CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Instructor

OPERADOR ESPECIALISTA MINA SUBTERRÁNEA

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

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 documento……6

MÓDULO: CONCEPTOS BÁSICOS..... 8

1.Comprender leyes y reglamentos 8

2.Maquinarias Utilizadas y sus funciones. 17

3.Introducción a la seguridad minera: Elementos de Protección Personal (EPP)..... 38

4.Unidades básicas de medidas 65

5.Oleohidráulica; neumática y eléctrica..... 74

6.Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe. 103

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA CADENA DE VALOR DE LA MINERÍA DEL COBRE Y SUS PROCESOS……..... 111

1.Creación del valor al trabajo……..... 111

2.Desarrollo sustentable del negocio minero……..... 124

3.Planificación del negocio minero……..... 129

4.Descripción del proceso mina……..... 142

5.Descripción del proceso de concentración de minerales……..... 154

6.Descripción del proceso hidrometalúrgico……..... 168

7.Descripción del proceso pirometalúrgico……..... 183

8.Procesos productivos en una planta de procesamiento de mineral de cobre 214

9.Negocio minero como organización económica……..... 221

Fuentes referenciales..... 229

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE EQUIPO JUMBO 231

1.Reconocer partes principales, movimientos básicos del equipo y coordinaciones de traslado.. 231

2.Perforación con Jumbo……..... 244

3.Identificación de componentes de extinción y entrega del equipo al término del turno. 274

Fuentes referenciales 286

MÓDULO: OPERAR EQUIPO JUMBO 285

1.Partes principales, movimientos básicos del equipo y coordinaciones de traslado. 288

2.Perforación con Jumbo 294

Fuentes referenciales 301

MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE DE MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA 303

1.Reconocer Partes Principales del Equipo 303

2.Aplicar procedimientos e instructivos de operación en el proceso de sistemas de transporte. . 312

3.Comunicación, sistemas de emergencias del equipo y actuación en caso de incendio en el equipo 343

MÓDULO: TRANSPORTAR MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA 354

1.Reconocer Partes Principales del Equipo 354

2.Aplicar procedimientos e instructivos de operación en el proceso de sistemas de transporte. . 362

3.Comunicación, sistemas de emergencias del equipo y actuación en caso de incendio en el equipo 368

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN LHD EN PRODUCCIÓN 376

1.Nociones Básicas de Operación LHD en Producción 376

2.Monitoreo y Operación 396

3.Registros e Información 428

MÓDULO: OPERAR LHD EN PRODUCCIÓN 435

1.Operación LHD en Producción 435

2.Monitoreo y Operación 442

3. Registros e Información 450

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de ***Operador Especialista Mina Subterránea,*** **nivel 4 del MCM.**

El documento está dividido en módulos, los cuales están organizados en secciones de temas y contenidos específicos.

El instructor, podrá, además, sugerir actividades como las que se listan a continuación:

- Charlas y/o reflexiones de seguridad.
- Discusiones o foros de debate.
- Reforzamientos.
- Actividades en terreno.
- Preparación para la evaluación final

Específicamente para las actividades relacionadas a tecnologías de comunicación audiovisual se entregarán links a modo referencial, sin embargo el instructor tendrá la libertad de utilizar los recursos que estime conveniente a fin de lograr los requerimientos de la actividad.

Todo el material es susceptible de ser mejorado, adaptado o modificado en función de las características del grupo con el que se trabaje. Por ello se ha diseñado desde un enfoque flexible, que permite al instructor agregar recursos que enriquezcan algún contenido o posibilitar el aporte de los participantes, cuidando siempre de lograr los aprendizajes esperados de cada módulo.

Respecto a las evaluaciones se sugiere que éstas sean elaboradas por el instructor de acuerdo a los siguientes lineamientos

La evaluación de los módulos y sus contenidos debe estar compuesta por a lo menos 10 preguntas, las cuales deben ser extraídas del doc. de evaluación de proceso".

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas buenas.

La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75%.

MÓDULO:
CONCEPTOS BÁSICOS

MÓDULO: CONCEPTOS BÁSICOS

1. Comprender leyes y reglamentos

Aprendizaje esperado: Comprender las leyes, decretos y reglamentos que rigen la labor minera subterránea.

