manuel Parra, en Conceptos básicos en salud laboral. OIT, Santiago de Chile, 2003.

## 2.5 Salud compatible

Para trabajar en las duras condiciones de la minería en altura, es necesario que los trabajadores tengan condiciones físicas y psicológicas aptas para este tipo de actividad.

Es por ello que a continuación se listan las condiciones ideales<sup>25</sup>:

- Mantener un peso ideal, evitar fumar y no beber alcohol en exceso.
- Realizar ejercicio moderado diario y, si son jóvenes, practicar algún deporte tanto a nivel del mar como en altura.
- Dormir a una altura cercana a los 3.000 msnm y, si es necesario, que sea incorporado oxígeno a sus habitaciones durante la noche, a fin de asegurar la aclimatación y una buena calidad del sueño.

Aquellas características más frecuentes que inhabilitan a los aspirantes a mineros son las siguientes:

- Obesidad.
- Hipertensión arterial descompensada.
- Dislipidemia.
- Diabetes mellitus descompensada.

---

25 [http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032\\_recurso\\_1.pdf](http://www.dt.gob.cl/documentacion/1612/articles-100032_recurso_1.pdf)

- Epilepsia.
- Asma bronquial descompensada.

## 2.6 Beneficios para los trabajadores

El mercado laboral de la gran minería, por su parte, presenta particularidades que lo diferencian en forma significativa de la situación nacional promedio.

Los principales beneficios se refieren a los sueldos promedio, al porcentaje de empleos de carácter permanente y a los beneficios sociales, aspectos en que las empresas de la gran minería ofrecen a sus trabajadores condiciones significativamente más favorables que los promedios nacionales.<sup>26</sup>

A modo de cierre de esta característica, se presentan siete factores claves que la minería brinda a sus trabajadores:

- Aprendizaje permanente.
- Acceso a nuevas tecnologías.
- Desarrollo de competencias críticas de los puestos de trabajo en poco tiempo.

---

26 Fundación Chile (Innovum, Centro de Innovación en Capital Humano). (2011). Fuerza laboral en la gran minería chilena. Diagnóstico y recomendaciones, 2011–2020. Santiago: Fundación Chile. Pág.: 17.

- Remuneraciones por sobre el promedio de otras industrias.
- Habitabilidad en campamentos más confortables y modernos.
- Turnos flexibles para compatibilizar la vida personal y familiar con la vida laboral.
- Capacitación permanente para mejorar el desempeño desde el punto de vista técnico.
- Oportunidades para mejorar condiciones sociales y de salud del entorno familiar.

### 3. Impacto social

En este apartado se presenta el impacto social desde la perspectiva de las oportunidades que genera para las personas y la comunidad local y regional.



#### 3.1 ¿Cuáles son las oportunidades de empleo?<sup>27</sup>

Durante la etapa de explotación minera, las oportunidades de empleo y capacitación pueden significar un importante beneficio para la población local.

En esta fase, las personas aportan, generalmente, mano de obra calificada y no calificada para labores vinculadas a los servicios que requiere la minería.

La capacitación y el entrenamiento de los trabajadores locales es una buena manera de incluir a las comunidades en labores relacionadas con la mina. En este contexto, es recomendable que las comunidades se informen sobre los requerimientos de las empresas y que les soliciten capacitaciones en los rubros que éstas demanden. De esta manera, los interesados quedan preparados para trabajar en dicha empresa u otra que requiera el servicio, contribuyendo así al fortalecimiento de las capacidades de la comunidad y a su desarrollo sostenible.

<sup>27</sup> Embajada de Canadá. (2011). Manual Informativo sobre Minería en Chile. Página 74-77.

### 3.2 Oportunidades de capacitación práctica

Existen diversas oportunidades de capacitación para los trabajadores mineros, sobre todo en esta etapa. Todos los empleados nuevos reciben un entrenamiento de orientación, que usualmente incluye una introducción a la misión y visión de la compañía, prácticas de seguridad, normas de conducta e información acerca de las instalaciones y los servicios de la operación.

Las capacitaciones comienzan muy tempranamente dentro del desarrollo de una labor minera; algunas toman más de un año. Algunos puestos requieren entrenamiento específico.

A fin de que el trabajo sea realizado de forma segura y apropiada, se capacita a los trabajadores en el uso de equipos, procedimientos y la importancia del proceso total.

En ocasiones, las compañías mineras crean iniciativas especiales de capacitación para sus empleados, tales como:

- Programas de alfabetización.
- Finalización de estudios secundarios.
- Programas comerciales básicos.
- Estudios universitarios.
- Capacitación para la comunidad.

- Talleres de formación de equipos.
- Programas de gestión de desarrollo.

Considerando que las empresas mineras están generalmente por largo tiempo en un mismo territorio, es recomendable que las comunidades propongan un plan de capacitaciones.

