



## PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Participante



**GESTIÓN DE PRODUCCIÓN Y EQUIPOS DE  
TRABAJO MINA SUBTERRÁNEA**



Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum **FCH**  
FUNDACIÓN CHILE



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

A large, light gray geometric pattern composed of many small triangles, some of which are colored in shades of blue, green, and brown, is positioned in the upper right background.

## PROPIEDAD INTELECTUAL

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile con la colaboración técnica del Centro de Entrenamiento Industrial y Minero - CEIM, en el marco del Proyecto Eleva, iniciativa pública-privada que busca impulsar la minería del futuro, elevando las capacidades y oportunidades de las personas, a través de una formación técnico profesional pertinente y de calidad que responda a las necesidades de la industria. Esta iniciativa cuenta con el apoyo del Ministerio de Economía, Ministerio de Educación, Ministerio del Trabajo y Previsión Social, CORFO, Consejo de Competencias Mineras (CCM) y la coordinación de Fundación Chile.

Este material está 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. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

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

**TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS.**

**QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE.**

## Contenido

Descripción del cuaderno de actividades.....	6
MÓDULO: INTRODUCCION A LA CADENA DE VALOR DE LA MINERIA Y SUS PROCESOS .	8
1. Creacion del valor al trabajo .....	8
2. Desarrollo sustentable del negocio minero.....	15
3. Planificacion del negocio minero .....	19
4. Descripción del proceso mina.....	27
5. Descripción del proceso de concentración de minerales.....	33
6. Descripción del proceso hidrometalurgico.....	40
7. Descripcion del proceso pirometalurgico .....	52
8. Procesos productivos en una planta de procesamiento de mineral de cobre.....	66
9. Negocio minero como organización económica .....	72
MÓDULO: INTRODUCCION A LA SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA.....	79
1. Supervisor .....	79
2. Procedimiento Trabajo Operación.....	84
3. Riesgos asociados .....	90
4. Operaciones Mineras.....	95
5. Resultados.....	100
MÓDULO: SUPERVISAR EL PROCESO DE EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA.....	105
1. Planificación Operacional .....	105
2. Organizar Operaciones .....	110
3. Riesgos Asociados .....	115

4. Planes De Producción .....	119
5. Administración de la Información .....	123

## Descripción del cuaderno de actividades

Durante el desarrollo del programa ***Gestión de Producción y Equipos de Trabajo Mina Subterránea*** se proponen un conjunto sistemático de actividades reflexivas, formativas y prácticas, basadas en competencias, que el participante deberá resolver.

El cuaderno de actividades es el documento que se utilizará para ir realizando estos ejercicios y actividades y tiene como finalidad apoyar el proceso de aprendizaje. Permitirá además, preparar al participante para la evaluación final, ya que contribuirá a reafirmar sus avances y solucionar las dificultades que puedan surgir a lo largo del programa.

El cuaderno constituye también un valioso registro del trabajo y la puesta en práctica realizada por el participante y para esto, cuenta con un espacio al final de cada actividad, para que el instructor consigne esto a través de su firma y alguna observación.

Una vez completado el cuaderno, pasa a constituirse en un portafolio de evidencias, que permitirá al participante evidenciar los logros alcanzados a lo largo del programa y demostrar lo que ha sido capaz de realizar.



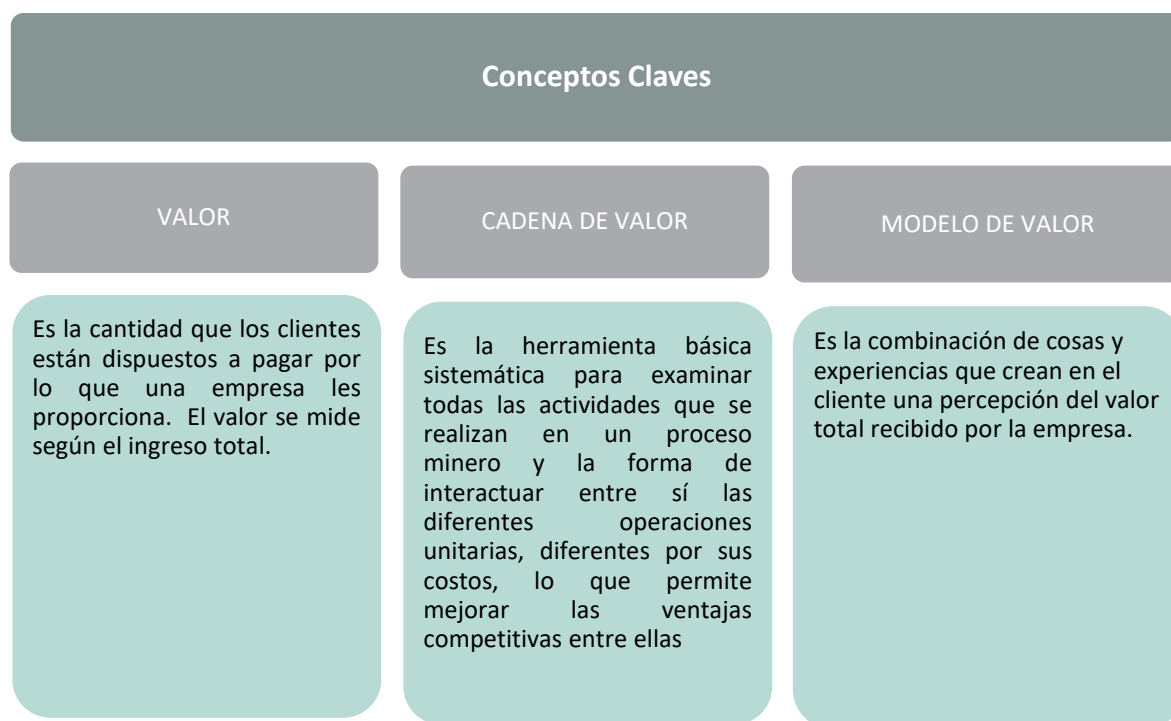
**MÓDULO:**  
**INTRODUCCIÓN A LA CADENA DE VALOR DE LA  
MINERÍA DEL COBRE Y SUS PROCESOS**



## MÓDULO: INTRODUCCION A LA CADENA DE VALOR DE LA MINERIA Y SUS PROCESOS

### 1. Creacion del valor al trabajo

**Aprendizaje esperado:** Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio de la minería del cobre, según estándares de la organización.



#### ***Resumen de contenidos:***

##### **Valor**

En términos competitivos, el valor es la cantidad que los clientes están dispuestos a pagar por lo que una empresa les proporciona.

El valor se mide según el ingreso total, es un reflejo del producto en cuanto al precio y de las unidades que se pueden vender de este. Una empresa es lucrativa si el valor que impone excede a los costos implicados en crear el producto.



El valor es la percepción que tiene el cliente de lo recibido, que hace que le produzca o no satisfacción, es evidente que no todo lo que agrega costo agrega valor. En consecuencia, ningún cliente aceptará a conciencia, pagar por nuestra ineficiencia.

Detectar lo que tiene valor para el cliente, se convierte en una búsqueda de oportunidades competitivas para el desarrollo de la empresa.

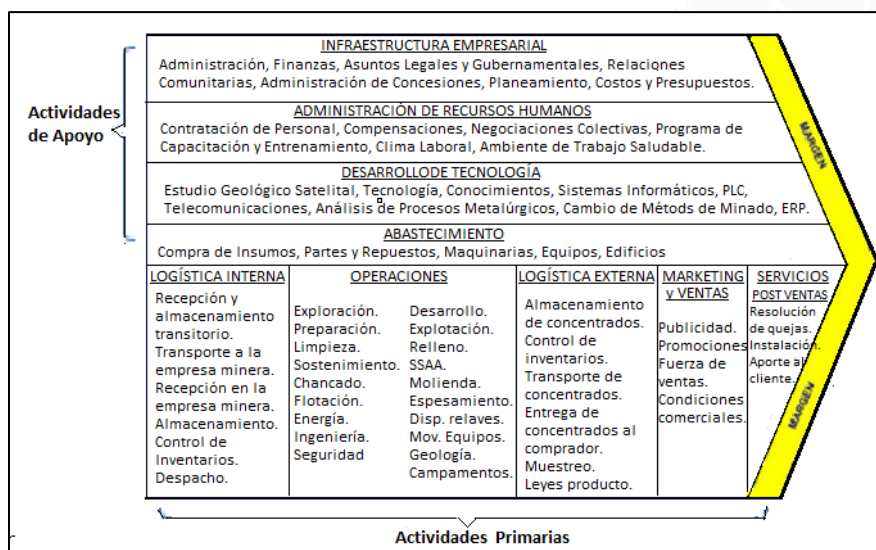
### **La cadena de valor**

La cadena de valor es la herramienta básica sistemática para examinar todas las actividades que se realizan en un proceso minero y la forma de interactuar entre sí las diferentes operaciones unitarias, diferentes por sus costos, lo que permite mejorar las ventajas competitivas entre ellas, lo que no se podría entender si se examina el proceso minero en conjunto.

El valor del negocio es una cadena que muestra el valor total, pues considera a las principales actividades de una empresa como los eslabones de una cadena de actividades (las cuales forman un proceso básicamente compuesto por el diseño, producción, promoción, venta y distribución del producto), las cuales van añadiendo valor al producto a medida que éste pasa por cada una de éstas.

Las actividades de valor son las actividades físicas y tecnológicas que se desempeñan en una empresa. Estos son los cimientos por medio de los cuales una empresa crea un producto valioso para sus clientes.

Michael Porter introduce el concepto de cadena de valor en 1933, definiendo la cadena de valor en 9 categorías genéricas, y establece que el ingreso de una empresa minera típica es aquel que resulta de “su cadena de valor”. La cadena de valor de Porter estaría definida de la siguiente manera (figura 1):



**Figura 1. Esquema de los componentes de la cadena del valor del negocio minero**

Margen en la cadena de valor del negocio, es el incremento intangible de valor experimentado al percibir atributos nuevos en el producto, en la organización, por último, en las personas que nos atienden.

El Margen de una empresa minera está limitado por el valor de sus productos minerales, que son función de los precios internacionales de los metales, y por los costos de sus actividades primarias y actividades de apoyo.

Las actividades de la cadena en las que se debe de enfocar con prioridad la empresa minera hoy son:

Desarrollo de tecnología

Operaciones, y

Logística externa.

También se puede lograr crear valor revisando el detalle de las Ventas, Infraestructura Empresarial y la Administración de Recursos Humanos.

Margen es lo que experimentaría nuestro cliente del camión cuando vea que nuestra “manera de vender” es distinta a la competencia. Margen es el agradecimiento a la Coca-Cola por haber puesto a su disposición su bebida preferida, sin azúcar, y que usted creía perdida para siempre por su condición de diabético. A eso se refiere el Margen en la cadena de valor.

Cada actividad de valor emplea insumos, recursos humanos (mano de obra y administración), y algún tipo de *tecnología* para desempeñar su función. Cada actividad de valor también crea y usa la información, como los datos del cliente (orden de entrada), parámetros de desempeño (pruebas), y estadísticas de fallas del producto.

Las actividades de valor también pueden crear activos financieros como inventario y cuentas por cobrar, o compromisos como cuentas por pagar.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 1:** Definición de las actividades y componentes de la cadena de valor típica en una empresa minera (según Porter), definiendo además los lazos que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor entre la organización y los demás actores.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio, relacionando los elementos de valor del negocio en la minería.
- Definir los lazos que unen las diferentes que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor.

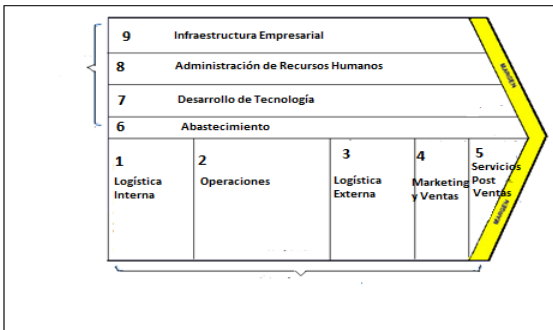
### 2. Materiales y recursos

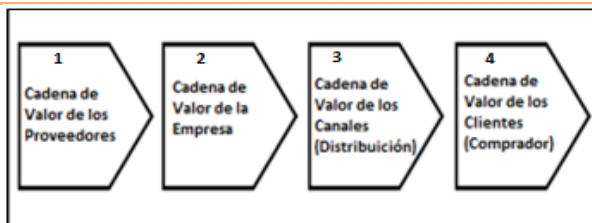
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:



Etapa	Especificaciones																				
Inicio	Los participantes recibirán instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar con el instructor.																				
Desarrollo de la actividad	<p>El participante deberá identificar cuáles son Actividades Primarias y cuáles son Actividades de Apoyo</p>  <p>El participante deberá definir las actividades primarias y de apoyo en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor</th><th>Definición de la Actividad</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>El alumno deberá definir los sistemas de valor de la cadena de valor del negocio en la tabla siguiente:</p> <p>:</p>	Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad																				
1																					
2																					
3																					
4																					
5																					
6																					
7																					
8																					
9																					



El participante deberá definir los sistemas de valor de la cadena de valor del negocio en la siguiente tabla:

Nombre de la cadena de valor del sistema de valor.	Definición de cada sistema de valor
1	
2	
3	
4	

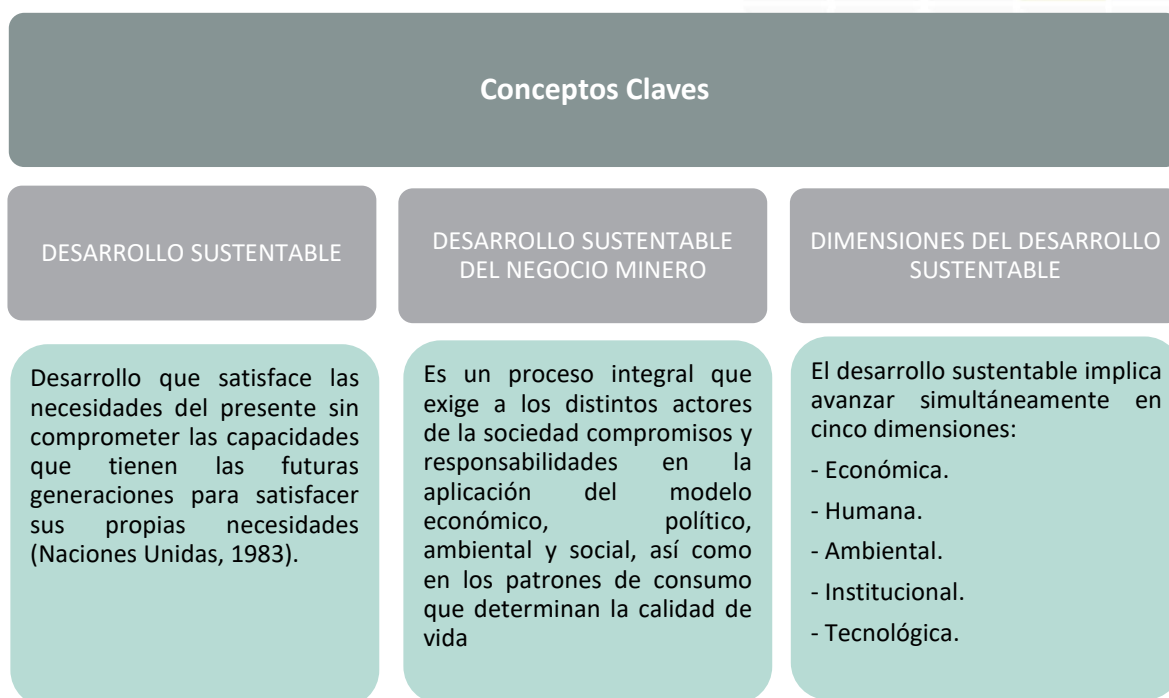
Duración de la actividad 60 minutos.

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando la importancia de entender las actividades que se enlazan formando cadenas de valor del negocio y donde se enlazan los valores de la empresa con los valores de las actividades genéricas propuestas por Porter.

## 2. Desarrollo sustentable del negocio minero

**Aprendizaje esperado:** Identificar conceptos y metas del desarrollo sustentable en la minería del cobre, según estándares.



### **Resumen de contenidos:**

El desarrollo sustentable es un proceso integral que exige a los distintos actores de la sociedad compromisos y responsabilidades en la aplicación del modelo económico, político, ambiental y social, así como en los patrones de consumo que determinan la calidad de vida. Para competir en mercados nacionales y extranjeros el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad en sus operaciones, relaciones con los trabajadores y la comunidad.

### **Conceptos y metas del desarrollo sustentable**

La Comisión Mundial para el Medio Ambiente y el Desarrollo, establecida por las Naciones Unidas en 1983, definieron el desarrollo sustentable como el *"desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus*

*propias necesidades*". En Chile se utiliza la palabra "sustentable" como un anglicismo de la palabra "sustainable", referida a algo capaz de sostenerse indefinidamente en el tiempo sin agotar nada de los recursos materiales o energéticos que necesita para funcionar. Por esta razón, también muchos autores y publicaciones extranjeras hablan de "sostenible".

El desarrollo sustentable implica pasar de un desarrollo pensado en términos cuantitativos, basado en el crecimiento económico, a uno de tipo cualitativo, donde se establecen estrechas vinculaciones entre aspectos económicos, sociales y ambientales, en un renovado marco institucional democrático y participativo, capaz de aprovechar las oportunidades que supone avanzar simultáneamente en estos tres ámbitos, sin que el avance de uno signifique ir en desmedro de otro. Es lo que algunos académicos y autoridades han comenzado a llamar el "*círculo virtuoso del desarrollo sustentable*", basándose en casos donde se han logrado superar los antagonismos entre crecimiento económico, equidad social y conservación ambiental, reforzándose mutuamente y con resultados satisfactorios para todas las partes involucradas (es decir, relación ganar - ganar).

### **Dimensiones del desarrollo sustentable**

El desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: económica, humana, ambiental, institucional y tecnológica. Las características de este proceso serán diferentes dependiendo de la situación específica en que se encuentre un determinado país, región o localidad.