Conceptos Claves		
DECRETO SUPREMO 132	LEYES NACIONALES	REGLAMENTOS Y PROCEDIMIENTOS
Compilado de exigencias para yacimientos mineros.	Decreto supremo y normativa nacional.	Reglamentos, procedimientos e instructivos terminologías .

Introducción:

Si hablamos de extracción de los minerales desde la tierra, existen dos posibilidades de hacerlo, estas pueden ser: a rajo abierto y de forma subterránea. El tipo de extracción se encuentra determinado por el tipo de mineral, y la forma y profundidad del yacimiento. Cuando se habla de mineral, se refiere al material con valor económico que es enviado a la planta de procesamiento. Se puede hacer una diferencia entre “baja ley”, que no es enviado a la planta inmediatamente, pero puede utilizarse, y “lastre” o “estéril”, que es un material que no tiene valor económico. Según la concentración del metal, se expresa la calidad del material.

Si las rocas mineralizadas de cobre se encuentran en profundidad, resulta muy costoso cavar desde arriba y, en tal caso, se opta por la extracción subterránea.

Una mina subterránea es la perforación realizada por medio de obras y trabajos en el interior de la tierra, tales como pozos, galerías, cámaras, túneles y socavones planos con el objetivo de acceder a la masa de mineral y obtener el mineral de las profundidades. Se realiza sin tener que mover los materiales que recubren el yacimiento. La maquinaria que se utiliza es, en general, mucho más pequeña que la que se utiliza a rajo abierto (maquinarias de gran dimensión), debido a las limitaciones que impone el tamaño de las galerías o túneles.

La perforación de roca es un procedimiento fundamental para arrancar mineral en la minería subterránea, y según el tipo de mineral, se puede subdividir en minería de roca blanda y

minería de roca dura. Se denomina “roca blanda” cuando no requiere el empleo de explosivos en el proceso de extracción, como en la minas de carbón. La minería de “roca dura”, utiliza explosivos como método de extracción. La perforación en éste caso, tiene una amplia gama de aplicaciones para los que existen distintos dispositivos diseñados para tratar con las variadas maneras de perforar roca.

El reglamento minero del *SERNAGEOMIN* es un instrumento legal que rige las normas de explotación de los yacimientos mineros en rajo abierto, canteras y minería subterránea, además establece normas para las instituciones, empresas y trabajadores en sus formas y sistemas de explotación, basadas en las leyes laborales de accidentes del trabajo 16.744, Decreto Supremo 594 de Higiene y seguridad en las faenas mineras.

A continuación se destacan artículos que hacen referencia y direccionan a las empresas mineras para desarrollar desde las instalaciones de faenas hasta el desarrollo del yacimiento sus normas y exigencias legales para el resguardo de la integridad física de las personas, instalaciones y el proceso.

El reglamento establece normas y regulaciones a las que deben someterse las faenas de la industria de la minería, con el objeto de:

a) Proteger la vida e integridad de las personas.
b) Proteger las instalaciones e infraestructura y la regularidad de los procesos.

Son aplicables a todas las empresas mandantes y que presten servicios a la minería.
Además se deben cumplir las leyes y normas establecidas y aplicables a nivel nacional en compatibilidad.
El Estado de chile mediante el decreto N° 3525 de 1980 establece la creación del servicio Nacional de Geología y Minería como organismo competente y regulador de esta actividad. Mediante fiscalizaciones.
La Industria Extractiva Mineracorresponde a las actividades que se refieren a:

a) Exploraciones y Prospecciones.
b) Construcción de yacimientos.
c) Explotación y extracción de minerales y sub productos.
d) Transformaciones piro metalúrgicos e hidro- metalúrgicos y lixiviaciones.
e) Pilas de materiales estériles. Como relaves y otros.
f) Embarque de productos finales del proceso.
g) Exploraciones y sondajes.
h) Toda construcción que tenga relación directa o indirecta con el proceso minero Ejemplos Obras civiles

Este artículo establece que faena minera es toda la línea productiva del proceso incluyendo todas las de apoyo de otras especialidades para el trabajo general del yacimiento. Talleres, maestranzas, ferrocarriles, puertos, campamentos, etc.

Estatus para minería subterránea establecidas por el *SERNAGEOMIN* hace mención que la empresa minera debe tener actualizados planos de todas las instalaciones como:

a) Ubicación geográfica todo lo relacionada con la propiedad minera. Conservador de minas.
b) Ubicación de todos los servicios de apoyo y resguardos de las vías fluviales.
c) Servicios de emergencias.
d) Sistemas de ventilación acorde al tamaño y funcionamiento del proceso en caso de minas subterráneas.