Tanto las comunidades como las empresas deben tener presente la posibilidad de una incorporación paulatina de la localidad en los trabajos de la mina, en temas tales como:

- Demandas laborales de la compañía.
- Habilidades de los postulantes.
- Resguardo de las actividades tradicionales (tener cuidado en que no se dejen de lado actividades tradicionales, como la agricultura, por la actividad minera).

### 3.3 ¿Qué oportunidades económicas existen?

Otro de los beneficios directos que trae una operación minera es el aumento de oportunidades de negocios locales. Se considera que por cada puesto de trabajo en una mina se generan tres puestos de trabajo indirecto.

Las posibilidades de realizar negocios se vuelven sustanciales y de largo plazo durante esta etapa. Tal como en la fase de desarrollo minero, las comunidades deben prepararse para participar y hacerse estas importantes preguntas:

- *¿Qué negocios están disponibles actualmente?*
- *¿Qué negocios se necesitan?*
- *¿Cuáles son las capacidades de la comunidad?*
- *¿Hay socios disponibles para negocios conjuntos?*
- *¿Qué habilidades se necesitan?*

Mientras busca las respuestas a estas preguntas, la comunidad también debería hablar con la compañía minera para asegurarse de tomar las decisiones correctas y requeridas.

La comunidad puede celebrar acuerdos con la compañía minera para estimular las oportunidades de negocios.

Algunas de las **oportunidades de negocios** disponibles para la población local durante la explotación minera son:

- Servicios de alimentación y limpieza.
- Servicios de construcción.
- Servicios de reciclaje.
- Provisión de bienes.
- Mantenimiento de carreteras.
- Talleres de mantenimiento de maquinaria.
- Hoteles y albergues.
- Vigilancia nocturna de edificios y otras instalaciones.
- Arriendo de terreno o galpones para bodegaje.
- Colegios.
- Recintos recreacionales (piscinas, canchas de deporte, cines).

Junto con esto, la población local puede tener un papel activo en el aumento del tipo y cantidad de oportunidades económicas accesibles a ella mediante:

- Desarrollo de negocios propios y capacitación.
- Desarrollo de alianzas con los operadores de la mina.

- Realización de un inventario de los recursos de la comunidad.
- Hablar con las poblaciones de otras zonas.
- Tener visión de largo plazo (cuestiones de cierre, capacitación, planeamiento estratégico de recursos, etc.)

## VI. EVALUACIÓN

### 1. Evaluación para el participante

#### 1.1 Instrucciones para el instructor

Se recomienda que el instructor lea en voz alta las instrucciones de la evaluación escrita y pregunte a los participantes si tienen dudas al respecto. De existir consultas, se deben aclarar todas antes de dar comienzo a la evaluación. De esta manera se disminuirán las consultas personalizadas durante la evaluación y las dificultades de comprensión que puedan existir, otorgando igualdad de condiciones a todos los participantes.

Posteriormente el instructor indicará el tiempo del que dispondrán los participantes para responder la evaluación. Quince minutos antes de que se termine el tiempo para la evaluación, señalará en voz alta cuanto tiempo les queda a los participantes para terminar.

## 1.2 Test de salida del módulo introductorio a la minería

NOMBRE DEL PARTICIPANTE	
FECHA	

A continuación encontrará una serie de preguntas. Lea cada una de ellas con atención y seleccione la respuesta correcta.

Si requiere cualquier tipo de ayuda durante la evaluación, levante la mano y el instructor lo guiará.

### 1. El cátodo es:

- a. Cobre apilado
- b. Cobre molido
- c. Cobre purificado
- d. Cobre concentrado

### 2. El cobre sulfuroso se encuentra específicamente:

- a. A gran altitud
- b. En fuentes subterráneas
- c. En la superficie
- d. A nivel del mar

### 3. El ciclo de la minería del cobre, en orden, es el siguiente:

- a. Explotación – Desarrollo - Exploración – Cierre de mina
- b. Exploración – Explotación - Desarrollo – Cierre de mina
- c. Desarrollo – Exploración – Explotación – Cierre de mina
- d. Exploración – Desarrollo – Explotación – Cierre de mina



4. Uno de los procesos a los que se somete el mineral para obtener cobre es la fundición. A partir de esta última se obtiene:

- a. Ánodos de cobre
- b. Concentrado de cobre
- c. Cátodos de cobre
- d. Todas las anteriores

5. “Para poder sacar el cobre en forma de solución de la roca molida, se construyen grandes pilas o cerros y se les riega con agua y ácido sulfúrico”. Esta definición corresponde al proceso de extracción de cobre denominado:

- a. Molienda
- b. Electroobtención
- c. Lixiviación en pilas
- d. Electrorrefinación

6. El sistema de turnos para trabajar en minería se fundamenta en:

- a. La división del trabajo semanalmente
- b. Las características productivas, la lejanía geográfica y el cuidado por el trabajador
- c. La interrupción de las jornadas por cierre de unidades operativas
- d. Todas las anteriores