- Dimensión económica
- Dimensión humana
- Dimensión ambiental
- Dimensión institucional
- Dimensión tecnológica



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 2:** Definición del desarrollo sustentable y definir las dimensiones del desarrollo sustentable.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar y comprender el desarrollo sustentable definido por la comisión mundial para el medio ambiente y el desarrollo, establecido por las Naciones Unidas en 1983.
- Identificar las dimensiones del desarrollo sustentable. Según definición de la ONU.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

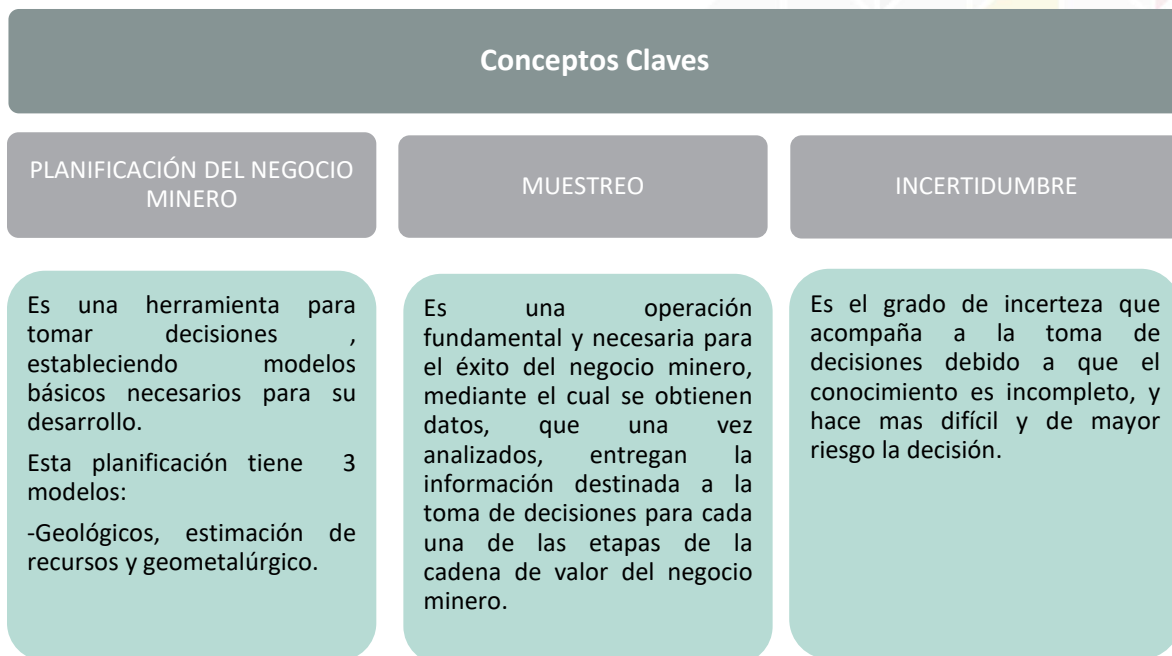
Etapa	Especificaciones														
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.														
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="524 478 1282 541">El alumno deberá definir Desarrollo Sustentable en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="524 541 1282 762"> <tr> <td data-bbox="524 541 803 762">Definición de Desarrollo Sustentable</td><td data-bbox="803 541 1282 762"></td></tr> </table> <p data-bbox="524 804 1282 867">El participante deberá definir las dimensiones del desarrollo sustentable en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="524 867 1282 1413"> <tr> <th data-bbox="524 867 787 972">Nombre de la dimensión</th><th data-bbox="787 867 1282 972">Definición de la dimensión</th></tr> <tr> <td data-bbox="524 972 787 1066">1</td><td data-bbox="787 972 1282 1066"></td></tr> <tr> <td data-bbox="524 1066 787 1161">2</td><td data-bbox="787 1066 1282 1161"></td></tr> <tr> <td data-bbox="524 1161 787 1255">3</td><td data-bbox="787 1161 1282 1255"></td></tr> <tr> <td data-bbox="524 1255 787 1350">4</td><td data-bbox="787 1255 1282 1350"></td></tr> <tr> <td data-bbox="524 1350 787 1413">5</td><td data-bbox="787 1350 1282 1413"></td></tr> </table>	Definición de Desarrollo Sustentable		Nombre de la dimensión	Definición de la dimensión	1		2		3		4		5	
Definición de Desarrollo Sustentable															
Nombre de la dimensión	Definición de la dimensión														
1															
2															
3															
4															
5															
Duración de la actividad	60 inutos.														

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de entender que las industrias para competir en mercados nacionales y extranjeros, el sector productivo debe incorporar la sustentabilidad de sus operaciones, mejorando las relaciones con los trabajadores y comunidad.

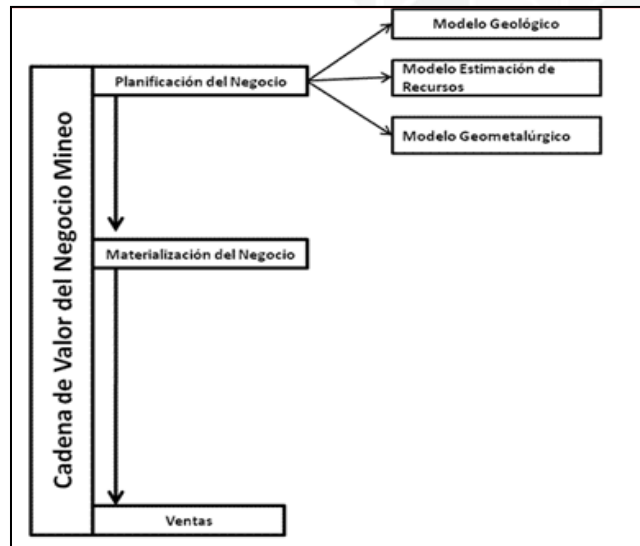
### 3. Planificación del negocio minero

**Aprendizaje esperado:** Relacionar los elementos del valor del negocio en la minería del cobre, según estándares.



#### **Resumen de contenidos:**

La Planificación del Negocio Minero es una herramienta para tomar decisiones y es necesario establecer los modelos básicos necesarios para su desarrollo. Sin embargo, debido al grado de complejidad en la planificación del negocio minero, muchas decisiones se toman en escenarios de gran incertidumbre. La misión de los geólogos es determinar dónde está el depósito de mineral y cuáles son sus características. El trabajo de los ingenieros es cómo llegar al depósito y como extraer el mineral. Errores en las características del depósito o en su ubicación tiene impacto en el trabajo de los ingenieros. Los dos trabajos son diferentes pero complementarios y debe existir un flujo de información entre ellos para obtener el resultado deseado y evitar tensiones. Un modelo que normalmente se aplican en la Planificación del Negocio Minero es la que muestra la figura 2:



**Figura 2. Planificación del negocio minero**

El modelo Geológico sirve de punto de partida para la realización de la planificación minera y de los planos de producción. Sirve para determinar dónde y cómo realizar la extracción y se puede representar la distribución espacial de los minerales, accidentes tectónicos, geomorfológicas, etc.

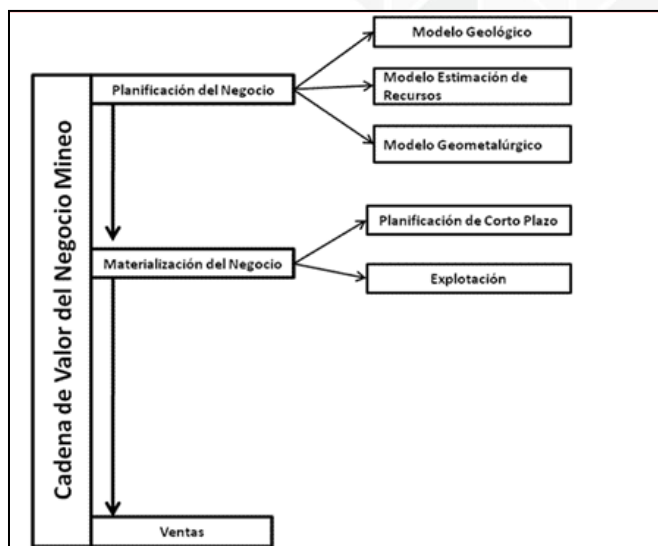
El modelo Estimación de Recursos Mineros tiene por objeto obtener una estimación sin sesgo en volúmenes, leyes, tonelajes y cantidad de mineral o metal. La estimación de los recursos mineros es dependiente de la calidad de los datos, de la calidad del modelo geológico y está limitada por el número de muestras disponibles.

El modelo Geo metalúrgico es básico para el diseño de plantas metalúrgicas. Las empresas mineras requieren realizar pruebas metalúrgicas como complemento de la caracterización de los yacimientos realizada por los dos modelos anteriores, los cuales por si solos, no garantizan el éxito del negocio. Se requiere de un desarrollo con una adecuada planificación geo metalúrgica que minimice la incertidumbre y los riesgos.

Por medio de pruebas metalúrgicas se debe definir, entre otras, la mineralogía, fracturación, tamaño máximo de alimentación a la planta y rendimiento a la disolución con solventes, etc.

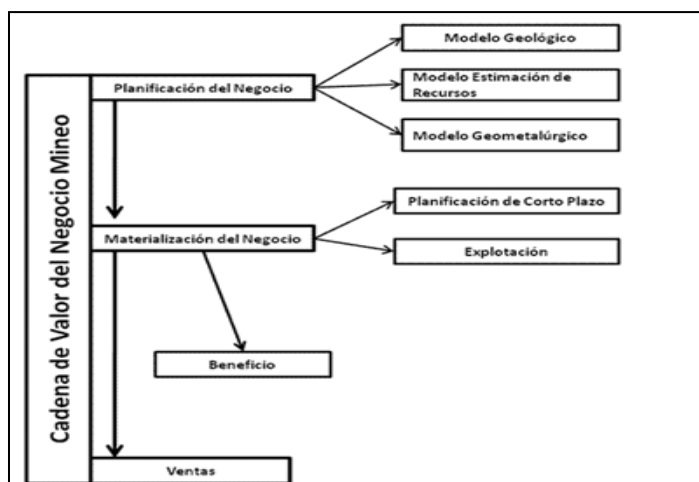
### **Materialización del negocio**

En la etapa de Materialización del Negocio se desarrolla la planificación de corto plazo y la explotación de la mina. El flujo de información entre geólogos e ingenieros es fundamental para el éxito del negocio y se da en cada una de las etapas de la planificación (figura 3).



**Figura 3. Materialización del negocio**

La materialización del negocio continúa a través del Beneficio del mineral, (figura 4):



**Figura 4. Beneficio del mineral**

Cuando se pasa de la etapa de desarrollo de la operación minera a la etapa de producción del mineral aparece el problema de control de la calidad del mineral a extraer de la mina, la cual debe mantenerse con la menor variabilidad posible a través del tiempo y en todos los turnos operacionales. La variabilidad influye directamente en el beneficio del mineral. Para lograr la mayor recuperación posible del mineral de interés y la eliminación de elementos indeseables es necesario mantener una constancia en su calidad a través de las etapas de Concentración, Fundición y Refinación (figura 5).

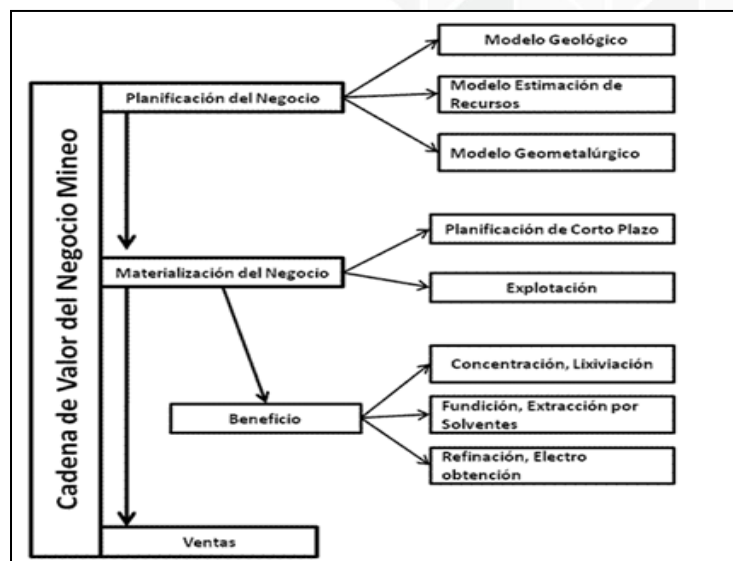


Figura 5. Etapas del beneficio de mineral

El control de la variabilidad de la calidad del mineral y el control de la variabilidad de los procesos es fundamental para lograr la mejor recuperación posible y lograr el éxito del negocio (figura 6).

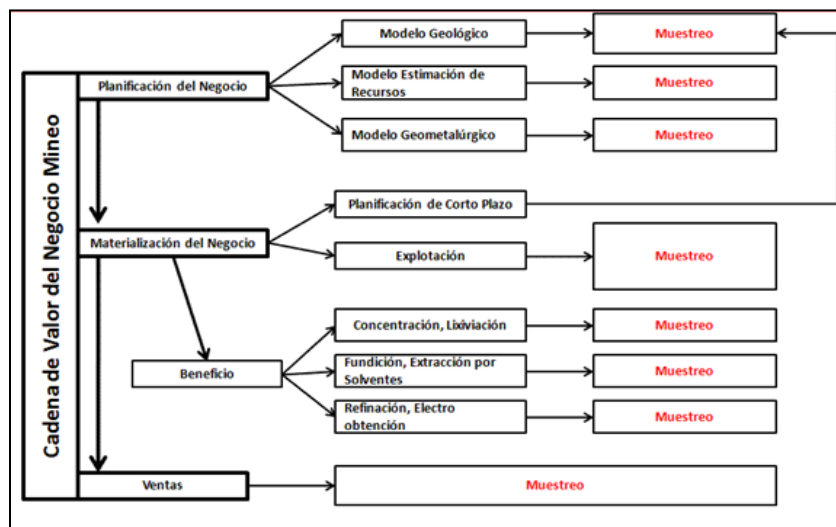
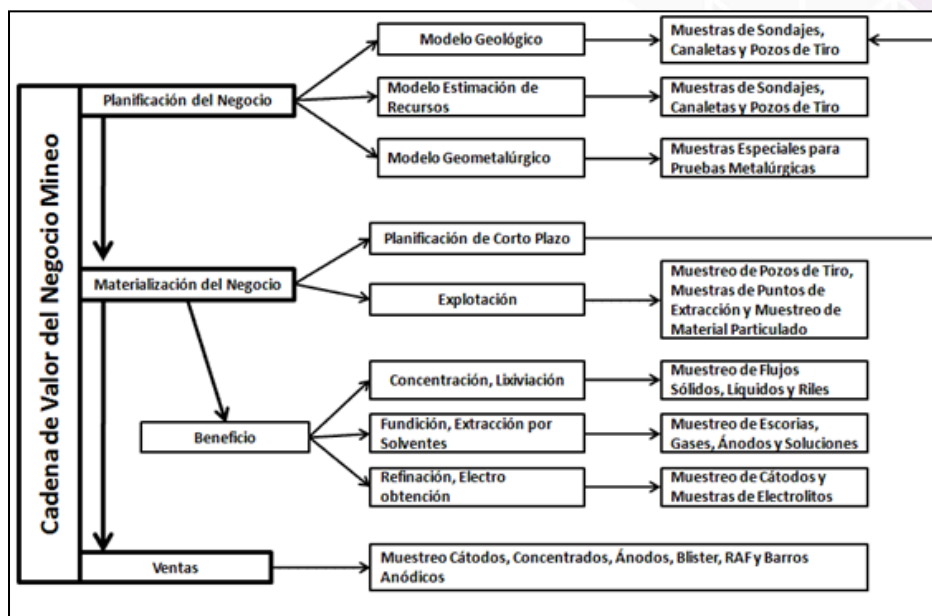


Figura 6. Éxito del negocio minero

El muestreo es una operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero. A través del muestreo se obtienen los datos, que una vez analizados, entregan la información necesaria destinada a la toma de decisiones para cada una de las etapas de la cadena de Valor del Negocio minero. Debido a la magnitud de los recursos e inversión involucrada en la toma de decisiones, el muestreo es indispensable para disminuir la incertidumbre y facilitar las decisiones que aseguren un buen manejo de los recursos implicados.

## Ventas

En la figura 7 se aprecian los muestreos correspondientes a la venta de los productos finales.



**Figura 7. Venta de productos finales**

Los cátodos de cobre, concentrados, ánodos de cobre, cobre blister, RAF y barros anódicos son productos finales. Sus muestreos entregan la información en relación a si cumplen o no con las bases establecidas en los contratos con los clientes. Si no cumplen con estas bases pasan a ser productos rechazados o se venden a menor precio. (Por ejemplo, los ánodos rechazados se pueden vender como blister, asumiendo la pérdida respectiva por la diferencia de precio de venta).

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

**Actividad 3:** Definición de las diferentes etapas que se aplican en un modelo de planificación del negocio minero.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar conceptos de las etapas y sub etapas aplicados en un modelo de planificación del negocio minero, con las herramientas necesarias para completar la cadena de valor del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

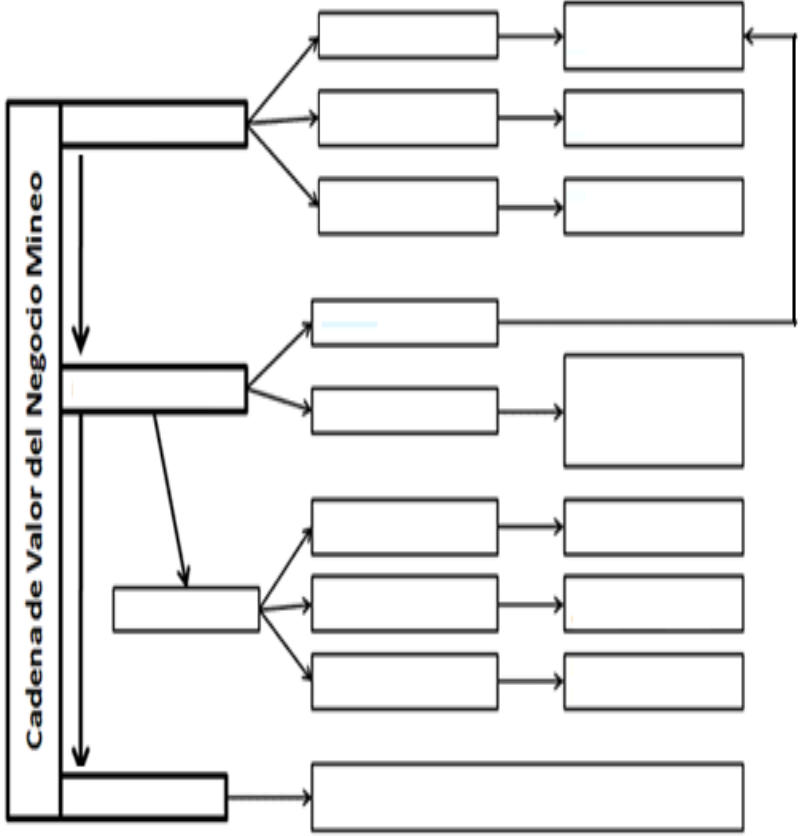
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa





### 3. Descripción de la Actividad:



Etapas	Especificaciones						
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.						
Desarrollo de la actividad	<p data-bbox="548 447 1256 510">El alumno deberá completar el esquema de las etapas de la planificación del negocio minero.</p>  <p data-bbox="548 1392 1300 1423">El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:</p> <table border="1" data-bbox="548 1423 1356 1852"> <thead> <tr> <th data-bbox="548 1423 846 1497"></th><th data-bbox="846 1423 1356 1497">Definición</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="548 1497 846 1785">Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero</td><td data-bbox="846 1497 1356 1785"></td></tr> <tr> <td data-bbox="548 1785 846 1852">Defina que entiende</td><td data-bbox="846 1785 1356 1852"></td></tr> </tbody> </table>		Definición	Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero		Defina que entiende	
	Definición						
Defina que entiende por Planificación del Negocio Minero							
Defina que entiende							



	por etapa Materialización del Negocio	
	Explique porque es importante la calidad de las muestras obtenidas en cada etapa de la cadena de valor del negocio minero	
Duración de la actividad	90 minutos.	

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia del muestreo en las etapas y subetapas de la planificación del negocio minero de la cadena de valor, para la toma de decisiones correctas.

## 4. Descripción del proceso mina

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### PROCESO MINA

El proceso mina se desarrolla en 4 fases:

1. Perforación.
2. Tronadura.
3. Extracción y carguío.
4. Transporte.

#### OBJETIVO DEL PROCESO MINA

Es extraer la porción mineralizada con cobre y otros elementos desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a la planta de beneficio de mineral, para ser sometido al proceso de obtención de cobre y otros elementos valiosos que lo acompañan.