Este artículo establece que las normas que no sean contempladas el reglamento de seguridad minera la empresa mandante deben cumplir con las normas sanitarias y ambientales de acuerdo con el código Sanitario.
En aspectos de seguridad el servicio exige a las empresas registrar y reportar mensualmente las estadísticas de los accidentes con tiempo perdido y sin tiempo perdidos acontecidos en las faenas.
Estas estadísticas el servicio las publica anualmente.
Toda faena minera debe tener sistemas para brindar primeros auxilios e intervención primaria a lesionados, estos son:

a) Contar con camillas en las cercanías a las áreas productivas. Demarcadas y accesibles.
b) Mantas de abrigo.
c) Policlínicos para primeros auxilios.

Toda faena minera debe tener personal instruido y capacitado e primeros auxilios estos trabajadores solo actúan en casos de emergencias. Hasta que el accidentado sea atendido por personal profesional de la salud.
Este personal instruido debe estar capacitado en:

a) Identificar y restablecer signos vitales.
b) Contención de hemorragias.
c) Lesiones por impactos a la cabeza o pérdida de conocimiento
d) Contención de fracturas e inmovilizaciones.
e) Rescate de lesionados.

Estos trabajadores deben ser re-instruidos anualmente.
Para dar cumplimiento a este mandato las empresas han creado brigadas de rescate para actuar en condiciones de incendio y atención y rescate de accidentados.
Todas las empresas mineras deben establecer procedimientos de emergencias para casos tales como rescate de personas, actuación en caso de Incendios, o rescate por derrumbes de las labores productivas.
Es obligación del servicio exigir que las empresas mineras deben investigar las causas que originaron los accidentes.

El servicio establece que las empresas deben poseer reglamentos que regulen los siguientes aspectos:

a) Control de ingreso de personas a faenas mineras.
b) Transporte y manipulación de explosivos.
c) Tránsito y operación de equipos.
d) Reglamento de Fortificación
e) Reglamento de emergencias.
f) Reglamento de Almacenamiento transporte de sustancias peligrosas.

Este artículo establece que debe existir en toda mina subterránea a lo menos dos vías de escape a superficie libres y expeditas distante una de otra
Establece que debe mantener procedimientos de evacuación del personal en caso de Incendios derrumbes y terremotos.

a) Tipos de emergencias.

b) Señalización interna de la mina e indicación de las vías de escape y refugios.

c) Sistemas de alarma por iluminación, aire, sonoras y comunicaciones radiales y telefónicas.

d) Todo el personal con Instrucción en esto.

e) Simulacros y funcionamiento de brigadas de rescate.

Este artículo establece que en minería subterránea debe existir refugio móvil y fijo y el personal instruido en su utilización estos equipamientos deben tener para una duración mínima de 48 Horas, que consiste en:

a) Auto rescatador de recambio.
b) Alimentos no perecibles.
c) Agua potable.
d) Tubos de oxigeno
e) Sistemas de comunicación con el exterior.
f) Ropa de trabajo
g) Elementos de primeros auxilios.
h) Manuales de utilización de los refugios.

Toda persona que ingrese a mina subterránea debe portar lámpara minera, auto rescatador cinturón de combinación
El transporte de ingreso a mina subterránea sujeto a horario acorde a traslados de personal y materiales de cargas y equipos.
La normativa establece que los equipos diésel deben ser inspeccionados mensualmente y controladas sus emisiones de gases por el peligro que reviste esta condición por lo que el Ds. 594 establece, normas y límites permitidos para trabajar durante jornadas en de 8 Horas.

CONTAMINANTE	P.P.M.
Moxido de Carbono	40
Oxidos de Nitrogeno	20
Aldehido Formico	1,6

Cuando el yacimiento involucra una gran altura geográfica los límites son más restrictivos sobre los 1.000 metros.

Las máximas están dadas enMgr/ m3 de aire

Como se calcula L.P.P.P= L.P. P x P Dividido por el factor 760

Recopilación de Reglamentos en Seguridad Minera

D.S. Nº 132 - MINISTERIO DE MINERÍA - Publicado el 7 de febrero de 2004

1.1. Terminologías para minería subterránea

A continuación se describen algunas de las tantas terminologías utilizadas frecuentemente en minería subterránea como dialecto para el buen entendimiento de ellas y sus comprensiones.