7. Las condiciones para trabajar en la minería obligan a los trabajadores a tener salud compatible y a actuar de manera segura. ¿Qué está permitido en el trabajo minero?:

- a. Fumar con moderación
- b. Beber alcohol en tiempos libres
- c. Caminar libremente por las instalaciones mineras
- d. Ninguna de las anteriores

8. ¿Qué es la hipoxia?:

- a. Es el método para obtener ánodos de cobre de alta pureza
- b. Es la escasa presión parcial de oxígeno que se provoca a gran altura geográfica
- c. Es una operación que permite obtener solución de cobre
- d. Una manera de extraer minerales subterráneos

9. La extracción de mineral a rajo abierto implica remover y retirar el mineral con ley y el material estéril, desde el yacimiento para la fase de obtención del cobre. En esta etapa de extracción se realizan las siguientes acciones:

- a. Perforación – Tronadura – Carguío – Transporte
- b. Carguío – Perforación – Transporte – Tronadura
- c. Tronadura – Perforación – Carguío – Transporte
- d. Transporte – Perforación – Tronadura – Carguío

10. El proceso de extracción del cobre produce:

- a. Concentrado de cobre
- b. Cátodo de cobre
- c. Ánodo de cobre
- d. Cobre RAF
- e. Todas las anteriores

NOMBRE DEL PARTICIPANTE		
CANTIDAD DE RESPUESTAS	Buenas _____	Malas _____
EL CONOCIMIENTO DEL PARTICIPANTE FUE	Satisfactorio <input type="checkbox"/>	No Satisfactorio <input type="checkbox"/>
NOMBRE DEL INSTRUCTOR		
FIRMA DEL INSTRUCTOR		
FECHA		

### 1.3 Respuestas para el Instructor

NOMBRE DEL PARTICIPANTE	
FECHA	

A continuación encontrará una serie de preguntas. Lea cada una de ellas con atención y seleccione la respuesta correcta.

Si requiere cualquier tipo de ayuda durante la evaluación, levante la mano y el instructor lo guiará.

**1. El cátodo es:**

- a. Cobre apilado
- b. Cobre molido
- c. Cobre purificado**
- d. Cobre concentrado

**2. El cobre sulfuroso se encuentra específicamente:**

- a. A gran altitud
- b. En fuentes subterráneas**
- c. En la superficie
- d. A nivel del mar

**3. El ciclo de la minería del cobre, en orden, es el siguiente:**

- a. Explotación – Desarrollo - Exploración – Cierre de mina
- b. Exploración – Explotación - Desarrollo – Cierre de mina
- c. Desarrollo – Exploración – Explotación – Cierre de mina
- d. Exploración – Desarrollo – Explotación – Cierre de mina**

4. Uno de los procesos a los que se somete el mineral para obtener cobre es la fundición. A partir de esta última se obtiene:

**a. Ánodos de cobre**

b. Concentrado de cobre

c. Cátodos de cobre

d. Todas las anteriores

5. “Para poder sacar el cobre en forma de solución de la roca molida, se construyen grandes pilas o cerros y se les riega con agua y ácido sulfúrico”. Esta definición corresponde al proceso de extracción de cobre denominado:

a. Molienda

b. Electroobtención

**c. Lixiviación en pilas**

d. Electrorrefinación

6. El sistema de turnos para trabajar en minería se fundamenta en:

a. La división del trabajo semanalmente

**b. Las características productivas, la lejanía geográfica y el cuidado por el trabajador**

c. La interrupción de las jornadas por cierre de unidades operativas

d. Todas las anteriores

7. Las condiciones para trabajar en la minería obligan a los trabajadores a tener salud compatible y a actuar de manera segura. ¿Qué está permitido en el trabajo minero?:

a. Fumar con moderación

b. Beber alcohol en tiempos libres

c. Caminar libremente por las instalaciones mineras

**d. Ninguna de las anteriores**

8. ¿Qué es la hipoxia?:

- a. Es el método para obtener ánodos de cobre de alta pureza
- b. Es la escasa presión de oxígeno que se provoca a gran altura geográfica**
- c. Es una operación que permite obtener solución de cobre
- d. Una manera de extraer minerales subterráneos