#### CIERRE DE MINAS

Es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

### Resumen de contenidos:

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



**Figura 8. Fases del proceso de la mina**

### Fases del proceso mina

- Perforación
- Tronadura
- Extracción y Carguío
- Transporte

### Objetivos del proceso mina

El objetivo del proceso mina es extraer la porción mineralizada con cobre y otros elementos desde el macizo rocoso de la mina y enviarla a la planta de beneficio de mineral, para ser sometido al proceso de obtención del cobre y otros elementos valiosos que lo acompañan.

Para lograr este objetivo, la roca mineralizada se somete a un proceso de fragmentación de la roca, de manera que pueda ser removida desde la mina, extraer, cargar y transportar para ser procesada en la planta o ser depositada fuera de la mina como material rocoso estéril (sin valor económico).

### Etapas del proceso Minero

Las etapas de la minería del cobre son cuatro, y son las siguientes:



Figura 9. Etapas de la minería del cobre

### **Exploración minera**

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

- Exploración básica
- Exploración intermedia
- Exploración avanzada

### 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.

Las fases del desarrollo de un proyecto minero son:

- Planeamiento de mina (estudio de perfil).
- Estudio de pre factibilidad del proyecto.
- Estudios de factibilidad del proyecto (ingeniería básica).
- Implementación del proyecto (ingeniería de detalle, compras de equipos y materiales, construcción).

### 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:

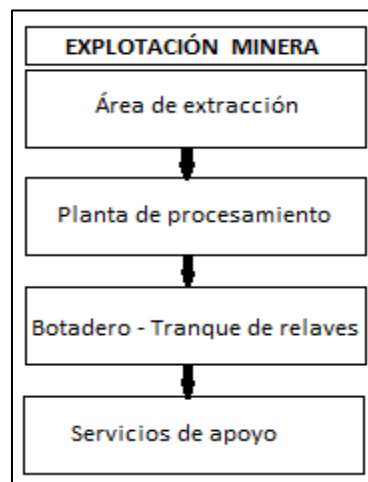


Figura 10. Instalaciones de un proceso minero

Las áreas de extracción (socavón o rajo abierto) son los lugares de donde se extrae el material que contiene el mineral. Una vez que el mineral es extraído, pasa por varios procesos para separar la roca que contiene el mineral con valor comercial de la roca sin valor que la rodea (roca estéril). El procesamiento del mineral se realiza en varias etapas (chancado, molienda, concentración, etc.), dependiendo del mineral que se esté minando.

En la etapa de explotación se extrae la porción mineralizada desde el macizo rocoso de la mina y luego 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 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:

- Extracción de mineral a rajo abierto
- Extracción de mineral en mina subterránea

### **Cierre de minas**

El cierre de minas es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente 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 y se hace de manera progresiva durante toda la operación, hasta la última etapa del ciclo minero. Es una etapa muy importante y suele ser uno de los temas más discutidos entre las autoridades, empresas mineras y la ciudadanía.

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 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 del proyecto minero. Este plan debe contener las medidas y condiciones para lograr el cierre de las instalaciones y faenas de manera ordenada, eficiente y oportuna.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 4:** Definición de las distintas etapas o secuencias del proceso mina.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas que sigue el proceso mina para alimentar la planta de beneficio de minerales de cobre y la secuencia de cada etapa, operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Especificaciones													
Etapa													
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.												
Desarrollo de la actividad	<div>El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:</div> <table><tr><th>Nombre de la Etapa</th><th>Definición de la Etapa</th></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td></tr></table>	Nombre de la Etapa	Definición de la Etapa										
Nombre de la Etapa	Definición de la Etapa												
Duración de la actividad	60 minutos.												

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de la secuencia de estas etapas y su importancia para el modelo económico que debe seguir la empresa



## 5. Descripción del proceso de concentración de minerales

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### DESCRIPCIÓN PROCESO CONCENTRACIÓN DE MINERALES

El objetivo del proceso de concentración de minerales de cobre es liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentran en la forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, teniendo como producto concentrado de cobre.

#### OPERACIONES UNITARIAS DEL PROCESO DE CONCENTRACIÓN DE MINERALES DE COBRE

Las etapas del proceso de concentración de minerales de cobre son:

- Chancado.
- Molienda.
- Flotación.
- Espesamiento.
- Filtración.

#### OBJETIVO DE LA MOLIENDA

Es reducir de tamaño las partículas de mineral que componen el mineral, la que permite finalmente la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales.

### **Resumen de contenidos:**

Las minas de cobre pueden ser de naturaleza sulfurada (sulfuros), o bien no-sulfuradas (óxidos). Estos dos tipos de minerales de cobre siguen, en general, dos vías diferentes de procesamiento. Los minerales de cobre con mena sulfurada siguen un proceso de concentración mediante flotación y como producto se obtiene un concentrado, entre 35 y 45 % de cobre, el cual es llevado a procesos pirometalúrgicos de fusión-conversión. Eventualmente, tanto el mineral sulfurado como el concentrado de cobre pueden ser procesados por métodos hidrometalúrgicos.

### **Objetivos de la concentración de minerales**

El objetivo del proceso de concentración es liberar y concentrar las partículas de cobre que se encuentra en forma de sulfuros en las rocas mineralizadas, de manera que pueda continuar a otras etapas del proceso productivo. Generalmente, este proceso se realiza en grandes instalaciones ubicadas en la superficie, formando lo que se conoce como planta concentradora, y que se ubican lo más cerca posible de la mina.

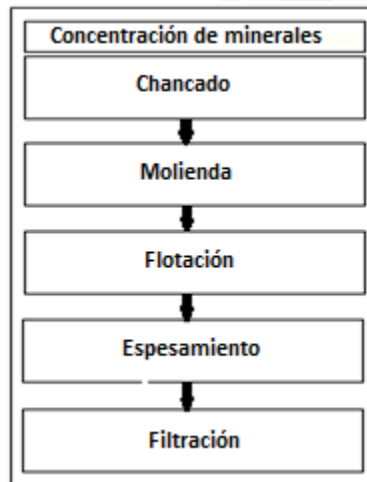


Figura 11. Operaciones unitarias de la concentración de minerales

### Procesos unitarios del proceso de concentración de minerales

- Chancado

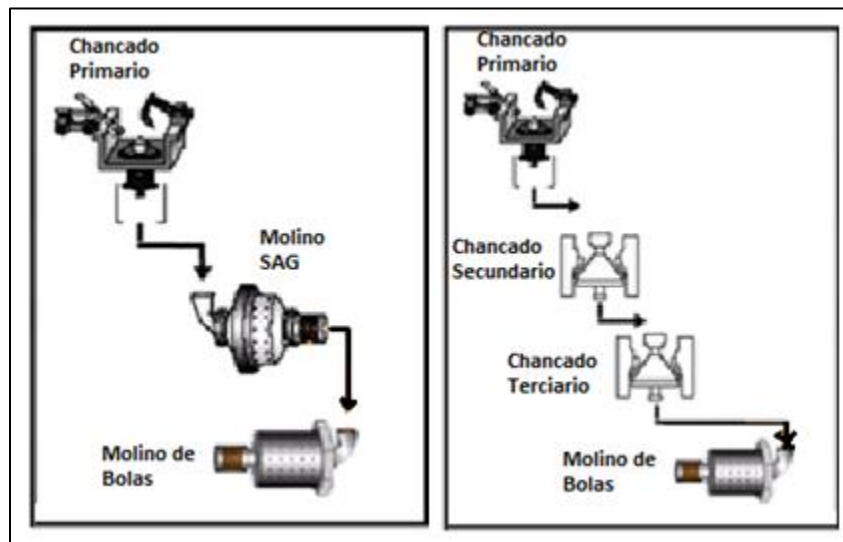


Figura 12. Circuitos de conminución

- Molienda

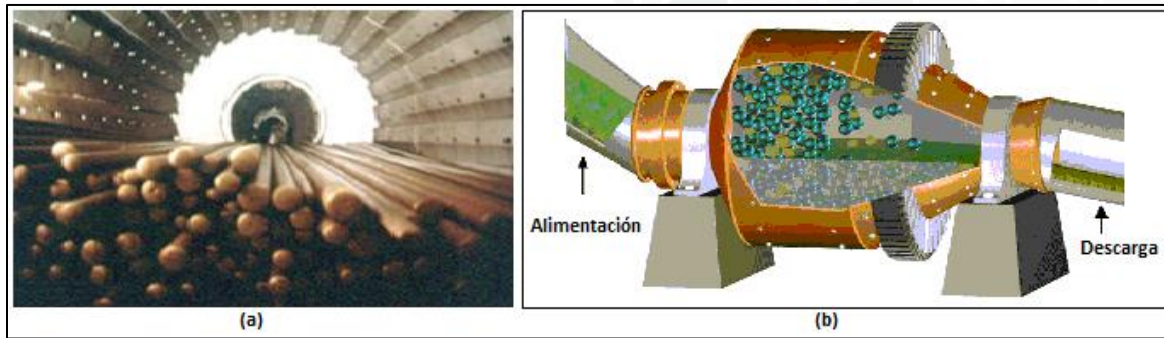


Figura 13. Molino de barras (a) y Molino de bolas (b)

Molinos semiautógenos (SAG)



Figura 14. Molino SAG

- Flotación

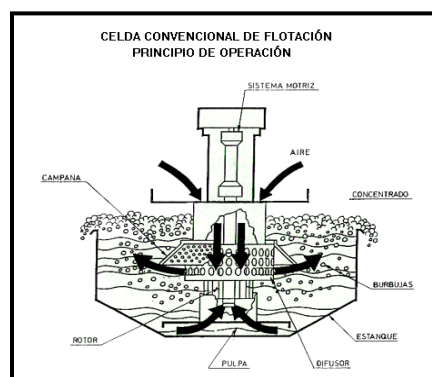


Figura 15. Celda de flotación convencional

## Circuitos de flotación

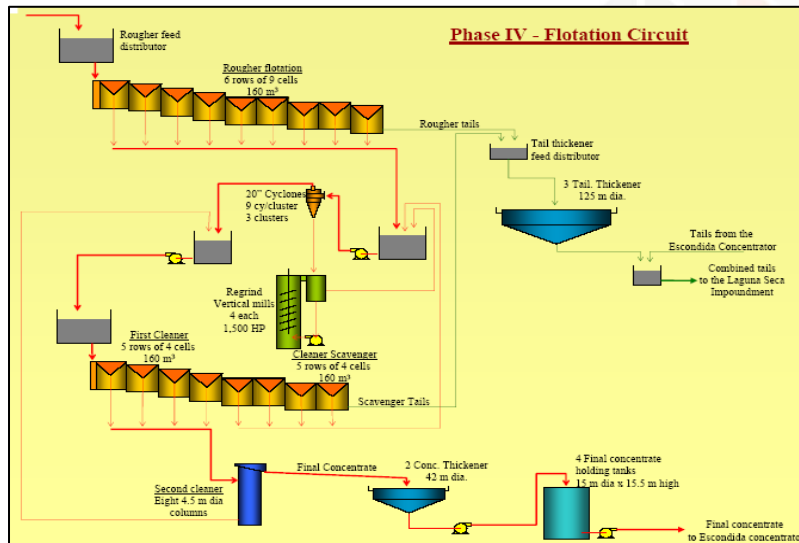


Figura 16. Circuito de flotación, minera Escondida

- **Espesamiento**



Figura 17. Espesador

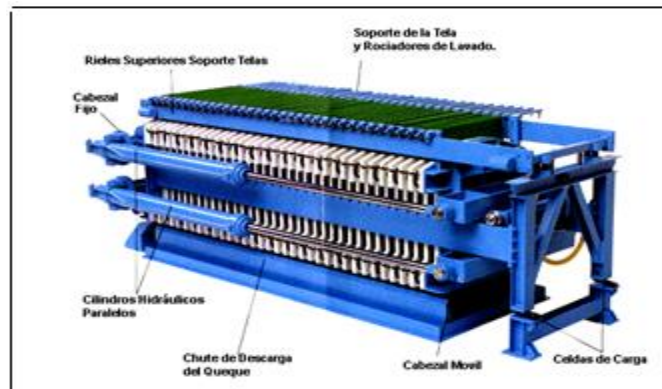
- **Filtración**

Filtros de correa o banda.



**Figura 18. Filtro de banda**

Filtros de presión



**Figura 19. Filtro de presión**



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 5:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso de concentración de minerales de cobre.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas y secuencia de las distintas operaciones unitarias del proceso de concentración de minerales sulfuros de cobre, operación fundamental para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones												
Inicio	Los participantes recibirán del instructor instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.												
Desarrollo de la actividad	<p>El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias de la concentración de minerales en la siguiente tabla:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th data-bbox="418 510 695 741">Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre</th><th data-bbox="703 510 1183 741">Definición de la operación unitaria</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td data-bbox="418 741 695 825">1</td><td data-bbox="703 741 1183 825"></td></tr> <tr> <td data-bbox="418 825 695 909">2</td><td data-bbox="703 825 1183 909"></td></tr> <tr> <td data-bbox="418 909 695 993">3</td><td data-bbox="703 909 1183 993"></td></tr> <tr> <td data-bbox="418 993 695 1077">4</td><td data-bbox="703 993 1183 1077"></td></tr> <tr> <td data-bbox="418 1077 695 1119">5</td><td data-bbox="703 1077 1183 1119"></td></tr> </tbody> </table>	Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre	Definición de la operación unitaria	1		2		3		4		5	
Nombre de la operación unitaria de la concentración de minerales de cobre	Definición de la operación unitaria												
1													
2													
3													
4													
5													
Duración de la actividad	60 minutos.												

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## 6. Descripción del proceso hidrometalurgico

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### HIDROMETALURGIA

La hidrometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva y comprende todos los procesos y operaciones unitarias orientados a la obtención de metales y compuestos metálicos y no metálicos, en sistemas acuosos.

#### CHANCADO

Es la operación unitaria de reducción de tamaño (conminución) consistente en la producción de partículas de menor tamaño a partir de trozos mayores, para ello es necesario provocar la fractura o quebrantamiento de las mismas, mediante la aplicación de presiones.

#### OPERACIONES UNITARIAS DEL PROCESO HIDROMETALÚRGICO

Las etapas u operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico son:

- Chancado.
- Aglomerado.
- Lixiviación.
- Extracción por solvente.
- Electro obtención.

Los cátodos de cobre obtenidos se almacenan en canchas de almacenamiento y despacho de cátodos de cobre.

### Resumen de contenidos:

La hidrometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, y comprende todos los procesos y operaciones unitarias orientados a la obtención de metales o compuestos metálicos y no metálicos, en sistemas acuosos. En los yacimientos de cobre de minerales oxidados, luego de ser extraídos de la mina pasan por una etapa de reducción de tamaño (chancado). Luego el proceso de obtención de cobre continúa con la realización de otras etapas que trabajan como una cadena productiva, totalmente sincronizadas.



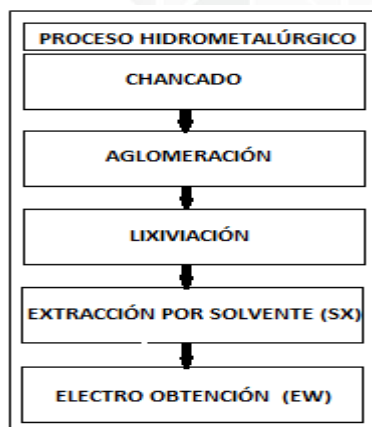


Figura 20. Etapas del proceso hidrometalúrgico

### Objetivo del proceso hidrometalúrgico

El proceso unitario fundamental de la hidrometalurgia es la lixiviación. El objetivo del proceso hidrometalúrgico es obtener el cobre de los minerales oxidados y algunos minerales sulfuros secundarios que lo contienen, aplicando una disolución con una solución ácida, generalmente ácido sulfúrico diluido en agua o en una solución de descarte de este proceso (solución de refino proveniente de la atapa de extracción por solvente).

Este proceso se basa en que los minerales oxidados son solubles al contacto con soluciones ácidas y en los minerales sulfurados se realiza una disolución al entrar en contacto con algunas bacterias (lixiviación bacteriana).

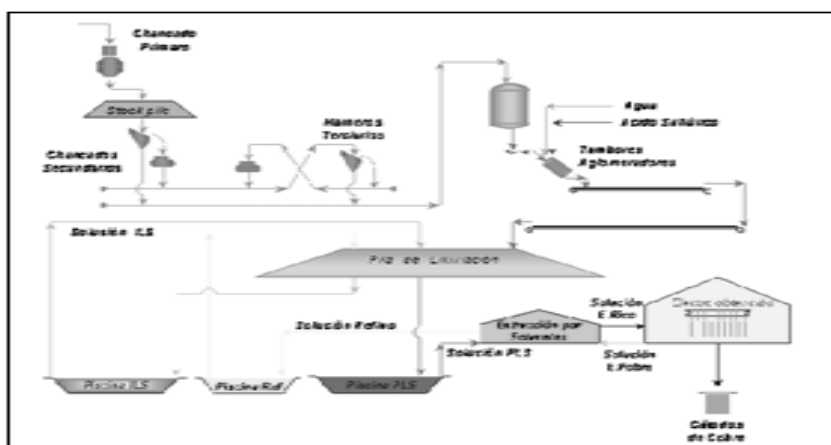


Figura 21. Diagrama de flujo de una planta hidrometalúrgica

## **Operaciones unitarias de la hidrometalurgia**

### **Chancado**

Es la operación unitaria de reducción de tamaño (conminución) consistente en la producción de partículas de menor tamaño a partir de trozos mayores, para ello es necesario provocar la fractura o quebrantamiento de las mismas, mediante la aplicación de presiones.

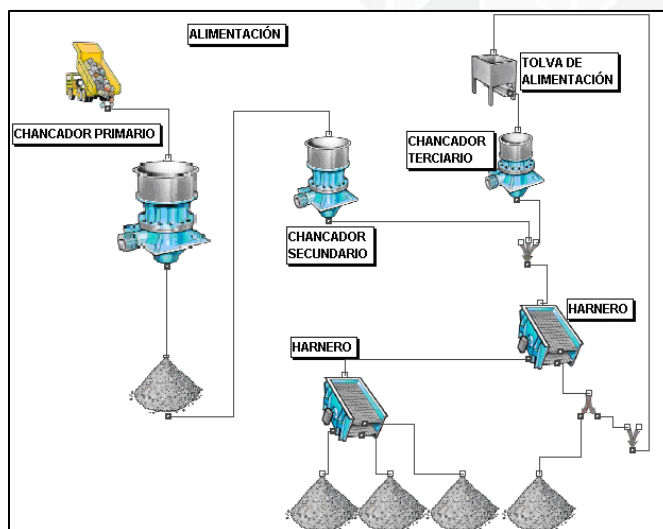
El objetivo del chancado es preparar al sólido para la posterior extracción de los elementos valiosos contenidos en la mena. Puede llevarse a cabo usando varias etapas de chancado, las que depende de:

- a) Características de la alimentación
- b) Características del mineral
- c) Operación posterior.

Generalmente el chancado es una operación en seco y normalmente se realiza en dos o tres etapas. Los trozos de mena extraídos de la mina pueden ser tan grandes como 1,5 m y éstos son reducidos en la etapa de chancado primaria hasta 10-20 cm en máquinas chancadoras de trabajo pesado.