- Caserón: Termino utilizado para describir un gran espacio en el macizo rocoso.
- Pique de Traspaso: Orificio que une un nivel a otro y traspasa mineral a través de él.
- Ore Pas: Sigla en Inglés que significa Orificio de Traspaso.
- Buzones: Estructuras metálicas capases de contener y mover mineral.
- Escraper: Estructuras metálicas con cadenas para usarlas como freno de mineral.
- Dedos metálicos: Estructuras metálicas para contener y frenar flujos de mineral.
- Unidades Hidráulicas: Conjunto de componentes para ejecutar movimientos a distancia con fluidos hidráulicos.
- Chuté: Parte móvil del buzón que regula flujo de mineral.
- Yugo: Estructura metálica adosada a las cadenas para regular flujos de mineral.
- Frente: Se denomina así al sector de avance horizontal en las galerías en desarrollo.
- CAEX: Camiones de Extracción
- LHD: Sigla en Inglés de LOAD, HaulpDamp : Cargar, Levantar, Vaciar.
- Jumbo: Modelo de equipo perforador que se utiliza para perforaciones horizontales, radiales, des quinches, reducción secundaria, descuelgues de sectores atascados en los piques de traspaso.
- Mamo: Martillo Móvil.
- Martillo Fijo: Equipo estacionario que se utiliza para romper rocas de gran tamaño.
- Guagua: Máquina perforadora manual que se utilizaba para perforación de reducción secundaria.

- Jakleg: Marca de máquina perforadora manual utilizada para reducción secundaria.
- Hundimiento: Zona donde se produce el quiebre del macizo rocoso para realizar la extracción de mineral.
- Zanja o embudo: Estructura o diseño dentro del macizo rocoso para el escurrimiento controlado de mineral desde hundimiento.
- Pata: zona inferior de la frente de desarrollo.
- Caja: Zona lateral de la frente de desarrollo.
- Spring Laín: Zona curvada de la frente de desarrollo que une la caja con la corona.
- Corona: Zona alta curvada de la frente de desarrollo.
- Paisano: Persona de un mismo territorio o localidad.
- Cachero: Termino utilizado desde la minería de los pirquenes para denominar a la persona que buscaba el oro en una mitad de cacho d buey.
- Carguero: Persona designada para manipular y ejecutar tronadas con explosivos.
- Ayudante de carguero: Persona que ayuda a transportar y preparar cargas explosivas para el maestro carguero.
- Cachorreo: Termino utilizado para realizar perforaciones menores para reducción secundaria.
- Ratones: Orificios realizados en material compactado gredoso con coligues para incorporar explosivos y producir el aflojamiento del material compactado.
- Sub estaciones eléctricas: Salas de distribución eléctricas para las distintas instalaciones.
- Sub niveles: Niveles inferiores que se utilizan para ventilación o extracción de aire limpios o contaminados
- Parrillas: Estructuras metálicas que se utilizan para contener rocas de gran tamaño y reducirlas.

Repaso de Conceptos Claves

DECRETO SUPREMO 132	LEYES NACIONALES	REGLAMENTOS Y PROCEDIMIENTOS
Compilado de exigencias para yacimientos mineros.	Decreto supremo y normativa nacional.	Reglamentos, procedimientos e instructivos terminologías .

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje: Introducción a la Minería Subterránea

- **Estrategia Metodológica**
  Revisión de los instrumentos legales como el Decreto Supremo 132,

  Revisión Leyes Laborales,

  Revisión Decretos Supremo 594.

  Revisión de Reglamentos de Ingreso de personas a mina subterránea.

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

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	✓
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Ejemplos de aplicación y eventos que han existido en la historia del yacimiento. de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	✓

1. **Objetivo**

   El participante aprenderá las leyes y normas que establece el país para que funcionen los yacimientos mineros, y que como trabajador sepa de sus derechos y deberes dentro de las organizaciones.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante.
   - PC y proyector.
   - Acceso a Internet.
   - Literatura impresa en Libros de Leyes, Decretos Supremos y Reglamentos.

3. **Descripción de la Actividad:** En esta actividad se analizarán los artículos que rigen el funcionamiento de los yacimientos mineros demostrando y comparando su aplicabilidad con reglas establecidas en algún yacimiento de referencia.