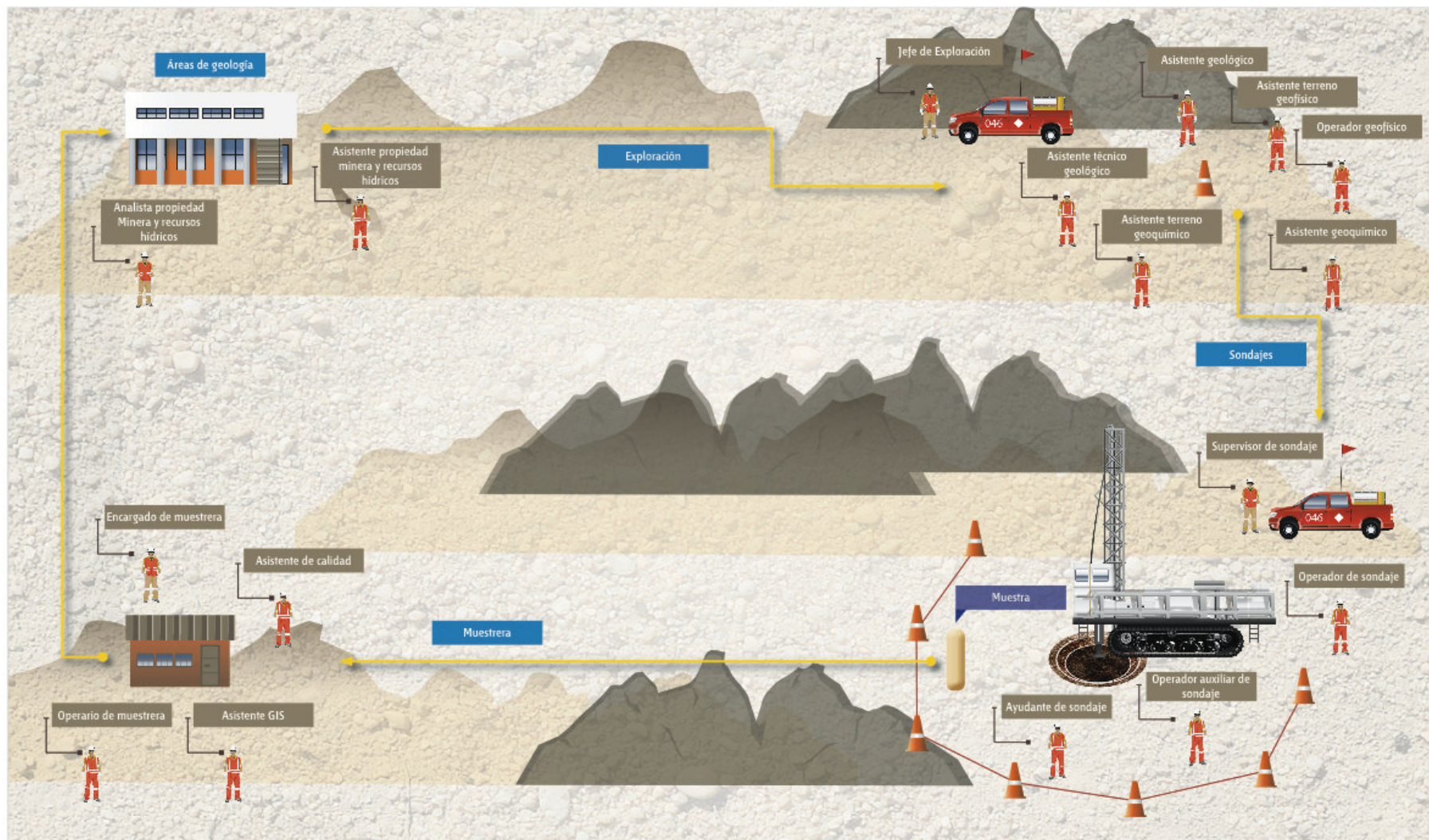
9. La extracción de mineral a rajo abierto implica remover y retirar el mineral con ley y el material estéril, desde el yacimiento para la fase de obtención del cobre. En esta etapa de extracción se realizan las siguientes acciones:

- a. Perforación – Tronadura – Carguío - Transporte**
- b. Carguío – Perforación – Transporte – Tronadura
- c. Tronadura – Perforación – Carguío – Transporte
- d. Transporte – Perforación – Tronadura – Carguío

10. El proceso de extracción del cobre produce:

- a. Concentrado de cobre
- b. Cátodo de cobre
- c. Ánodo de cobre
- d. Cobre RAF
- e. Todas las anteriores**