El producto del chancador primario, con un tamaño inferior a 200 mm, alimenta al chancado secundario que cuenta con harnero secundario de doble parrilla, el sobre tamaño de este harnero alimenta el chancado terciario de cono de cabeza corta, que opera en circuito cerrado con harneros vibratorios de doble parrilla.

El producto del chancado lo constituye el material de tamaño 12-15 mm de los harneros terciarios y secundarios que se transporta mediante correas a los procesos posteriores.



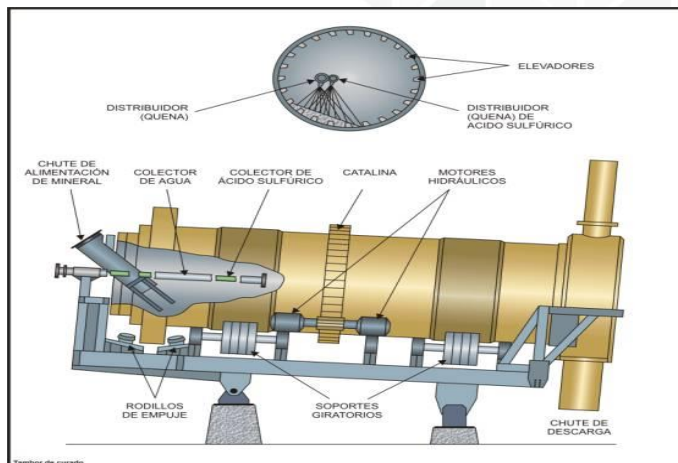
**Figura 22. Diagrama de flujo de chancado típico**

### **Aglomeración**

La aglomeración proporciona una activación tanto física como química del mineral chancado, la cual forma aglomerados (racimos de las partículas más finas de mineral unidas a las más gruesas). Este proceso consiste en humedecer el mineral con cantidades medidas de refino, agua fresca y ácido sulfúrico concentrado, y dejar reposar este mineral humedecido (aglomerado) por un corto período de tiempo. La humedad del aglomerado varía en un rango del 7 al 12 %, la dosificación de ácido promedio es de 35 kg/ton. min., la dosificación de agua varía entre 65 y 85 kg / ton mineral y el tiempo de reposo oscila entre 12 y 48 horas.

La producción de mineral aglomerado ayuda a aumentar la permeabilidad del mineral en la pila con el fin de asegurar un buen contacto con el ácido sulfúrico y uniformar el flujo de solución de lixiviación dentro de la pila. Esto mejora la actividad de lixiviación y, de esta manera, incrementa la recuperación de cobre.

La aglomeración se logra en tambores inclinados, de velocidad variable, con revestimiento interior de caucho.



**Figura 23. Tambor aglomerador y sus componentes**

El material chancado es llevado mediante correas transportadoras hacia tambores de aglomeración y curado, cuya finalidad es formar glómeros de material fino con medianos y gruesos producto de una irrigación con una solución de agua y ácido sulfúrico y que además, inicia el camino el proceso de sulfatación del cobre contenido en los minerales oxidados antes que se produzca la lixiviación en la pila. Posteriormente, estos glómeros se transportan por una correa transportadora hacia el lugar donde se formará la pila.

En su destino, el mineral es descargado mediante un equipo apilador, que lo va depositando ordenadamente formando un terraplén continuo, cuya altura fluctúa entre 3 a 6 m. que corresponde a la pila de lixiviación. Sobre esta pila se instala un sistema de riego por goteo y/o aspersores que van cubriendo toda el área expuesta.

Bajo las pilas de lixiviación se instala previamente una membrana impermeable sobre la cual se dispone un sistema de drenaje (tuberías ranuradas) que permiten recoger las soluciones que se infiltran a través del material.



**Figura 24. Equipo apilador**

## **Lixiviación**

La podemos definir como la disolución parcial o total de una matriz sólida en una fase líquida. El objetivo de esta operación unitaria es extraer alguna especie química útil con beneficio económico desde la matriz sólida (mineral), para recuperar esta especie, posteriormente desde la fase acuosa.

Esta operación requiere de un contacto de un sólido con un líquido para poder disolver el sólido parcialmente, de tal forma que el material disuelto quede en el líquido. El material disuelto en el líquido debe comprender a las especies químicas que sean útiles y que se desean recuperar posteriormente.

El líquido o fase líquida es una solución acuosa que contiene reactivos químicos que actúan sobre el sólido para disolverlo.

Dada la naturaleza de la lixiviación, se puede agrupar, de acuerdo a los objetivos del proceso en tres categorías las cuales son: disolver parcial o totalmente el sólido, para extraerle las especies útiles, estabilizar en el líquido las especies útiles disueltas, y minimizar la cantidad de especies no útiles a disolver.

Para lograr la disolución de las especies útiles es necesario contactar el mineral de cobre óxido con una solución acuosa (solución lixivante). Este contacto debe de realizarse de tal manera que permita que los reactivos químicos (agentes lixiviantes), presentes en la solución lixivante, interactúen con la superficie del mineral para que ocurran en la interfase sólido – líquido, las reacciones químicas de disolución del cobre que se desea que ocurran. El mineral a lixiviar debe presentar la mayor superficie expuesta posible por unidad de masa, para lograr de esta forma una máxima interacción del mineral con el agente lixivante de la solución.

Del mineral, la finalidad es que se disuelvan solamente las especies útiles, por lo que el agente lixivante debe ser selectivo e interactuar solamente con esas especies y no otras contenidas en el mineral para lograr minimizar la disolución de las otras especies.

Considerando que los productos de la lixiviación son las soluciones acuosas que contienen las especies útiles disueltas y estabilizadas y el material sólido residual, se hace necesario separar estas fases para proseguir con el proceso.

El sólido residual (ripios) se desecha y, por lo general, se acopia en sectores definidos, en tanto que las soluciones acuosas continúan con el proceso.

Las soluciones acuosas resultantes de la lixiviación presentan, en muchos casos, dos problemas; uno es la baja concentración de las especies útiles en estas soluciones y el otro es la alta cantidad de especies no útiles disueltas y en algunos casos también no disueltas, las que del punto de vista de proceso son contaminantes de la solución.

## **Extracción por solvente (SX)**

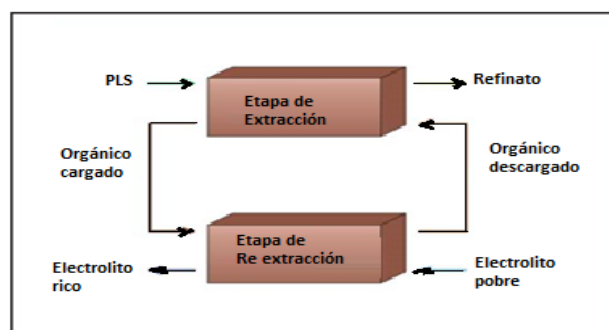
Las soluciones conteniendo cobre disuelto obtenidas en la lixiviación (PLS) son tratadas posteriormente mediante el proceso de extracción por solvente (SX) para su purificación y obtener un electrolito de cobre apto para el proceso de electro obtención (EW).

La etapa denominada extracción por solvente en el proceso hidrometalúrgico del cobre, es intermedia entre la de lixiviación y electro obtención. Su rol esencial en el proceso, es la de actuar como etapa de purificación química que permita obtener un electrolito con composición óptima para que en la EW se consiga obtener cátodos de alta pureza y alta eficiencia energética.

Este proceso de purificación se hace posible por la utilización de un líquido orgánico capaz de separar el ión cobre de sus acompañantes en el PLS y transferirlo posteriormente hacia el electrolito que avanza a EW.

La extracción por solvente del cobre, es un proceso de naturaleza química que permite la transferencia selectiva del cobre iónico desde una fase acuosa (PLS) hacia otra (electrolito) actuando como medio de transporte una fase líquida orgánica que es inmisible con las acuosas anteriores. La fase líquida orgánica que permite la funcionalidad del proceso de SX, comúnmente en el lenguaje del proceso se le denomina como orgánico, contiene un compuesto orgánico denominado extractante y que químicamente se representa por RH.

El proceso de SX para lograr los objetivos de purificación y concentración consta de dos etapas básicas, extracción y reextracción (figura 25).



**Figura 25. Diagrama del proceso de SX**

### **Electro-obtención (EW)**

Los procesos hidrometalúrgicos de lixiviación producen en general dos tipos de soluciones:

- Soluciones fuertes: Con contenidos de cobre en soluciones entre los rangos de 30-50 g/lit.
- Soluciones débiles: Con contenido de cobre < 10 g/lit.

Las soluciones fuertes son aptas para entrar directamente al proceso posterior de electro-obtención pero a menudo poseen importantes niveles de contaminantes, por lo que se hace necesario previamente someterlas a procesos de purificación, en cambio las soluciones débiles,

deben pasar necesariamente por una etapa de concentración vía extracción por solvente.

El objetivo del proceso de electro obtención es:

- Recuperar el cobre contenido en las soluciones de lixiviación mediante la aplicación de corriente y obtener cobre metálico en forma de cátodos. Los electrodos usados para dicho objetivo son: cátodos de acero inoxidable y un ánodo inerte de Pb-Sb o Pb-Ca.
- Producir cátodos de la mayor calidad posible y a bajo costo.
- Regenerar ácido sulfúrico simultáneamente con la deposición de cobre, el cual se recicla a la planta de extracción por solventes (SX).

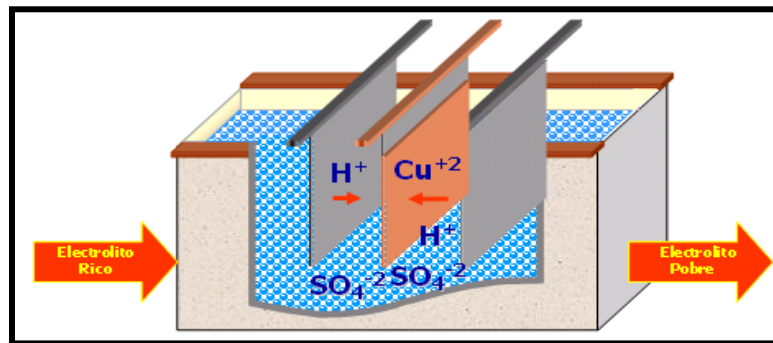
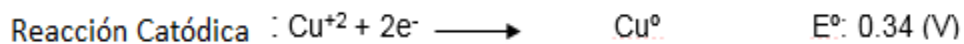
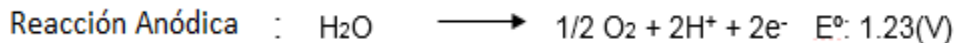


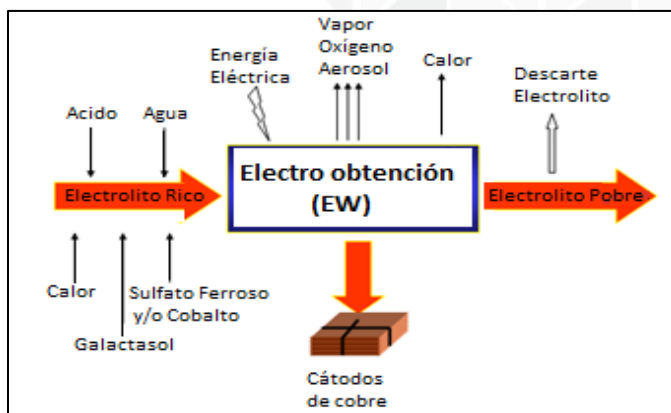
Figura 26. Celda EW y reacciones principales

### Reacciones principales



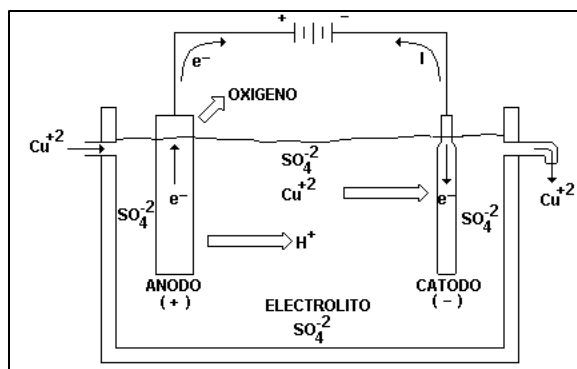
En la planta de electro-obtención se obtiene el cobre metálico partiendo de una solución que contiene electrolito rico (sulfato de cobre) y ácido sulfúrico utilizando el paso de una corriente eléctrica desde un ánodo insoluble de plomo hacia un cátodo de acero inoxidable. El cobre se deposita gradualmente sobre dicho cátodo, el que aumenta su espesor y peso, en tanto que en el ánodo procede la disociación del agua en iones hidrógeno y oxígeno libre. Los iones hidrógeno incrementan la concentración de ácido y el oxígeno es liberado en forma de pequeñas burbujas en el ánodo de plomo.

La energía eléctrica en exceso sobre la teóricamente requerida, se disipa en forma calórica en el electrolito. A objeto de mantener las celdas a la temperatura deseada entre 38 y 45°C el electrolito caliente descargado que abandona la planta es usado para calentar el electrolito frío de entrada.



**Figura 27. Esquema general de flujos de masa y energía**

El cobre en solución (catión:  $\text{Cu}^{+2}$ ) es atraído por el polo negativo representado por los cátodos, por lo que migra hacia éstos pegándose partícula por partícula en su superficie en forma metálica (carga cero).



**Figura 28. Movimientos iónicos en la celda EW**

Una vez transcurridos seis a siete días en este proceso de electro obtención, se produce la cosecha de cátodos. En este tiempo se ha depositado cobre con una pureza de 99,99% en ambas caras del cátodo con un espesor de 3 a 4 cm, lo que proporciona un peso total de 70 a 80 kg por cátodo.

Los cátodos son lavados con agua caliente para remover posibles impurezas de su superficie y luego son llevados a la máquina despegadora, donde en forma totalmente mecanizada se despegan las hojas de ambos lados, dejando limpio el cátodo permanente que se reintegra al ciclo del proceso de electro obtención.





Figura 29. Integración de procesos hidrometalúrgicos



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 6:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico de minerales óxidos de cobre.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar las etapas y secuencia del proceso hidrometalúrgico de minerales óxidos de cobre, operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones	
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.	
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso hidrometalúrgico, en la siguiente tabla:	
	Nombre de la operación unitaria de la hidrometalurgia del cobre	Definición de la operación unitaria
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
Duración de la actividad	60 minutos.	

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## 7. Descripción del proceso pirometalurgico

**Aprendizaje esperado:** Identificar los procesos productivos de la minería del cobre.



### Resumen de contenidos:

La pirometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, donde se obtiene y purifica (refina) metales mediante calor (fundición). Conceptualmente, el proceso Fusión – Conversión, implica el uso del calor generado por la oxidación de la mata para fundir el concentrado húmedo (7 – 8% H<sub>2</sub>O). Bajo esta condición de operación convencional, una parte importante del calor generado por la conversión del eje se pierde, pues se usa en calentar y evaporar el agua contenida en el concentrado desde la temperatura ambiente hasta 1200°C, la cual es la temperatura de los gases de salida por la boca del horno. Esta consideración indujo el uso de concentrado seco en la alimentación. Alimentando concentrado seco, controlando la composición mineralógica del concentrado (o mezclas), controlando el flujo de aire y su enriquecimiento de oxígeno, es posible operar de modo estable el horno Fusión–Conversión sin el requerimiento de eje proveniente de la unidad de fusión. Sin embargo, es necesario tener un sistema de alimentación de concentrado seco al horno para evitar las pérdidas de polvo arrastrado por el horno en los gases de salida. Por esta razón, se fabricó un sistema de transporte neumático con un diseño especial de toberas intercaladas entre las toberas de soplado de aire. El sistema de alimentación de concentrado consta de equipos de dosificación, bombas neumáticas, tuberías, un divisor y un diseño especial de inyección por toberas. Esto es, la aplicación de la fusión sumergida de concentrados.

El proceso de pirorrefinación, realiza diferentes etapas operacionales con el propósito de generar un condicionamiento del cobre blister para las etapas posteriores de electrorrefinación,

ajustando el grado de oxidación del metal mediante una eliminación selectiva de impurezas presentes y posterior reducción de los óxidos de cobre, con el resultado final de un cobre anódico de calidad en sus características mecánica y físico-química.

### Operaciones unitarias de la fundición de concentrados

#### Proceso de fusión - conversión de concentrados de cobre

La fusión tiene por objetivo fundir el concentrado de cobre a alta temperatura para concentrar el cobre mediante separación de fases, una parte rica en cobre (eje y metal blanco), y otra parte baja en cobre (escoria).

La conversión tiene por objetivo eliminar el azufre y el hierro presentes en el concentrado de cobre (cobre sulfurado), mediante oxidación del baño fundido (inyección de aire con alto contenido de oxígeno), para obtener una parte de cobre relativamente puro (cobre blíster), y por otra parte escoria fayalítica.

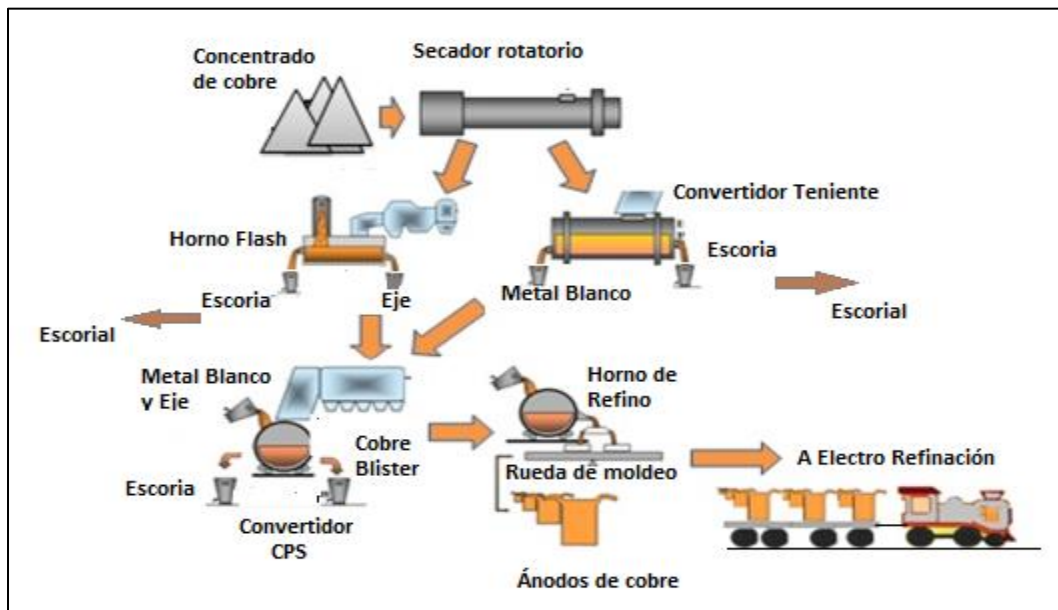


Figura 30. Diagrama del proceso de fundición y refinación de concentrado de cobre

Las etapas del proceso de fundición son las siguientes:

- Inyección de concentrado en hornos de fundición (reacción)

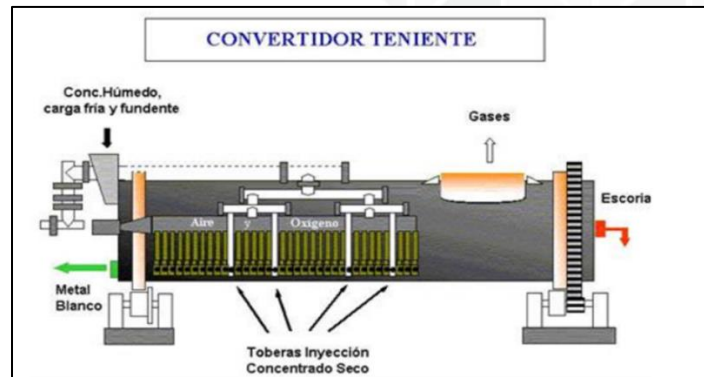


Figura 31. Convertidor tipo Teniente

- Soplado
- Vaciado de metal blanco
- Evacuación de gases
- Proceso de refinación y moldeo.