Etapa	Especificaciones
Inicio	Se inicia la actividad por identificar y explicar cómo se ha construido el Decreto Supremo y como se ha reactualizado acorde a las nuevas técnicas de explotación y maquinarias insertas en los procesos mineros subterráneos.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. a. El instructor demuestra a través de sistema WEP como accesar a las leyes y decretos y si existe en el yacimiento oficina documental como llegar a la información. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas. c. El instructor a través de presentaciones PPT, demuestra cómo se aplican estos artículos en la faena para que el trabajador entienda las reglas para operar en el proceso. d. El Instructor registra en formatos de evaluaciones las respuestas a consultas realizadas por el en entendimiento de la aplicación de los artículos legales. e. Analizan respuestas en clase permitiendo cerrar las brechas detectadas en respuestas inconclusas o mal

	respondidas. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso , (de la letra a la e) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones. h. Término de la actividad. i. Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.
Duración de la actividad	480 minutos.

4. Cierre de la Actividad

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

- Reconocer las leyes que rigen la actividad minera en Chile.
- Reconocer y aplicar los reglamentos asociados a la mina subterránea en específico.
- Reconocer y respetar las normas para ingresar a minería subterránea como principio fundamental el cuidado de la persona en primer lugar y las instalaciones.
- Reconocer y aplicar los procedimientos, atingentes a las labores que ejecutará el trabajador de Mantención mecánica de equipos móviles, equipos e instalaciones eléctricas o de operaciones mineras.

2. Maquinarias Utilizadas y sus funciones.

Aprendizaje esperado: Reconocer la gama de actividades, maquinarias y procesos mineros subterráneos.

Conceptos Claves		
MAQUINARIAS UTILIZADAS	PROCESO DE EXPLOTACIÓN	PROCESO DE EXTRACCIÓN
Tipos de equipos usados en faena de mina subterránea.	Tipos de explotación minera	Tipos de extracción

Introducción:

A continuación, se nombran tipos de maquinarias utilizadas en minería subterránea con sus funciones, esto con el objetivo de poder minimizar los accidentes que involucren equipos y personas se establece que todo operador o conductor de equipo debe estar instruido y capacitado para la operación del equipo según corresponda a sus funciones. Y utilidad dentro del proceso minero.

2.1. Tipos de maquinarias

Perforadoras Jumbo.	
	Equipo utilizado para desarrollos horizontales, existen de uno hasta cuatro brazos de perforación. Los de un brazo de perforación se utilizan frecuentemente para realizar tareas de desquinches, reducción secundaria, y cachorreos para destranque de puntos colgados.

Perforadoras Radiales.	
	Este equipo es utilizado para perforar las galerías de hundimiento y producir la preparación del macizo y preparar la tronadura de quiebre del blockaving.

Perforadoras manuales.	
	Este equipo es de mucha utilidad para zonas de poca accesibilidad de maquinarias perforadoras de gran tamaño es muy utilizado en la pequeña minería es operado con sistema neumático (Aire Comprimido) proporcionado por compresores.

Perforadora electrohidráulica.	
	Esta es una perforadora electrohidráulica que utiliza el método de perforación RaiseBorrer donde se realiza una perforación guía desde un punto superior o galería superior hasta una galería inferior con esta perforación se realizan los piques de traspaso de mineral.

Palas LHD.	
	Este equipo es utilizado para los procesos de extracción de mineral, por sus dimensiones y bajas alturas de diseño con ellos se traslada mineral para ser depositado en los piques de traspaso o para cargar camiones de transporte de mineral. Existen diferentes tamaños desde las 3 yardas cubicas hasta las 18 yardas cúbicas.

Camiones de transporte de mineral.	
	Existen diferentes modelos y marcas en el mercado respecto del transporte de mineral para minería subterránea transportando tonelajes que fluctúan entre las 10 toneladas y 80 toneladas en bajo perfil para minería subterránea

Martillo Móviles:	
	Estos equipos se utilizan por su movilidad para realizar reducción secundaria sobre las parrillas de traspaso de mineral cuando estas se atollan de colpas de gran tamaño existen martillos transportados con cadenas u Orugas. O sobre neumáticos.

Martillo fijos. Y tele comandada vía remota.	
	Estos equipos, se utilizan en los piques de traspaso para realizar reducción secundaria cuando se producen atollo de mineral por acumulación de colpas.