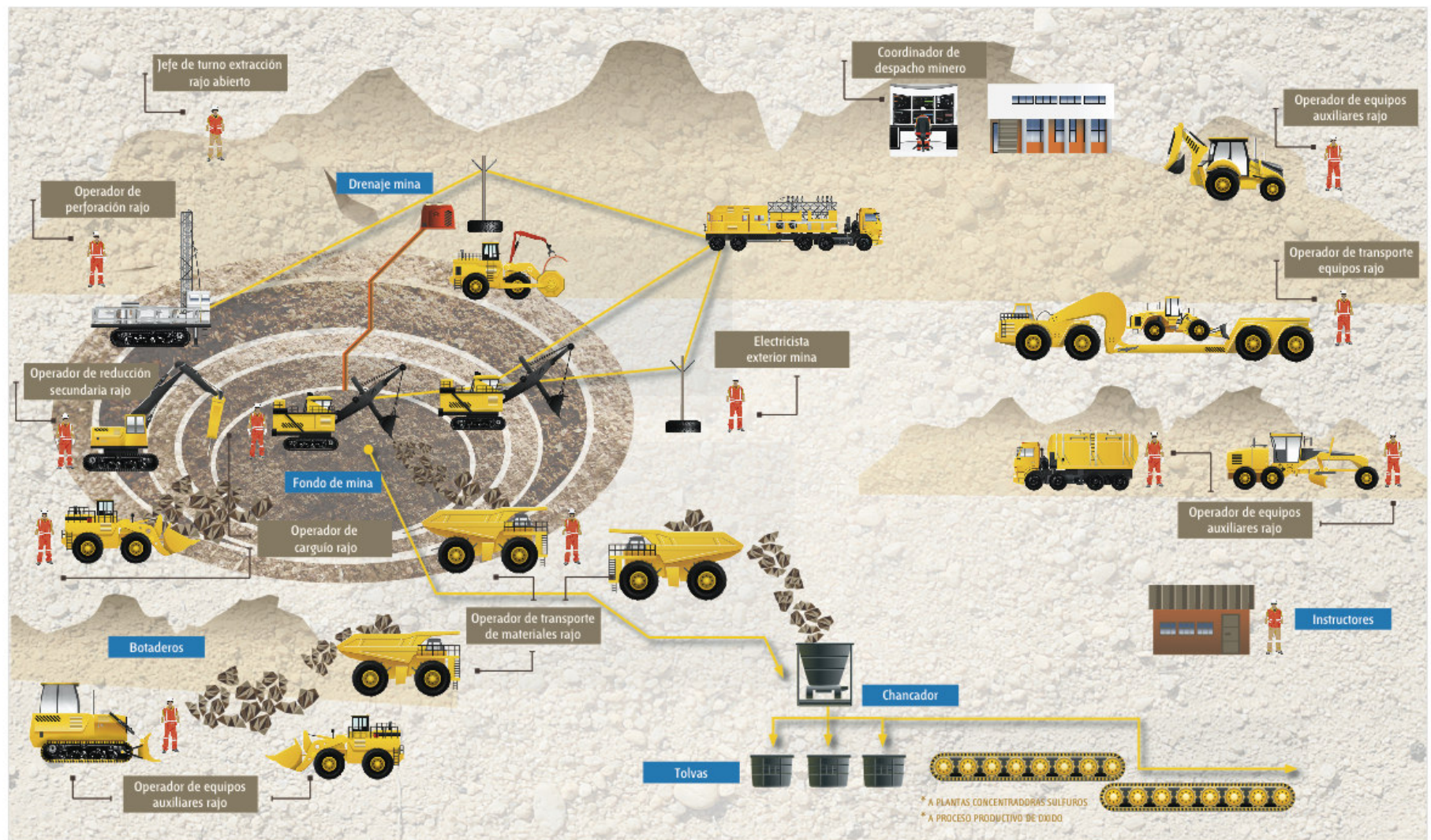
## MAPA GENERAL DEL PROCESO DE EXPLORACIÓN Y SONDAJE



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.