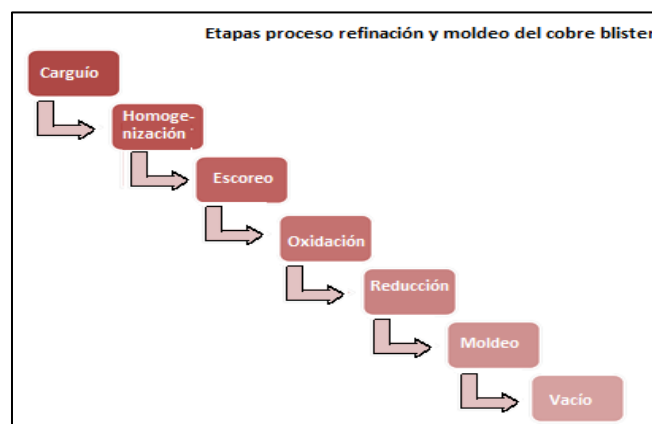


Figura 32. Etapas del proceso de refinación y moldeo

### Refinación electrolítica del cobre

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 99,97% a 99,99% de cobre.

Es la disolución electroquímica de los ánodos impuros de cobre, para permitir que el metal se deposite en forma selectiva y con máxima pureza sobre cátodos de cobre.

La electro refinación tiene dos objetivos:

- a) Eliminar las impurezas que dañan las propiedades eléctricas y mecánicas del cobre.
- b) Separar las impurezas valiosas del cobre. Éstas pueden ser recuperadas después como subproductos metálicos.



**Figura 33. Celdas de electro refinación. Codelco Norte**



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 7:** Definición de las etapas u operaciones unitarias del proceso pirometalúrgico de concentrado de cobre.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar la secuencia de las etapas del proceso pirometalúrgico del cobre, operación fundamental para el éxito del negocio minero.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa





### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa		Especificaciones	
Inicio		El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.	
Desarrollo de la actividad		El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso pirometalúrgico, en la siguiente tabla:	
		<b>Nombre de la operación unitaria de la pirometalurgia del cobre</b>	<b>Definición de la operación unitaria del proceso de fundición de concentrados de cobre</b>
Duración de la actividad		60 minutos.	

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor reforzará los conceptos aprendidos, y comentará los resultados de las actividades desarrolladas.

## Resumen de contenidos:

### Planta de secado

El secado de sólidos consiste en separar pequeñas cantidades de agua u otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo. El concentrado de cobre se seca térmicamente por vaporización.

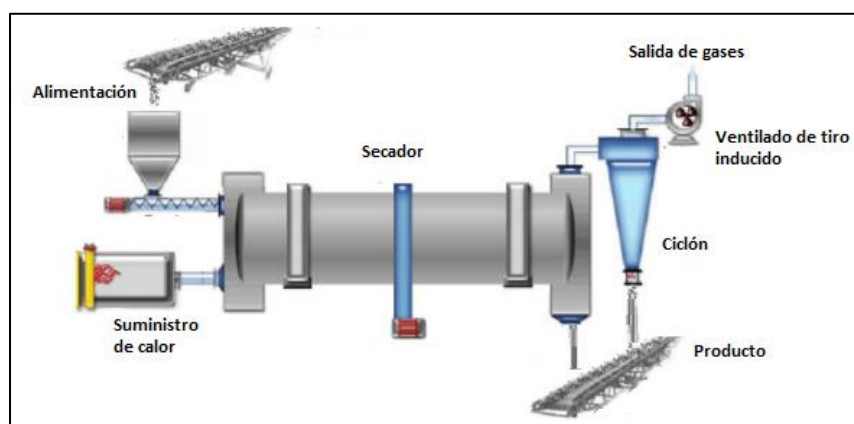
El líquido que ha de vaporizarse puede aumentar sobre la superficie del sólido, en el interior del sólido, o parte en el exterior y parte en el interior.

El producto que se seca puede soportar temperaturas elevadas o bien requiere un tratamiento suave a temperaturas bajas o moderadas. Esto da lugar a que en el mercado exista un gran número de tipos de secadores comerciales. Las diferencias residen fundamentalmente en la forma en que se mueven los sólidos a través de la zona de secado y en la forma en la que se transmite calor.

Los equipos de secado pueden clasificarse en secadores en los que el sólido se encuentra directamente expuesto a un gas caliente (generalmente aire) y en secadores en los que el calor es transmitido al sólido desde un medio externo tal como vapor de agua condensante, generalmente a través de una superficie metálica con la que el sólido está en contacto.

Los secadores que exponen los sólidos a un gas caliente se llaman adiabáticos o secadores directos, y los secadores en los que el calor es transmitido desde un medio externo reciben el nombre de no adiabáticos o secadores indirectos. Los secadores calentados por energía radiante, dieléctrica o de microondas, también son no adiabáticos. Algunas unidades combinan el secado adiabático y no adiabático, y se denominan secadores directos-indirectos.

La mayor parte de los secadores industriales operan con partículas de sólidos durante todo o una parte del ciclo de secado.



**Figura 34. Secador**



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 7.1:** Definición de secado de materiales sólidos (concentrado de cobre), en tambores secadores rotatorios.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar los distintos mecanismos de transferencia de calor aplicados en los tambores rotatorios secadores de sólidos húmedos.

### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:

Etapa	Especificaciones								
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.								
Desarrollo de la actividad	<p>El participante deberá definir los modos de transferencia de calor que se aplican en los tambores secadores, en la siguiente tabla:</p> <table> <tr> <th>Modo de transferencia de calor en el secador</th><th>Definición del modo de transferencia de calor</th></tr> <tr> <td>1</td><td></td></tr> <tr> <td>2</td><td></td></tr> <tr> <td>3</td><td></td></tr> </table>	Modo de transferencia de calor en el secador	Definición del modo de transferencia de calor	1		2		3	
Modo de transferencia de calor en el secador	Definición del modo de transferencia de calor								
1									
2									
3									
Duración de la actividad	60 minutos.								

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de esta operación unitaria en el proceso de fundición, por cuanto el concentrado debe ingresar al horno con menos de 0,5% humedad, dando de esta forma satisfacción al cliente interno y externo, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de esta operación unitaria y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## Resumen de contenidos:

### Planta de ácido

El ácido sulfúrico es uno de los químicos industriales más importantes. El per cápita usado de ácido sulfúrico es un índice del desarrollo técnico de una nación. El ácido sulfúrico es importante en casi todas las industrias, y es el reactivo usado en el proceso de lixiviación de minerales de cobre.

El ácido sulfúrico es un líquido viscoso, de densidad  $1,84 \text{ g/cm}^3$  (98% pureza) transparente e incoloro cuando se encuentra en estado puro, y de color marrón cuando contiene impurezas. Es un ácido fuerte que, cuando se calienta por encima de  $30^\circ\text{C}$  desprende vapores y por encima de  $200^\circ\text{C}$  emite trióxido de azufre. En frío reacciona con todos los metales y en caliente su reactividad se intensifica. Tiene gran afinidad por el agua y es por esta razón que extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas.

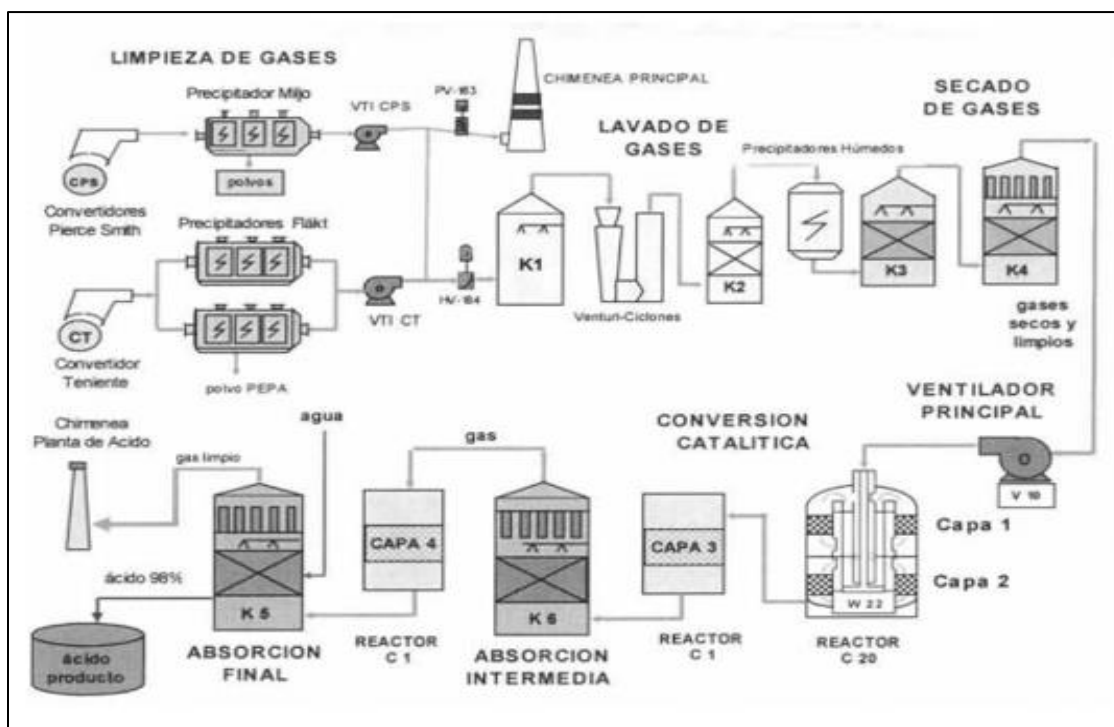


Figura 35. Diagrama de flujo planta de ácido sulfúrico. Codelco fundición Ventanas

### Cancha de almacenamiento y despacho de ánodos de cobre

Este es el proceso final, donde los ánodos se enzunchan y almacenan según sus características físicas y químicas. Los ánodos son seleccionados de acuerdo a su calidad, son contabilizados y luego rotulados para su posterior embarque en tren hacia el proceso de electro refinación y su posterior comercialización.



**Figura 36. Retiro de ánodos a electro refinación desde cancha de almacenamiento**

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 7.2: Definición de las etapas del proceso de fabricación del ácido sulfúrico.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

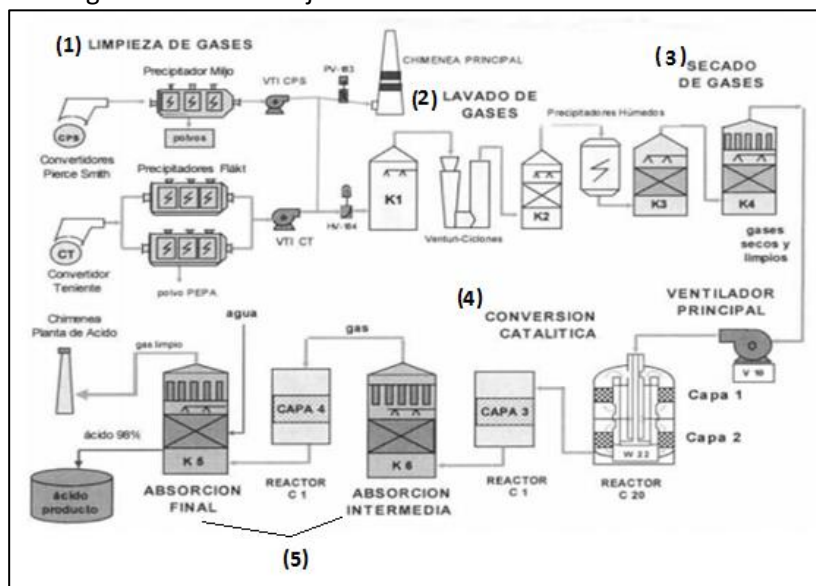
- Identificar conceptos de las etapas y secuencia de la producción del ácido sulfúrico, a partir de los gases metalúrgicos extraídos de la etapa de fusión y conversión de la fundición de concentrados de cobre.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa

### 3. Descripción de la Actividad:

Etapas	Especificaciones
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso de fabricación del ácido sulfúrico, identificados en la figura en la tabla adjunta.



Nombre de la etapa	Definición de la etapa
(1)	





	(2)	
	(3)	
	(4)	
	(5)	
Duración de la actividad 60 minutos.		

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia de cada una de estas operaciones unitarias, dando satisfacción al cliente interno y externo, en cuanto a la calidad del ácido entregado, de acuerdo a la cadena de valor del negocio minero.

El participante deberá comprender que las empresas mineras para cumplir con las exigencias del cliente interno y externo, debe maximizar el conocimiento de estas operaciones unitarias y la secuencia de estas para que cada una de ellas sea eficiente.

## 8. Procesos productivos en una planta de procesamiento de mineral de cobre

**Aprendizaje esperado:** Aplicar la cadena de valor asociada a las operaciones unitarias del proceso de la minería del cobre.

### Conceptos Claves

#### PROCESO PRODUCTIVO

Se define proceso productivo como la actividad o conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores externos o internos que permitirán obtener resultados o productos.

#### MODELO DE GESTIÓN PROVEEDORES-PROCESO- CLIENTES

Un modelo de gestión usado en la minería es definir cada proceso en forma independiente, el cual cuenta con sus proveedores y clientes. Entonces, cada proceso tendrá sus entradas que serán abastecidas o entregadas por los proveedores y deberá generar sus salidas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

#### COSTOS

Los costos dentro del modelo proveedores-procesos-clientes son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado.

### Resumen de contenidos:

En general, se define como proceso productivo la actividad o conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores externos o internos que permitirán obtener resultados o productos.

Por ejemplo, objetivo final de una planta concentradora es obtener un producto en cantidad y calidad definida previamente según estudios geológicos, metalúrgicos y de mercado. Este objetivo puede ser dividido en sub objetivos, donde a cada uno de ellos podemos asociar a un proceso, el cual tiene asociado un conjunto de actividades

Se debe garantizar un ambiente de operación apto para lograr los mejores rendimientos de los equipos involucrados, tanto en la parte física, humana y ambiental.

Cabe destacar que el principal insumo y a la vez producto de cada proceso productivo es la información, la que según su calidad y cantidad permitirá llevar a cabo los procesos productivos con el más alto potencial de éxito posible.

### **Esquema proveedores – proceso - clientes**

Un modelo de gestión usado en la minería es definir cada proceso en forma independiente, el cual cuenta con sus proveedores y clientes. Entonces, cada proceso tendrá sus entradas que serán abastecidas o entregadas por los proveedores y deberá generar sus salidas para satisfacer las necesidades de sus clientes.

Los clientes son los principales condicionantes del proceso, ya que definen las exigencias de calidad y cantidad de las salidas que un proceso entregará. Pero los proveedores también juegan un papel importante, ya que para un proceso que genere salidas de buena calidad, las entradas suministradas por los proveedores deben ser también de buena calidad.

Es fundamental que para que las entradas y las salidas de un proceso sean de buena calidad debe haber un flujo permanente de información entre proveedores, clientes y el proceso.

El buen rendimiento final de una operación dependerá de que cada proceso obtenga resultados que cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos.

Algunos de los factores que con mayor frecuencia estarán presentes, como entradas o salidas, en todo proceso productivo en la planta son los siguientes:

#### **Características mineralógicas de la roca**

Las características que tengan las rocas (menas y gangas) involucradas en una operación en particular será una información de entrada en cada proceso relacionado con la conminución y recuperación, ya que condicionará la reducción de tamaño, liberación de la partícula útil, consumo de energía e insumos, y la secuencia de operación.

#### **Características del material removido**

La dureza y abrasividad de la roca influirán en el rendimiento y costos de todos y cada uno de los procesos productivos; por ejemplo, es muy diferente perforar roca dura que roca blanda, así como también las estructuras presentes influyen en la calidad de la perforación. Adicional a lo anterior existe un deterioro variado en los aceros de los baldes, tolvas y equipos de la planta (bombas).

#### **Planificación**

La correcta planificación de la producción permitirá que el rendimiento de los equipos sea el adecuado. A su vez, la planificación como cliente requerirá información de las operaciones en forma de reporte de operación, recuperación, disponibilidades, etc. para así poder proyectar a futuro los movimientos de materiales y disposición de recursos requeridos. La planificación siempre debe apuntar a los objetivos estratégicos del negocio y no a las tácticas de corto plazo.

### **Suministros de insumos**

La disponibilidad de suministros de insumos para la operación es fundamental. La adecuada programación de las actividades permitirá definir y mantener una buena gestión en el almacenamiento de suministros de stock, con el fin de que cuando un proceso requiera alguno de ellos, siempre esté disponible (concepto stock mínimo).

### **Servicio equipos auxiliares planta**

Los equipos de servicios auxiliares de la planta deben actuar conforme a los requerimientos de operación, esto es, que se encuentren disponibles cuando se les necesite y que no interfieran negativamente en la operación. Por ejemplo, si el mantenimiento de las bombas de pulpas es óptimo, o sea siempre habrá disponibilidad de una bomba stand by, permitirá a los equipos de la planta mejorar la productividad, mejorando sus rendimientos y disminuyendo la probabilidad de detención de planta, disminución de la producción, etc.

### **Costos**

Los costos son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado. Deberán ser evaluados según el proceso global y según los procesos parciales, es decir, el costo de un proceso puede ser alto, pero puede permitir que el costo global de la faena sea menor al establecido.

### **Seguridad, salud y medio ambiente**

La seguridad, la salud y el medio ambiente son preocupaciones permanentes en la minería, tanto como entradas y salidas de cada proceso. Además, una operación segura genera bienestar global en el personal de la planta, mejorando el rendimiento operacional en el corto, mediano y largo plazo. Hoy en día estas entidades no deben ser consideradas ajenas a la operación, ya que conforman la acción directa frente al control de pérdidas y bienestar operacional.

### **Operaciones y funcionamiento global**

Las operaciones relacionadas y realizadas antes y después de cada proceso generan productos y resultados útiles para el proceso mismo, ya que cada proceso es parte de una cadena de información, resultados y operación global de faena, por lo tanto dependen una de la otra. Es decir, las salidas de cada proceso afectan el funcionamiento global de la faena, por lo tanto, afectan directamente a todos y cada uno de los procesos.

La operación global de la planta permitirá dar la pauta a las operaciones particulares, en el sentido de definir las estrategias con que se abordará cada una de las situaciones particulares. La idea de globalidad encierra el concepto de equipo de trabajo y no de funcionamiento individual. Por esto, antes de realizar una mejora en un proceso individual, se debe evaluar si ésta, junto a otras actividades, permitirá hacer una mejora global de la operación.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 8:** Definición de los factores que siempre están presentes en todo proceso productivo de un negocio minero.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar conceptualmente los factores internos y externos que interactúan y que permitirán obtener resultados o productos dentro de los estándares de calidad esperados.