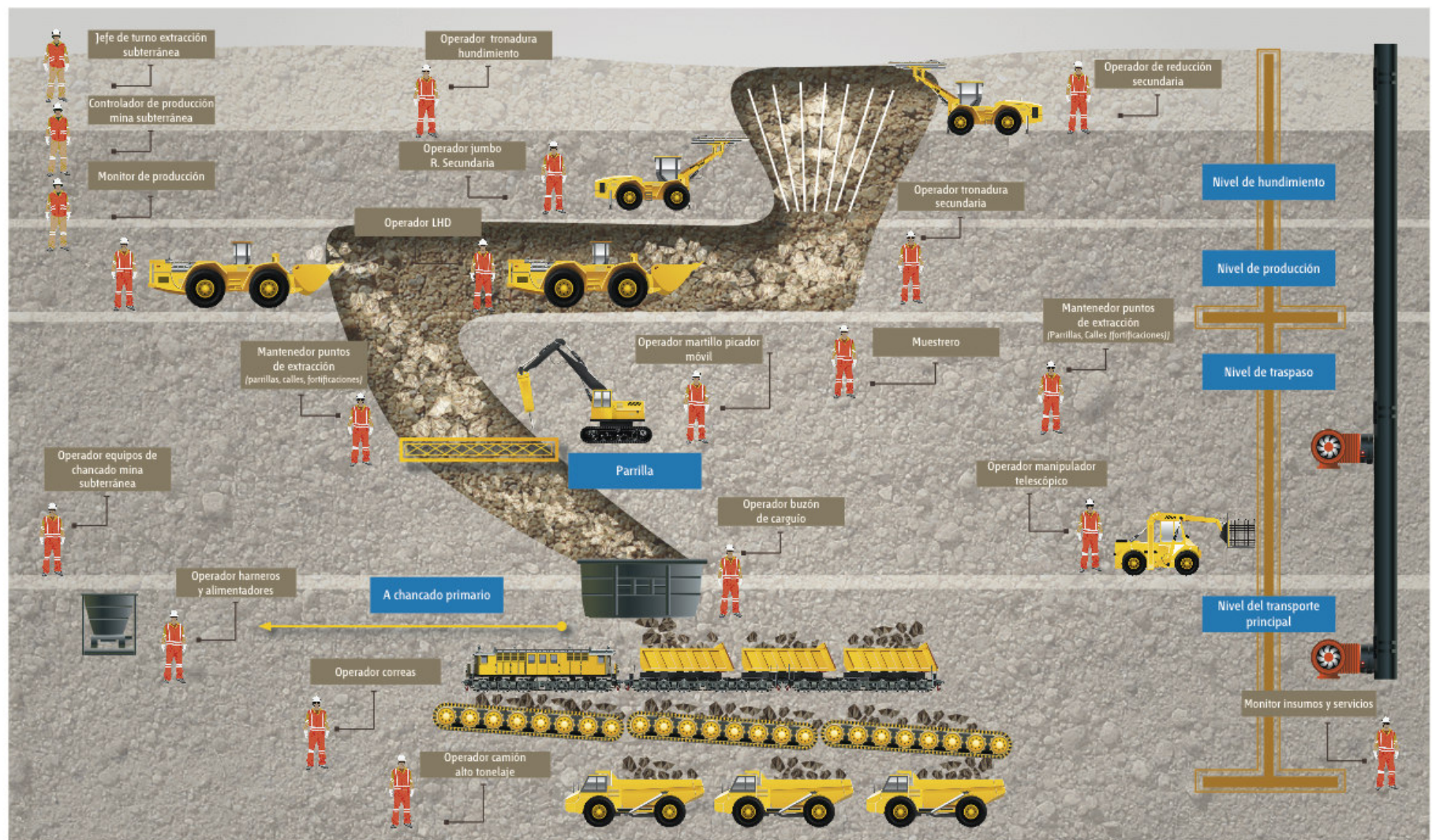
## MAPA GENERAL DEL PROCESO EXTRACCIÓN RAJO



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.

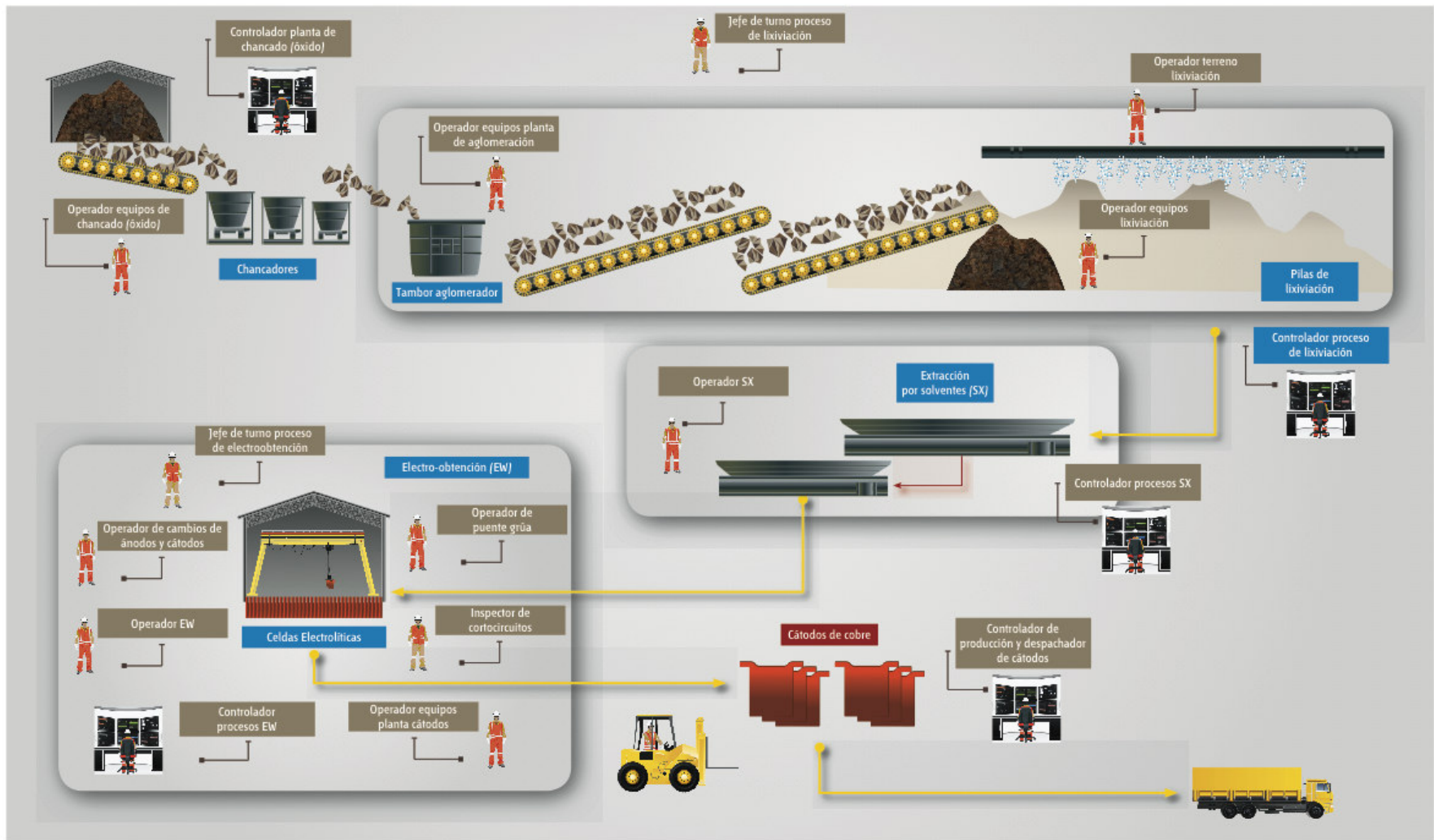


## MAPA GENERAL DEL PROCESO EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.

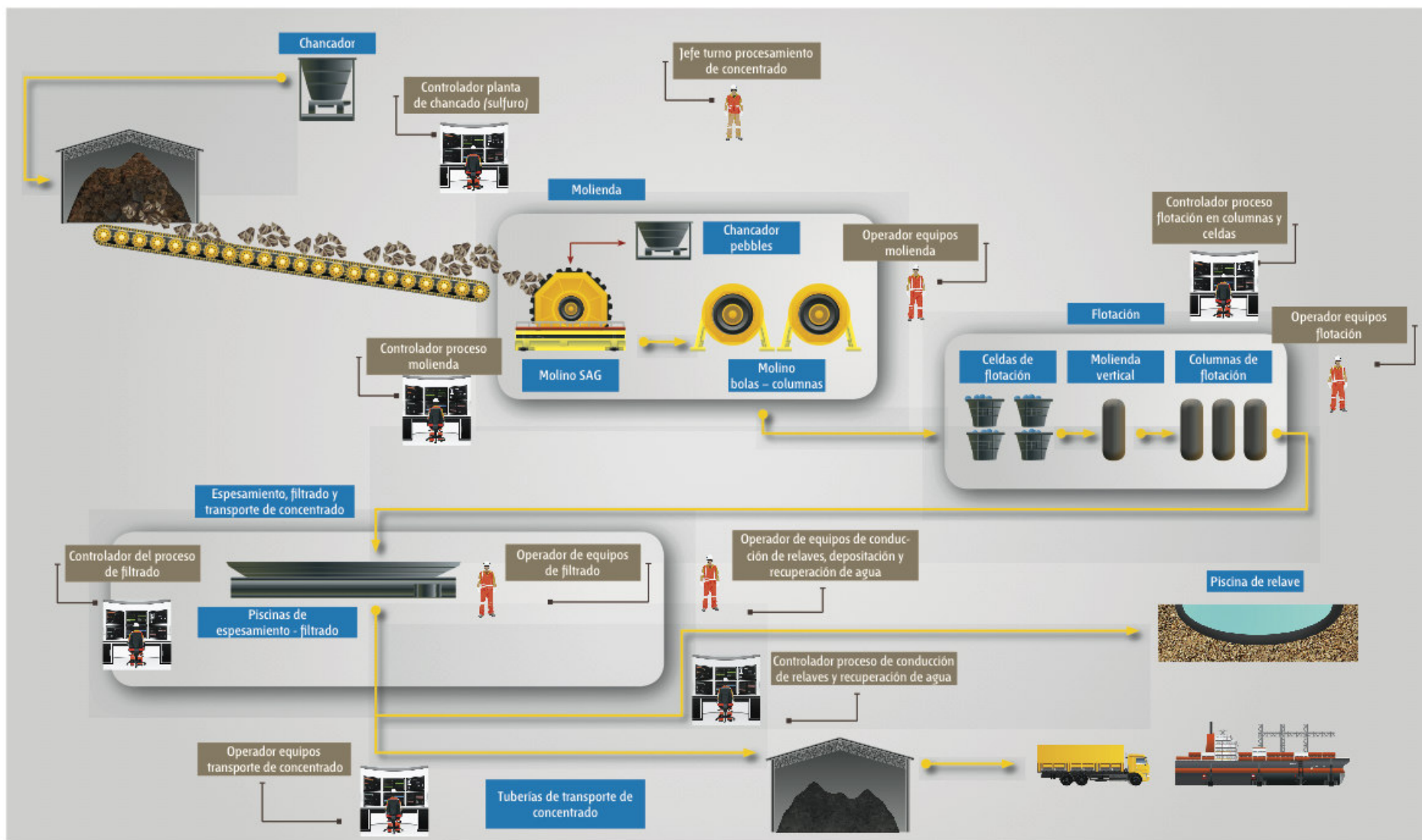
## MAPA GENERAL PROCESO HIDROMETALURGIA (ÓXIDOS)



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.