### 2. Materiales y recursos

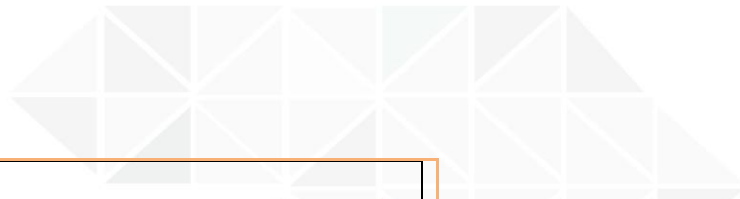
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:



Etapa	Especificaciones	
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.	
Desarrollo de la actividad	El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla:	
	<b>Factor de la Actividad del proceso minero</b>	<b>Forma de interactuar del factor productivo en el proceso productivo.</b>
	Características mineralógicas de la roca	
	Características del material removido, desde la mina.	
	Planificación de la producción	
	Suministro de Insumos	
	Servicio equipos auxiliares planta	
	Costos	



	Seguridad, salud, medio ambiente	
	Operaciones y funcionamiento global de la planta	
Duración de la actividad	60 minutos.	

#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas, explicando además que el buen rendimiento final de una operación o de un proceso minero dependerá de cada una de estas obtenga resultados que cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos. Estos factores van a estar presentes como entradas o salidas del proceso minero.

## 9. Negocio minero como organización económica

**Aprendizaje esperado:** Identificar el negocio minero como organización económica, según estándares.

### Conceptos Claves

#### ETAPAS DE LA INVERSIÓN

Las etapas de inversión son:

- Exploración.
- Cuantificación de reservas.
- Estudio de factibilidad.
- Financiamiento.
- Desarrollo y construcción.

#### COSTOS ASOCIADOS AL NEGOCIO MINERO EN OPERACIÓN

Una vez construída en su totalidad la planta de beneficio, vienen los sgtes costos:

- Producción.
- Inversiones de expansión de la empresa.
- Agotamiento de los recursos.

#### CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS SEGÚN EL GRADO DE VARIABILIDAD DEL NEGOCIO MINERO

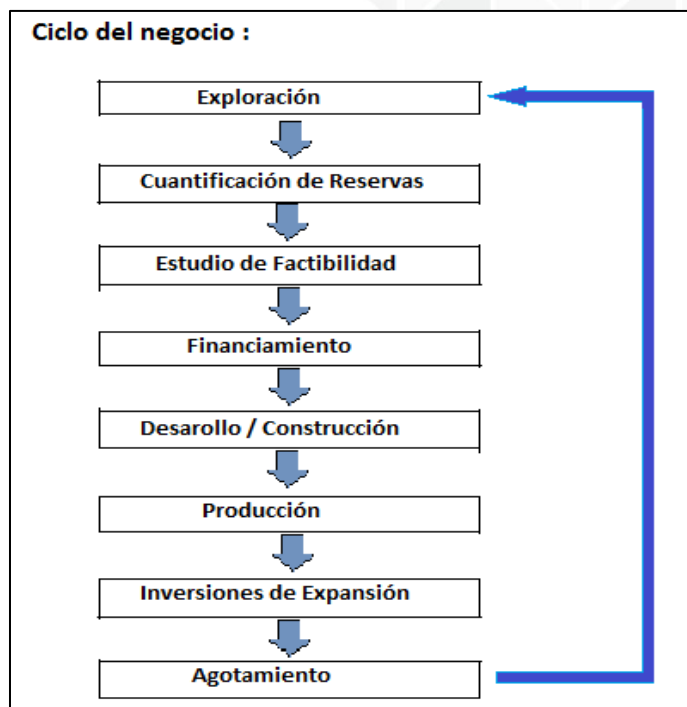
Estos costos son:

- Costos fijos, cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa. Son los costos de mantener la empresa abierta.
- Costos variables, que son los costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad del empresa. Son los costos por producir o vender.

### Resumen de contenidos:

El rol del negocio minero en la economía es el de encontrar, delinear y desarrollar depósitos minerales económicos, para luego explotar, procesar y vender los productos que de ellos se obtienen, actividades que deben ser económicamente rentables.





**Figura 37. Ciclo del negocio minero**

Asociaremos a este ciclo, conceptos económicos de inversión (costos de inversión), y conceptos de empresa en operación (costos de operación, ingresos, utilidades).

### **Etapas de la inversión**

**a) Exploración**

**b) Cuantificación de reservas**

**c) Estudio de factibilidad**

El estudio de factibilidad implica:

- Evaluación técnica
- Evaluación económica

**d) Financiamiento**

**e) Desarrollo y construcción**

## Costos asociados al negocio minero en operación

- a) Producción
- b) Inversiones de expansión de la empresa
- c) Agotamiento de los recursos

### Clasificación de costos según su asignación

#### **Costos directos**

Son los costos que se relacionan directamente con la producción de unidades específicas o líneas de productos y comprenden los salarios del personal y el costo de los insumos empleados para la manufactura.

#### **Costos Indirectos**

Los costos indirectos de fabricación como lo indica su nombre son todos aquellos costos que no se relacionan directamente con la manufactura, pero contribuyen y forman parte del costos de producción: mano de obra indirecta y materiales indirectos, calefacción, luz y energía para la fábrica, arrendamiento del edificio de fábrica, depreciación del edificio y de equipo de fábrica, mantenimiento del edificio y equipo de fábrica, seguro, prestaciones sociales, incentivos, tiempo ocioso son ejemplos de costos indirectos de fabricación

### Clasificación de costos según su grado de variabilidad

#### **Costos Fijos**

Son aquellos costos cuyo importe permanece constante, independiente del nivel de actividad de la empresa, o sea independiente de los cambios en el volumen de producción. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta", de manera tal que se realice o no la producción, se venda o no la mercadería o servicio, dichos costos igual deben ser solventados por la empresa, por ejemplo: arriendo, amortizaciones o depreciaciones, seguros, impuestos fijos, servicios públicos, sueldos.

#### **Costos Variables**

Son aquellos costos que varían en forma proporcional, de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender", por ejemplo: Mano de obra directa, materias primas directas, materiales e insumos directos, impuestos específicos, envases, embalajes y etiquetas, comisiones, bonos de producción, etc.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



**Actividad 9:** Definición de los ciclos del negocio minero y sus costos asociados.

- **Estrategia Metodológica**

Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Típicas en Actividades	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

### 1. Objetivo

- Identificar conceptos de evaluación económica en las etapas de inversión y en la etapa de operación del proceso productivo. .


### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet
- Papelógrafo y plumones
- Actividad impresa



### 3. Descripción de la Actividad:



Etapas	Especificaciones																		
Inicio	El instructor deberá guiar a los participantes, entregando instrucciones claras sobre cómo proceder en la actividad, respondiendo y aclarando cualquier duda sobre la actividad a desarrollar.																		
Desarrollo de la actividad	<p>El participante deberá definir lo requerido en la tabla siguiente</p> <div data-bbox="532 493 1058 1024"> <p><b>Ciclo del negocio :</b></p>  <pre> graph TD     1[1 Exploración] --&gt; 2[2 Cuantificación de Reservas]     2 --&gt; 3[3 Estudio de Factibilidad]     3 --&gt; 4[4 Financiamiento]     4 --&gt; 5[5 Desarrollo / Construcción]     5 --&gt; 6[6 Producción]     6 --&gt; 7[7 Inversiones de Expansión]     7 --&gt; 8[8 Agotamiento]     8 --&gt; 1                     </pre> </div> <table border="1" data-bbox="532 1066 1286 1753"> <thead> <tr> <th>Ciclo del negocio minero</th><th>Concepto del ciclo</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Ciclo del negocio minero	Concepto del ciclo	1		2		3		4		5		6		7		8	
Ciclo del negocio minero	Concepto del ciclo																		
1																			
2																			
3																			
4																			
5																			
6																			
7																			
8																			
Duración de la actividad	90 minutos.																		



#### **4. Cierre de la Actividad**

El instructor reforzará los conceptos aprendidos, y comentará lo resultados de las actividades desarrolladas.



**MÓDULO:**

**INTRODUCCION A LA SUPERVISIÓN DEL  
PROCESO DE EXTRACCIÓN  
SUBTERRÁNEA**



## MÓDULO: INTRODUCCION A LA SUPERVISIÓN DEL PROCESO DE EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA

### 1. Supervisor

**Aprendizaje esperado:** Comprender la programación de un turno, priorizando la extracción de mineral en mina subterránea, según procedimiento.



### Resumen de Contenidos:

Dentro de la minería subterránea se tienen distintos procesos productivos, es decir, perforación, tronadura, carguío y transporte, que son netamente operativos, sin embargo, se tienen constantemente interacción con otras áreas como mantenimiento y servicios, por lo tanto, se deben coordinar las actividades y recursos, teniendo como objetivo lograr las productividades requeridas en los programas de producción, considerando con los procedimientos de seguridad.

Para lograr obtener continuidad en los procesos mineros operativos se deben coordinar las distintas actividades en reuniones de supervisión que deben ser lideradas por supervisor de

operaciones, quién debe velar por tener una operación segura, eficiente y eficaz, de acuerdo a lo que está establecido en los programas de producción.

Quien supervisa se encuentra en una situación de superioridad jerárquica, ya que tiene la capacidad o la facultad de determinar si la acción supervisada es correcta o no. Por lo tanto, la supervisión es el acto de vigilar ciertas actividades de tal manera que se realicen en forma satisfactoria.

El supervisor, no es un profesional cualquiera, no es un individuo que solo cumple las obligaciones contractuales y las funciones para las cuales fue contratado. Señalar que esa es la forma de actuar el supervisor es disminuir a un profesional de la más alta alcuña ejecutiva en el interior de la industria o de la empresa donde presta sus servicios. En efecto el supervisor se encuentra en condiciones de planificar, organizar, dirigir y ejecutar proyectos en función a los fines y a los objetivos de su empresa.

#### Habilidades

- Liderazgo
- Comunicarse en forma efectiva.
- Trabajar en equipo.
- Ayudar a resolver conflictos,
- Aplicar las Normas de empresa.
- Capacitar a los trabajadores.
- Promover la seguridad y salud ocupacional.
- Desarrollar el mejoramiento continuo.
- Administrar correctamente el tiempo.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 10: Tipo de supervisor

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplicación
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de diferentes tipos de Supervisor

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet



### 3. Descripción de la Actividad



Se realizan grupos de mínimo 2 personas, de los cuales 01 persona debe caracterizar a supervisor y la otra a empleado.

El supervisor debe en un croquis dibujar una figura lineal. Luego dando instrucciones el que hace de empleado lo realiza con las instrucciones de supervisor y luego se compara croquis y se verifica que tan asertivas son las indicaciones de supervisor.

Etapas	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen:</p> <p>Un croquis a mano alzada por el supervisor de una figura unilineal.</p> <p>Luego con instrucciones que indican dirección de avance de línea con orientación geográfica (N, S, E, O) los empleados deben dibujar, al final se revisara cuanto se parecen las figuras a origina.</p> <p>Se analiza si las instrucciones están correctas o si el receptor entiende mal.</p> <p>Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Se busca que las figuras sean lo más parecida posible, porque ello indicaría que supervisor es claro, preciso, es decir, un buen líder.</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p>
Duración de la actividad	30 minutos.



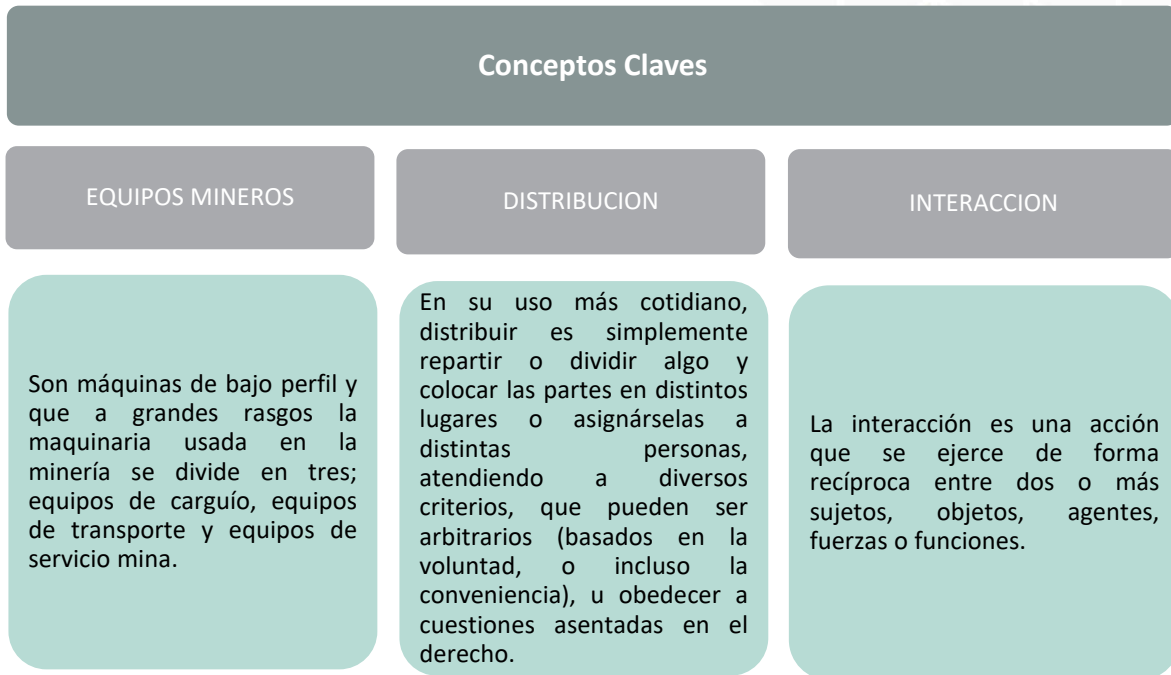
#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.



## 2. Procedimiento Trabajo Operación

**Aprendizaje esperado:** Reconocer que la distribución de recursos en un turno se revisa constantemente y depende de las necesidades operacionales y del estado de equipos.



### Resumen de Contenidos:

En una Mina subterránea se tiene como principal objetivo lograr productividades altas en los equipos y personas, bajo condiciones seguras de trabajo. El orden de prioridades de los distintos trabajos y/o operaciones se encuentra jerarquizado, de acuerdo a lo que se establece en los programas de producción, sin embargo debe cumplir que los sectores se encuentren bajo los parámetros de seguridad requeridos para una correcta operación.

Los criterios de distribución de personas y equipos, dependen principalmente de las necesidades que presenta la operación para lograr una operación continua, que sea productiva, segura y dentro de los costos establecidos.

La perforación es la primera operación que se realiza con la finalidad de abrir tiros en el macizo rocoso, con una distribución y geometría adecuada, en donde se alojarán cargas explosivas. Existen distintos tipos de perforación manual o mecánica, además depende de las variables que se requieren, es decir, avance, percusión y /o rotación.

La tronadura es la operación que tiene por finalidad el arranque del mineral desde el macizo rocoso, aprovechando de la mejor manera posible la energía liberada por el explosivo colocado en los tiros realizados en la etapa de perforación. El mejor aprovechamiento se obtiene al aplicar la energía justa y necesaria para generar una buena fragmentación del mineral, evitando daños en la caja de la labor minera.

El transporte consiste en el traslado de material mineralizado y/o estéril desde el yacimiento hacia los posibles destinos, ya sea el chancado, stock de mineral o botaderos de estéril. Planificación de la mina está a cargo de la definición de las rutas de transporte y del destino de los materiales de acuerdo con leyes de clasificación y tonelajes definidas previamente. Operación de la mina es responsable de los equipos de transporte en la mina, así como de supervisar el entorno relacionado con la operación, ya sea en el sector de carga, en la ruta y/o en las zonas de descarga.

Los criterios que se aplican para definir las prioridades en minería subterránea, consideran principalmente la seguridad de las personas, producción requerida por programas y un costo controlado según lo establecen los proyectos.

A continuación se detallan algunos criterios que deben ser considerados:

- Distancia de puntos de producción.
- Interacción de equipos.
- Estado de caminos.
- Estado de equipos.
- Cantidad de personal.
- Estado de ventilación.
- Cartilla de mantenimiento de equipos.
- Condiciones Ambientales Superficie,
- Estado de botaderos.
- Operatividad de servicios básicos (Agua, aire, drenaje, energía eléctrica).
- Estado de Refugios Mineros.
- necesaria para operar.

La programación de producción en las operaciones mineras es un proceso especializado que se desarrolla en el contexto del diseño de mina con la finalidad de lograr un alineamiento entre las metas de producción acordadas con el mercado y las restricciones geotécnicas, tecnológicas,

operacionales y de recurso con las que cuentan para obtener la mejor mezcla programable para producción de mina.

En la programación de producción se debe tener en cuenta que no todos los niveles tienen la misma importancia en cuanto a su contribución tonelaje-ley al programa de producción por lo que existirá ciertos niveles que pueden hacer la diferencia al momento de lograr completar el programa satisfactoriamente.

En general el proceso de programación maestro requiere alinear las necesidades de producción previstas en el plan mina con las restricciones operativas que la mina presenta y que se ajustan diariamente en función al avance de las operaciones. El manejo de las restricciones y las condiciones particulares de la operación son las que definen el ajuste que los ingenieros de la mina deben efectuar para mantener el ciclo de manera productiva y el cumplimiento con los programas ofrecidos.

Estos programas determinan exactamente la cantidad a extraer en la combinación correcta de tonelaje y ley para secuenciar las actividades de la mina de los diversos niveles de operación, pudiendo perfectamente flexibilizar o ajustar las restricciones para lograr la programación más eficiente posible sobre la cual los ingenieros de operaciones y la operación misma pueda desviarse de manera profesional para obtener el mejor desempeño logable en la operación de la mina.

El resultado de ejecutar una programación de producción sobre la base de nuevas tecnologías logra una diferencia significativa frente a los métodos de planeamiento tradicional, sin embargo es necesario indicar que siempre dependerá mucho de las competencias que tenga el equipo profesional de operaciones para utilizar eficientemente las herramientas que la tecnología provee para la industria minera.



## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 12: Secuencia de operaciones unitarias de acuerdo a las prioridades de extracción en un turno

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales priorizar las actividades en un turno de minería subterránea.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet



### 3. Descripción de la Actividad

Realizar una secuencia lógica de actividades de un turno priorizando la extracción de mineral de Mina Subterráneas.

Etapa	Especificaciones
Inicio	<p>La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Generar un listado con todas las actividades que se realizan en un turno. Luego establecer con que áreas se generan interacciones normalmente. Finalmente generar la secuencia de actividades logrando ser productivo en la extracción de marina.</p> <p>Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)</p>
Desarrollo de la actividad	<p>Entregar en orden de prioridades las actividades que faciliten cumplir con extracción y que las otras áreas realicen sus respectivos trabajos</p> <p>Indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p> <p>Ejemplo:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Definir actividades que se realizan en un turno.</li> <li>Definir qué áreas ajenas a la operación genera interacción.</li> <li>Priorizar las actividades de acuerdo a su avance y considerando que aporte, a que extracción sea continua. Y que se realizan las otras actividades complementarias.</li> <li>Generar un block plan con esta información.</li> </ol>
Duración de la actividad	60 minutos.