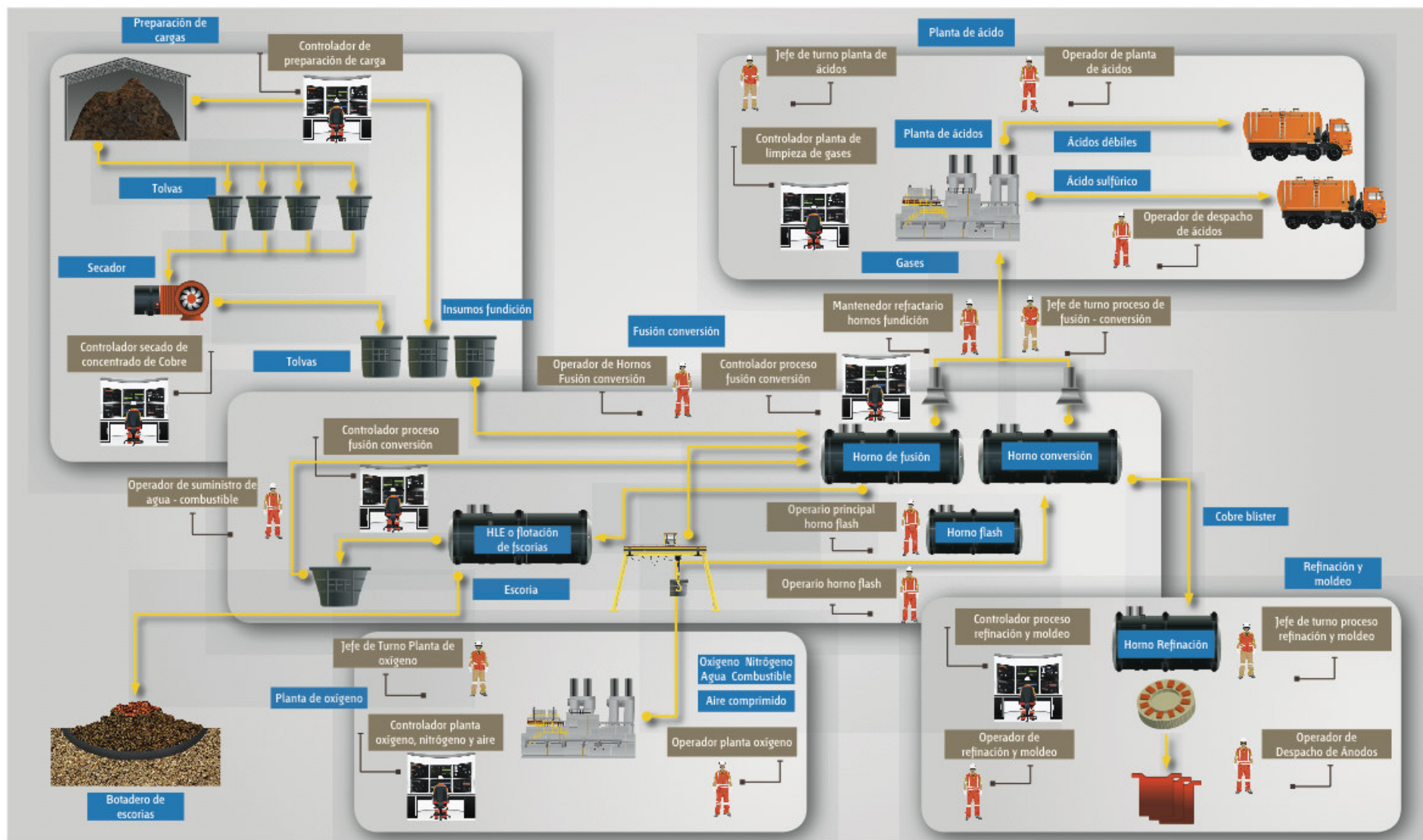


## MAPA GENERAL PROCESAMIENTO DE CONCENTRADO (SULFUROS)



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.

## MAPA GENERAL DEL PROCESO DE FUNDICIÓN



ESTE DIAGRAMA BUSCA ILUSTRAR LAS PRINCIPALES ETAPAS, EQUIPOS, Y PERFILES OCUPACIONALES PRESENTES EN EL PROCESO, A FIN DE FACILITAR SU COMPRENSIÓN POR PARTE DE PERSONAS QUE INGRESAN A LA INDUSTRIA MINERA.



Consejo de Competencias Mineras  
Apoquindo 3500, Piso 7,  
Las Condes, Santiago.  
Teléfono: (562) 2347 2200  
[www.ccminero.cl](http://www.ccminero.cl)