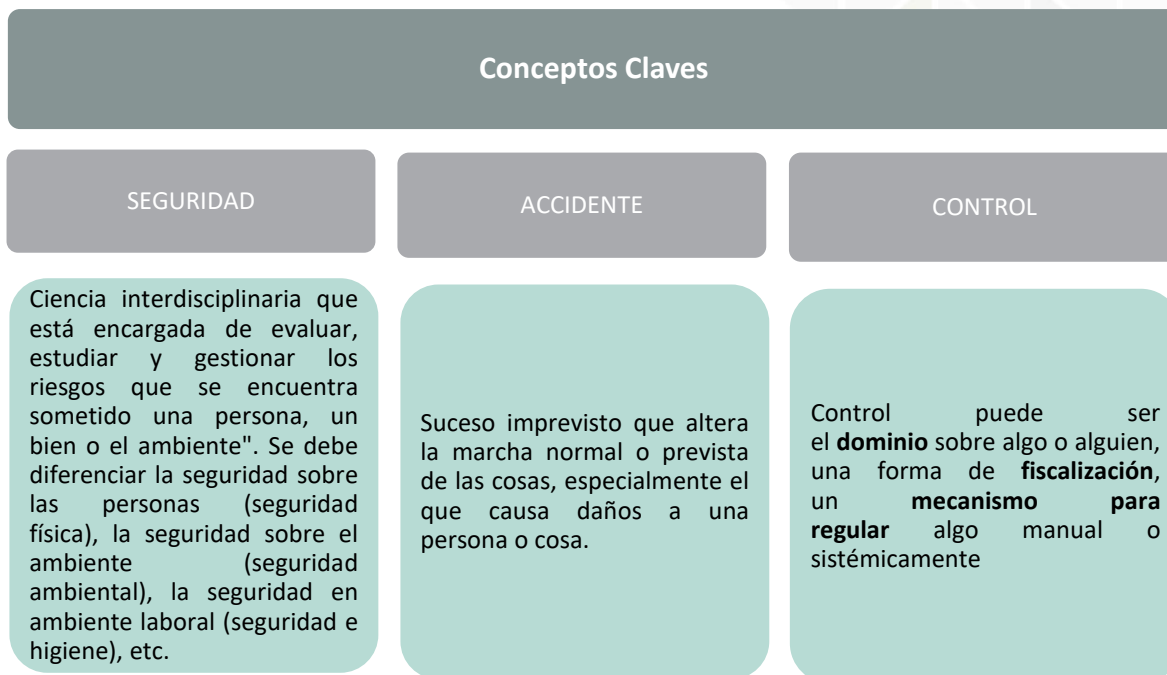


#### **4. Cierre de la Actividad**

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

### 3. Riesgos asociados

**Aprendizaje esperado:** Comprender las operaciones unitarias del proceso de mina subterránea y la asociación de controles directos e indirecto, según procedimientos.



#### **Resumen de Contenidos:**

**Peligro:** Fuente o situación potencial de daño en términos de lesiones o efectos negativos para la salud de las personas, daños a la propiedad, daños al entorno del lugar de trabajo o una combinación de éstos.

**Riesgo:** Combinación de la probabilidad y la(s) consecuencia(s) que se derivan de la materialización de un suceso peligroso especificado.

- ✓ Incendios.
- ✓ Interacción con energía
- ✓ Exposición a gases.
- ✓ Interacción con explosivo.

- ✓ Interacción con equipos.
- ✓ Caída de roca.
- ✓ Caídas a distintos Nivel.
- ✓ Caídas de un mismo nivel.

Una vez identificados los riesgos, existen varios métodos que pueden usarse para proteger a los empleados. Estos métodos se llaman controles de riesgos. No todos los controles tienen la misma eficacia. Hay una “jerarquía” de posibles soluciones. Las soluciones más eficaces, en la parte superior de la pirámide, son aquellas que realmente eliminan el peligro. Debajo de ellas se encuentran las soluciones que sólo reducen o limitan la exposición del empleado. A menudo es necesario combinar varios métodos para obtener la mejor protección.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 13: Operaciones unitarias y asociar con controles directos e indirectos

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de controles directos e indirectos.

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet



### 3. Descripción de la Actividad



Etapas	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen:
Desarrollo de la actividad	<p>El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad:</p> <p>Realizar en una columna un listado con las operaciones Unitarias y en otra columna los riesgos asociados con sus respectivos peligros y medidas de control.</p> <p>Luego otra columna con los controles directos e indirectos asociados a cada operación unitaria.</p> <p>Finalmente unir con líneas que vinculen las actividades con sus respectivos controles directos (supervisión) e Indirectos /chequear conocimiento de procedimiento.</p> <p>Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado</p> <p>Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.</p> <p>Describe paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.</p>
Duración de la actividad	60 minutos.



#### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.



## 4. Operaciones Mineras

**Aprendizaje esperado:** Identificar que el cumplimiento de planes de producción considera el mantenimiento de equipos y las interferencias con otras actividades.

### Conceptos Claves

#### DISPONIBILIDAD

Es la proporción de tiempo durante la cuál un sistema o equipo estuvo en condiciones de ser usado.

#### MANTENCION

Se define como: todas las acciones que tienen como objetivo preservar un artículo o restaurarlo a un estado en el cual pueda llevar a cabo alguna función requerida.<sup>1</sup> Estas acciones incluyen la combinación de las acciones técnicas y administrativas correspondientes

#### INTERFERENCIA

Son variables que afectan directamente al normal funcionamiento de las actividades prioritarias, aumentando los tiempos de ciclo.

### Resumen de Contenidos:

La disponibilidad se define como el % del tiempo durante el cual un equipo es capaz de realizar sus funciones específicas divididas por el número total de horas en un periodo dado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Horas Operacionales} + \text{Horas reserva}}{\text{Horas hábiles}} = \frac{\text{HH} - \text{Mantención}}{\text{HH}}$$

La mantención se cuenta desde que el equipo será reparado o inspeccionado

El tiempo de mantención no necesariamente es igual al tiempo efectivo de mantención para reparar la maquinaria, pues hay perdidas por retrasos por ejemplo en logística (repuestos, falta de cuadrilla de mantención, tiempo de reacción desde la panne).

$$\text{Índice de mantenimiento} = \frac{\text{Horas operacionales}}{\text{Horas mantención}}$$

Se entiende por interferencia a toda situación que genera pérdida de tiempo y que afecta el normal desarrollo de una actividad. Aquellas pueden ser programadas o no programadas y afectarán el tiempo de trabajo efectivo. En una operación minera las interferencias se pueden generar tanto en el ámbito de la producción como en el de la preparación. Si bien las interferencias ocurren en todas las faenas mineras, la cantidad y el tipo de interferencias pueden llegar a ser muy distintas entre una faena y otra, esto debido a que son dependientes de las condiciones de operación y de la estrategia empleada durante la operación y/o la preparación. Se identifican las principales actividades que afectan al ciclo de preparación las cuales son:

- Aislaciones post tronaduras.
- Aislaciones por alerta sísmica.
- Simulacros de incendios.
- Simulacros de estallidos de rocas.
- Interferencia con otras operaciones.
- Interferencia por cierre total de accesos.

#### Interferencias Operacionales

1. Disponibilidad de equipos
2. Corte de energía y agua
3. Clima (meteorología)
4. Movilizaciones
5. Disponibilidad de pique para vaciado de marina
6. Disponibilidad de la planta de hormigón
7. Aislaciones post-tronadura
8. Aislaciones por alerta sísmica
9. Simulacros de incendio



## 10. Interferencia con otros contratistas

Otros que se pueden mencionar son: la falta de herramientas, ausencia de personal, y en general todas aquellas que se generan por una mala gestión. También las que hacen alusión a fallas de equipos tales como ventiladores, canchadores, ferrocarriles, etc., las cuales son responsabilidad de la empresa.

Son las que comprenden los distintos departamentos de las distintas disciplinas como ingeniería, geomecánica, geología, mantención, eléctricos, planificación y operaciones, los cuales generan las estrategias para lograr una alta productividad.

Estos análisis se refieren a verificar los porcentajes de cumplimientos de producción, seguridad, costos en los diferentes niveles. Además de verificar el comportamiento de los cuerpos mineralizados en lo que se refiere a leyes y a tonelajes esperados, para que el negocio presente un beneficio económico.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 14: Tipos de mantenimientos

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplicación
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de diferentes tipos de mantenimientos

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet



### 3. Descripción de la Actividad

Etapas	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen:
Desarrollo de la actividad	<p>Generar un plan de producción idealizado considerando que no hay fallas en equipos y personas.</p> <p>Generar mismo plan de producción con interferencias y con mantención de equipos,</p> <p>Comparar las diferencias de tonelaje que se deja de extraer por no considerar estas variables.</p> <p>Generar un plan de acción para cuando falten recursos de equipos y personal para cumplir producción.</p>
Duración de la actividad	60 minutos.

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta los resultados de las actividades desarrolladas.

## 5. Resultados

**Aprendizaje esperado:** Identificar registros que permitan el resguardo de toda la información relevante del turno.

### Conceptos Claves

#### RESULTADOS

Se refiere a efecto, consecuencia o conclusión de una acción, un proceso, un cálculo, etc; cosa o manera en que termina algo

#### PROGRAMAS

Es un grupo de elementos sincronizados que desarrollan las acciones de una función para completar una tarea.

#### REGISTROS

El término puede referir a un número extenso de circunstancias que tienen en común el hecho de dejar asentado un determinado fenómeno con sus particularidades específicas con la finalidad de que exista un conocimiento al respecto para terceros o para un control.

### Resumen de Contenidos:

Los formatos de los registros que se empleen en minería subterránea, deben tener una cantidad de variables mínimas que deben estar registradas, las cuales son las siguientes:

- ✓ Fecha.
- ✓ Nombre de Supervisor.
- ✓ Turno.
- ✓ Nombre de Sector.
- ✓ Tonelajes a extraer.
- ✓ Leyes del sector.
- ✓ Actividades que se realizan en cada una de las labores.

- ✓ Establecer secuencias de trabajos.
- ✓ Solicitar servicios que se requieren.
- ✓ Condiciones Geotécnicas.
- ✓ Estado de fortificación.
- ✓ Topografía existente.

Por lo tanto, el registro que se quiera implementar debe contener las variables, antes mencionada, sin embargo, siempre es válido querer sumar más antecedentes de acuerdo a lo requerido por cada mina.

Las variables operacionales a considerar en los registros se refieren a las actividades que se deben desarrollar en las distintas labores, las cuales son las siguientes:

- ✓ Acuñadura.
- ✓ Fortificación Shotcrete.
- ✓ Fortificación Pernos y/o cables.
- ✓ Fortificación Mallas.
- ✓ Perforación avance.

## ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE



### Actividad 15: Parámetros operacionales

- **Estrategia Metodológica**  
Las estrategias son los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	Aplicación
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

#### 1. Objetivo

- Identificar y comprender los conceptos fundamentales de diferentes tipos de mantenimientos

#### 2. Materiales y recursos

- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Acceso a Internet



### 3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen:
Desarrollo de la actividad	Definir la forma de donde registrar información. Definir que parámetros operacionales deben informados. Generar una planilla de mejoramiento continua, para analizar los resultados operacionales.
Duración de la actividad	60 minutos.

### 4. Cierre de la Actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas.



**MÓDULO:**  
**SUPERVISAR EL PROCESO DE  
EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA**





## MÓDULO: SUPERVISAR EL PROCESO DE EXTRACCIÓN SUBTERRÁNEA

### 1. Planificación Operacional

**Aprendizaje Esperado:** Reconocer la programación del turno y la priorización de extracción de mineral, según procedimiento.



#### **Resumen de contenidos**

Dentro de la minería subterránea se tienen distintos procesos productivos, es decir, perforación, tronadura, carguío y transporte, que son netamente operativos, sin embargo, se tienen constantemente interacción con otras áreas como mantenimiento y servicios, por lo tanto, se deben coordinar las actividades y recursos, teniendo como objetivo lograr las productividades requeridas en los programas de producción, considerando con los procedimientos de seguridad.

Para lograr obtener continuidad en los procesos mineros operativos se deben coordinar las distintas actividades en reuniones de supervisión que deben ser lideradas por supervisor de operaciones, quién debe velar por tener una operación segura, eficiente y eficaz, de acuerdo a lo que está establecido en los programas de producción.



## Actividad de Aprendizaje: Planificación del turno



### Objetivo

- Programar las actividades de un turno, aplicando herramientas que faciliten el logro de sus resultados



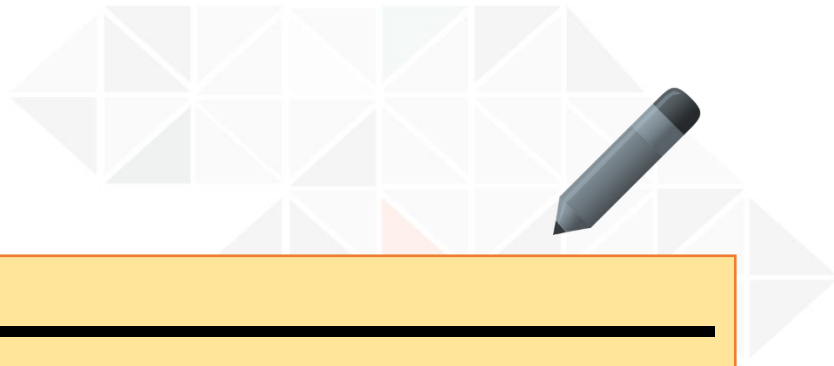
### Materiales y recursos

- Guía para la elaboración de una carta Gantt.
- Lápices y hojas en blanco

- **Estrategias metodológicas para el instructor:**  
Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	



## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

A través de un archivo base completar la información pertinente a un turno normal en donde se planifica las actividades diarias del turno, en la cual comprende la información de producción, parámetros operacionales y actividades de mantenimiento. Los participantes deben destacar los aspectos que son importantes y/o urgentes para dar inicio al turno.

Repartir la guía para la elaboración de una planilla de ajuste de turno de acuerdo lo descrito anteriormente. Distribuya una copia a cada participante.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de planificación, carta Gantt.
- B) El instructor solicita a los participantes que ejecuten un análisis de la información entregada.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en una hoja tipo impresa.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos para realizar la actividad:

1. Invite a los grupos a organizar un plan de acción con los datos que son relevantes para supervisar una mina subterránea. Cada grupo prepara un set de datos de acuerdo a su experiencia y analiza cuál de ellos es más importante.
2. Definir la producción, personal presente, equipos operativos, parámetros operacionales, necesidades de otras áreas. Otorgar 15 minutos a esta sección, la que debe concluir con la elaboración de un listado de actividades.
3. A través de los coordinadores de grupo, distribuir la guía para la elaboración de una carta Gantt.
4. Luego solicitar que en los siguientes 15 minutos, ordenen el listado, señalando cuánto tiempo requiere cada actividad y en qué secuencia se deben llevar a cabo.

---

Para que el conjunto de estas acciones no los complique demasiado les recomendamos

Organizar una carta Gantt seleccionando como máximo ocho actividades que estén

[illegible]

### CARTA GANTT TURNO OPERACIONES MINA SUBTERRANEA

LABOR													
FECHA													
Producción													
Cantidad Equipos													
Operadores													
Otros													
Equipos a Mantención													
Actividad	8:00	9:00	10:00	11:00	12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00
Perforación													
Acuñadura													
Limpieza Pata													
Carguio Exolsivo													
Tronadura													
Ventilación													
Regadío Marina													
Extracción Marina													
Acuñadura													
Limpieza Acuñadura													
Fortificación													
Marcación Avance													

#### Cierre de la actividad

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- Es más fácil de observa las actividades secuenciales
- Los tiempo de duración son esenciales cuando se planifica
- En cada actividad del trabajo se debe planificar

**Duración de la actividad**  
45 minutos.

## 2. Organizar Operaciones

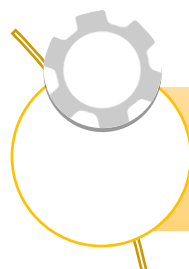
**Aprendizaje Esperado:** Realizar la distribución de recursos del turno y el chequeo necesario, según las necesidades operacionales y el estado de equipos.



### Resumen de contenidos

En una Mina subterránea se tiene como principal objetivo lograr productividades altas en los equipos y personas, bajo condiciones seguras de trabajo. El orden de prioridades de los distintos trabajos y/o operaciones se encuentra jerarquizado, de acuerdo a lo que se establece en los programas de producción, sin embargo debe cumplir que los sectores se encuentren bajo los parámetros de seguridad requeridos para una correcta operación.

Los criterios de distribución de personas y equipos, dependen principalmente de las necesidades que presenta la operación para lograr una operación continua, que sea productiva, segura y dentro de los costos establecidos.



### Actividad de Aprendizaje

- Comprender como se distribuyen equipos y personas en una Mina Subterránea.



### Objetivo

- Programar las actividades de equipos en el turno, considerando los equipos requeridos y minimizando las interferencias.



### Materiales y recursos

- Guía para la elaboración de una planilla operacional.
- Lápices y hojas en blanco

- **Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	



## INSTRUCCIONES

### Inicio

A través de un archivo base completar la información pertinente a un turno normal en donde se planifican las actividades diarias del turno en cuanto a distribución de equipos y personas en las distintas operaciones unitarias que se realizan en el turno, es decir, perforación, tronadura, fortificación, acuñadura, servicios, carguío y transporte.

Los participantes deben destacar que equipos son prioritarios en el turno para cumplir con los programas de producción asignados en el respectivo turno.

Repartir la guía para la elaboración de una planilla de ajuste de turno de acuerdo lo descrito anteriormente.

Distribuya una copia a cada participante.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

### Desarrollo de la actividad

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Organizar en grupo de 2 personas mínimo:

- A. El instructor refuerza los conceptos de programación y cumplir con los planes de producción, por ende, la distribución de equipos y personas es prioritaria para optimizar los recursos que se disponen.
- B. El instructor solicita a los participantes que ejecuten un análisis de la información entregada.
- C. Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en una hoja tipo impresa.

- Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
- Se da término a la actividad.
- Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos para realizar la actividad:

- ✓ Invitar a los grupos a organizar el turno de acuerdo a las prioridades del plan de producción, considerando las mantenciones de equipos y las interferencias que ocurren en un turno y que son relevantes para el funcionamiento y operatividad de una mina subterránea. Cada grupo prepara un set de datos de acuerdo a su experiencia y analiza cuál de ellos es más importante.



### **Desarrollo de la actividad (continuación)**

- ✓ Solicitar que asignen y/o distribuyan de la mejor forma los equipos y personas para lograr cumplir con los programas de producción del turno. Deben responder qué acciones se deben realizar para que el proyecto comience a funcionar, tales como, conseguir un buen turno en cuanto a producción, parámetros operacionales, distribución del personal y actividades de coordinación con otras áreas, etc. Otórguele 15 minutos a esta sección, la que debe concluir con la elaboración de un listado de actividades.
- ✓ A través de los coordinadores de grupo, distribuya la guía para la elaboración de una carta Gantt.
- ✓ Ahora pídale que, en los siguientes 15 minutos, ordenen el listado, señalando cuánto tiempo requiere cada actividad y en qué secuencia se deben llevar a cabo.
- ✓ Finalmente solicitar que elaboren una carta Gantt, seleccionando las cinco o seis, máximo ocho principales actividades del listado para el mejor uso de equipos en el área. Es importante que las actividades seleccionadas estén vinculadas entre sí. Otorgar 15 minutos para realizar esta parte del ejercicio.

### **Guía para la elaboración de Carta Distribución**

Se debe generar una carta Planilla para el día y resto de la semana si aplica. Este documento debe contener información referente a plan de mantención de equipos, personal presente, equipos disponibles, producción requerida, etc.

Para que el conjunto de estas acciones no los complique demasiado, les recomendamos ordenarlas. Para ello organicen el listado de actividades y el tiempo de duración.

## CARTILLA DISTRIBUCION

FECHA

TURNO

PRODUCCION

OPERACIÓN	PRIORIDAD	OPERADOR
JUMBO 1	4	
JUMBO 2	9	
SIMBA 1	10	
SIMBA 2	11	
ACUÑADOR 1	5	
ROBOSHOT	6	
MIXER	7	
SCOOP 1	1	
SCOOP 2	1	
DUMPER 1	2	
DUMPER 2	2	
DUMPER 3	2	
EQUIPO LEVANTE 1	3	
EQUIPO LEVANTE 2	8	
EQUIPO LEVANTE 3	8	

### Cierre de la actividad

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

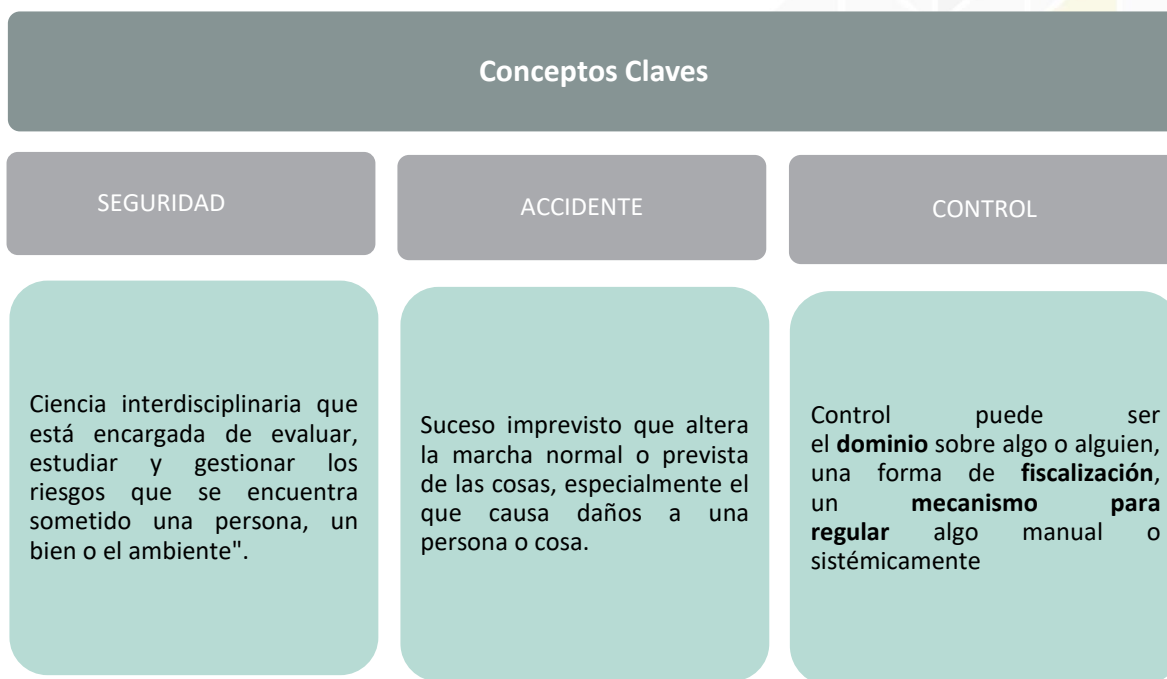
- Es más fácil listar los equipos necesarios para producción.
- La cantidad de equipos y personas disponibles para operar es prioritario para cumplir programas de producción.
- En cada actividad del trabajo se debe planificar.

**Duración de la actividad**

45 minutos

### 3. Riesgos Asociados

**Aprendizaje Esperado:** Verificar que todas las operaciones unitarias del proceso mina subterránea tienen asociados controles directos e indirecto, según procedimientos.



#### **Resumen de contenidos:**

Una vez identificados los riesgos, existen varios métodos que pueden usarse para proteger a los empleados. Estos métodos se llaman controles de riesgos. No todos los controles tienen la misma eficacia. Hay una “jerarquía” de posibles soluciones. Las soluciones más eficaces, en la parte superior de la pirámide, son aquellas que realmente eliminan el peligro. Debajo de ellas se encuentran las soluciones que sólo reducen o limitan la exposición del empleado. A menudo es necesario combinar varios métodos para obtener la mejor protección.

### ACTIVIDAD N° 3



Actividad de Aprendizaje: Generar listado con Peligros y asociar a operaciones unitarias rutinarias en Mina Subterránea



#### Objetivo

- Reconocer los peligros de las operaciones unitarias y saber evaluar peligros en una mina Subterránea.



#### Materiales y recursos

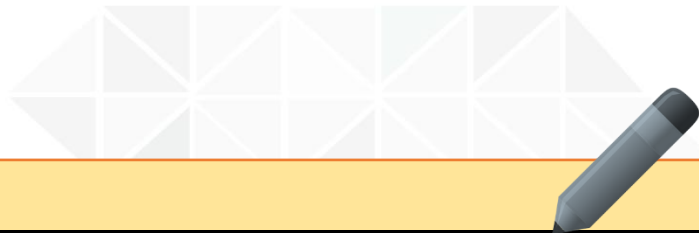
- Cuaderno del participante
- Papelógrafo
- Plumones

- **Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	✓
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	



## INSTRUCCIONES

---

### Inicio

---

Solicitar a los participantes que generen un listado con los principales peligros y riesgos en una mina subterránea.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

### Desarrollo de la actividad

---

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de riesgo y peligros en una mina subterránea.
- B) El instructor solicita a los participantes que realicen el listado con los peligros y riesgos presentes en la mina subterránea.
- C) Los participantes deben entregar al instructor una planilla con el ejercicio desarrollado, indicando algunos comentarios al respecto.
- D) Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.

#### Datos para realizar la actividad:

- ✓ Realizar un recorrido por la Mina, específicamente donde se desarrollan operaciones unitarias que son parte del plan de cumplimiento de producción. Se deben chequear operaciones unitarias relacionadas principalmente a carguío y transporte como:

Acuñadura.

Carguío Material.

Transporte Material.

Descarga Material.

### Desarrollo de la actividad

---

Se deben reconocer y listar la mayor cantidad de peligros presentes en las operaciones Unitarias, antes descritas.

Una vez recopilados y reconocidos los peligros en terreno, se debe generar una matriz donde se asocian cada peligro con la medida de control que se tiene. En caso de no tener medida de control en algún peligro esta debe ser implementar de inmediato.

Luego se clasifican los controles, es decir, si son directos o indirectos.

Una vez clasificados los controles se procede a evaluar el riesgo, es decir, la probabilidad y consecuencia de que ocurra un accidente producto de un peligro.

Se entrega planilla final a instructor, el cual debe revisar la información, y será defendido el trabajo por cada integrante de los respectivos grupos.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

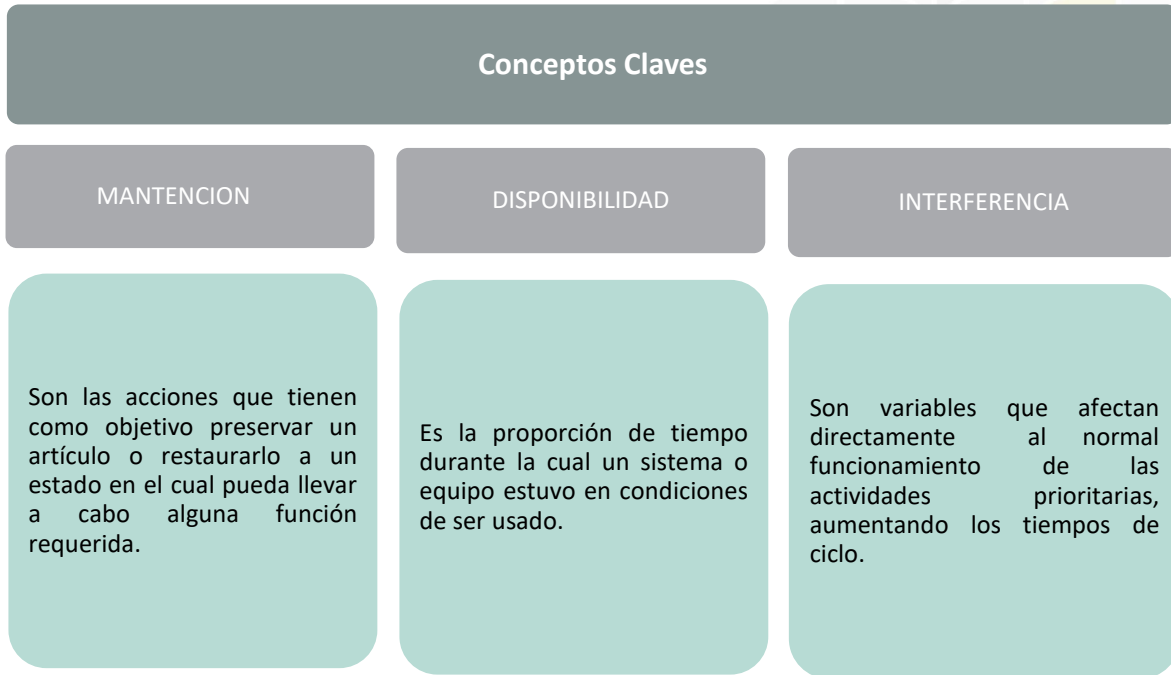
- Los aspectos principales de un supervisor.
- Los valores centrales y responsabilidades que tiene un supervisor
- Cada supervisor debe valorar su equipo de trabajo.

**Duración de la actividad**

60 minutos.

#### 4. Planes De Producción

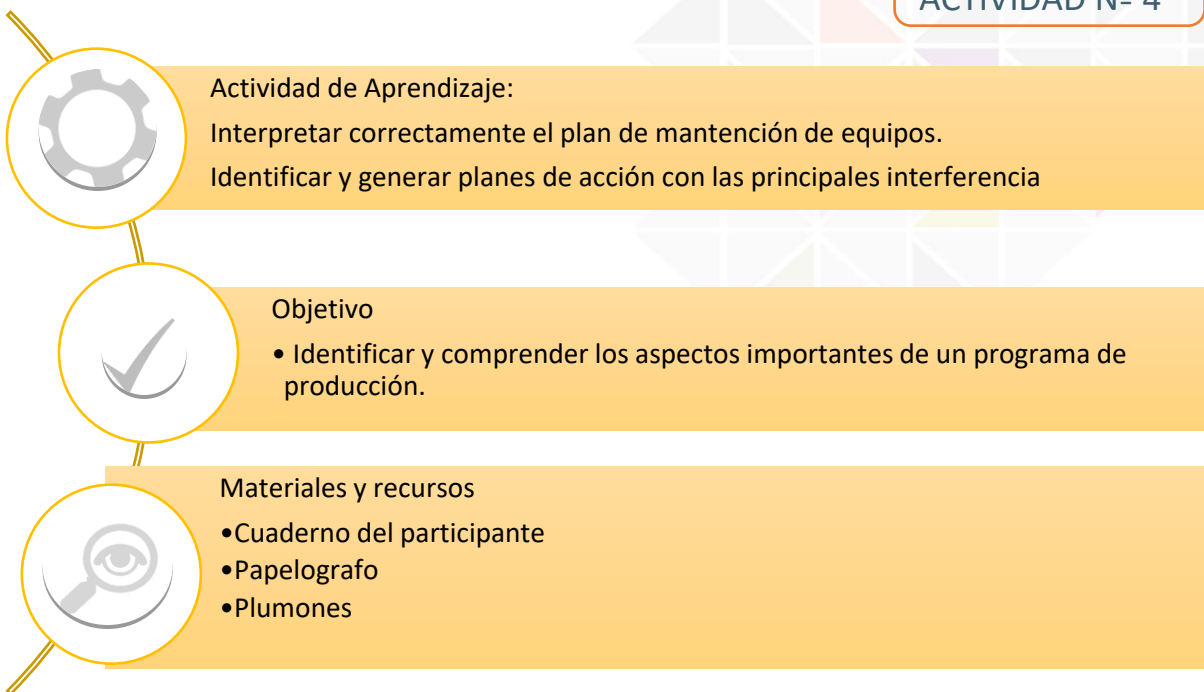
**Aprendizaje Esperado:** Verificar el cumplimiento de planes de producción, considerando el mantenimiento de equipos y las interacciones con otras actividades.



#### **Resumen de contenidos:**

El tiempo de mantención no necesariamente es igual al tiempo efectivo de mantención para reparar la maquinaria, pues hay pérdidas por retrasos por ejemplo en logística (repuestos, falta de cuadrilla de mantención, tiempo de reacción desde la panne).

Se entiende por interferencia a toda situación que genera pérdida de tiempo y que afecta el normal desarrollo de una actividad. Aquellas pueden ser programadas o no programadas y afectarán el tiempo de trabajo efectivo. En una operación minera las interferencias se pueden generar tanto en el ámbito de la producción como en el de la preparación. Si bien las interferencias ocurren en todas las faenas mineras, la cantidad y el tipo de interferencias pueden llegar a ser muy distintas entre una faena y otra, esto debido a que son dependientes de las condiciones de operación y de la estrategia empleada durante la operación y/o la preparación.



- **Estrategias metodológicas para el instructor:**  
Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	✓
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	





## INSTRUCCIONES

### Inicio

Solicitar a los participantes que en el papelógrafo realicen una tormenta de ideas con las interferencias que ocurren en la operación y que afectan a normal cumplimiento de plan de producción.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

### Desarrollo de la actividad

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de programa de producción, interferencia y mantención de equipos.
- B) El instructor solicita a los participantes que realicen tormentas de ideas por los temas descritos al inicio.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en una hoja de papelógrafo indicando sus conclusiones.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos para realizar la actividad:

- ✓ Realizar tormentas de ideas para cada tema propuesto como los indicados en adelante:
  - a. ¿Qué interferencias son los más importantes en el proceso?
  - b. ¿Qué equipos presentan mayores fallas y como definir su apropiada mantención?
  - c. ¿Cómo se puede optimizar el uso de los equipos?
  - d. ¿Qué tipos de mantención es aplicable en esta área?
  - e. ¿Qué indicadores son necesarios controlar para cumplir con planes de producción?

### **Desarrollo de la actividad (continuación)**

---

### **Cierre de la actividad**

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- Los aspectos principales de un supervisor.
- Los valores centrales y responsabilidades que tiene un supervisor
- Cada supervisor debe valorar su equipo de trabajo.

**Duración de la actividad**

60 minutos.

## 5. Administración de la Información

**Aprendizaje Esperado:** Registrar toda la información relevante de un turno.

### Conceptos Claves

#### TECNOLOGIA PARA INFORMAR

Identifica aquellos medios informáticos empleados para el tratamiento, almacenamiento, procesamiento y difusión de información y datos.

#### REGISTROS

El término puede referir a un número extenso de circunstancias que tienen en común el hecho de dejar asentado un determinado fenómeno con sus particularidades específicas con la finalidad de que exista un conocimiento al respecto para terceros o para un control

#### RESULTADOS

Se refiere a efecto, consecuencia o conclusión de una acción, un proceso, un cálculo, etc.; cosa o manera en que termina algo.

### Resumen de contenidos:

En lo que respecta a los sistemas propiamente dichos hay un amplio consenso en cuanto a las características que deben tener y maneras de obrar, sin embargo no ocurre lo mismo con el concepto de sistema de información, del cual existen muchas definiciones, matices y escuelas. De todas formas, hablando en términos generales, podemos decir que un sistema de información es un conjunto de componentes que interaccionan entre sí para alcanzar un fin determinado, el cual es satisfacer las necesidades de información de dicha organización. Estos componentes pueden ser personas, datos, actividades o recursos materiales en general, los cuales procesan la información y la distribuyen de manera adecuada, buscando satisfacer las necesidades de la organización.

El objetivo primordial de un sistema de información es apoyar la toma de decisiones y controlar todo lo que en ella ocurre. Es importante señalar que existen dos tipos de sistema de información, los formales y los informales; los primeros utilizan como medio para llevarse a cabo estructuras sólidas como ordenadores, los segundos son más artesanales y usan medios más antiguos como el papel y el lápiz o el boca a boca.



Actividad de Aprendizaje: **Generar informes con resultados finales**



**Objetivo**

- Identificar y comprender los aspectos necesarios en la creación de un informe diario de turno.



**Materiales y recursos**

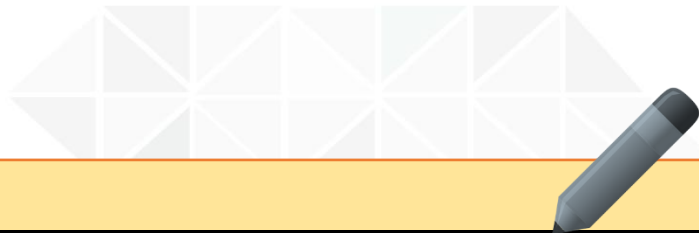
- Cuaderno del participante
- PC y proyector
- Papelógrafo y plumones

• **Estrategias metodológicas para el instructor:**

Las estrategias son los procedimientos y/o recursos utilizados para promover el aprendizaje a través de las actividades.

• **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	✓
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	



## INSTRUCCIONES

### Inicio

Solicitar a los participantes que a través del uso de papelografo generen un informe de turno que contemple los hechos más relevantes del turno.

Formar grupos con un número de integrantes acorde al total de participantes que asisten a la actividad de aprendizaje. (2 a 5 participantes promedio)

### Desarrollo de la actividad

El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes:

#### PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Entregar indicaciones de seguridad y velar por la adecuada aplicación de los controles críticos. El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Organizados en grupo o individual:

- A) El instructor refuerza los conceptos de la administración de la información.
- B) El instructor solicita a los participantes que realicen tormentas de ideas de una base de datos para la toma de decisiones.
- C) Los participantes deben entregar al instructor los ejercicios en una hoja de papelografo indicando sus conclusiones.
  - Los resultados son revisados y comentados por el instructor.
  - Se da término a la actividad.
  - Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

#### Datos para realizar la actividad:

1. Realizar tormentas de ideas de los distintos datos de un proceso operativo, en la cual se debe tomar decisiones para la actividad desarrollada en un proceso.
2. El informe a generar de contemplar en primer lugar indicadores de: Seguridad, Medio ambiente.
3. Mostrar a continuación la información de :
  - a. Peligros presentes.
  - b. Evaluación de riesgos
  - c. Producción diaria
  - d. Personal presente.
  - e. Disponibilidad de equipos

### Desarrollo de la actividad (continuación)

---

4. Hechos relevantes
5. Temas pendientes por realizar en el turno y compromisos en el corto plazo.
6. Cuadro de control de indicadores claves de gestión y su seguimiento.

### Cierre de la actividad

---

Al finalizar la actividad, el instructor refuerza los conceptos de la Unidad. Reflexión en conjunto acerca de los resultados de la actividad y conceptos claves:

- **La importancia que tiene un sistema de información.**
- **Los registros son necesarios que se lleven siempre para la toma de decisiones**
- **La tecnología es un medio que apoya el fin que persigue la empresa.**

**Duración de la actividad**

60 minutos.



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

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