Mini Cargadores.	
	Equipos utilizados para procesos de limpiezas de cámaras de picados y calles de tránsito.

Alza Hombres Telescópicos.	
	Equipo utilizado en minería subterránea por su versatilidad de utilización de distintos tipos de herramientas y sus alcances en distancias de alturas y prolongación.

Alza Hombres Tijeras.	
	Equipos utilizados para trabajos puntuales de alcance vertical para instalaciones en altura.

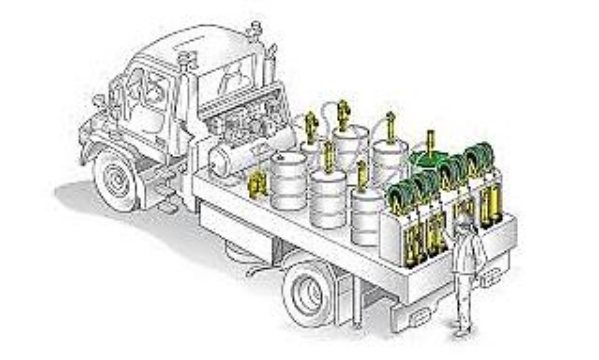
Camiones Plumas.	
	Camiones plumas utilizados para el transporte de distintos tipos y volúmenes de cargas en minería subterránea.

Camiones plataformas elevadoras.	
	Equipos utilizados en minería subterránea para las instalaciones de ductos de transporte de agua y sistemas de tendidos eléctricos. Sólo opera en forma vertical.

Equipos cargadores de Anfo.	
	Equipo Utilizado para el transporte de mezcla de explosivos para las faenas de Hundimiento.

Equipo inyector de shotcrete.	
	Este equipo se utiliza en una de las fases de fortificación cuando se requiere de inyectar shotcrete en las cajas, corona, y espringlain. De la estructura de las labores de minería subterránea.

Equipos de transporte de Hormigón.	
	Este equipo es utilizado para el transporte de mezclas de hormigón armado para estructuras de obras civiles como pilares y parapetos

Camiones lubricadores.	
	Estos equipos son utilizados en minería subterránea para lubricar los equipos del proceso productivo evitando demoras y traslados a los talleres.

Camiones abastecedores de combustibles.	
	Camión reabastecedor de combustible para los equipos de producción en terreno.

Dumper.	
	Equipo utilizado para los desarrollos iniciales en labores de minería subterránea de bajo tonelaje fluctúa entre 5 y 15 toneladas.

Equipos utilitarios DUX Porter	
	Equipo Utilitario transformable en múltiples funciones acorde a necesidades. De terreno.

Acuñador Mecanizado.	
	Equipo utilizado para acuñaduras de gran envergadura en los avances horizontales con el objetivo de acuñar el macizo rocoso sin exponer a personas que realicen esta labor.

Maquinaria de fortificación	
	Este tipo de maquinaria es utilizada en la instalación de mayas pernos y shotcrete en el proceso de fortificación de galerías de desarrollo horizontales.

2.2. Actividades Individualizadas en los procesos mineros para la gama de trabajadores en el yacimiento.

Operadores novatos:

Estos operadores están en fase de aprendizaje de instalaciones y procesos mineros, por los que se están capacitando constantemente y cambiando de labores en forma reiteradas, participando como ayudantes de los operadores especialistas o calificados. Desarrollan limpias en equipos menores y labores de acuñadura manuales además de reparaciones de sistemas operativos. Y buzones, de traspaso.

Operador Calificado o con experiencia de más de 5 años:

Este operador ya domina manipulación e instalación de explosivos, opera equipos de mediana envergadura más la gran mayoría de equipos de apoyo a la producción como son equipos alza hombres y otros utilitarios. Además ejecuta trabajos de reparación con soldaduras.

Operadores de Especialistas o con más de 6 años de experiencia:

Este trabajador ya domina la gran mayoría de los equipos mineros subterráneos, por que a través del tiempo fue operando y ejecutando labores que le permitieron madurar emocionalmente y técnicamente en el proceso y en la operación de sistemas y equipos.

Mantenedores mecánico Novatos:

Son aquellas personas que se están incorporando al mundo de la minería en funciones de mantenedor para los distintos equipos y sistemas de los procesos productivos.

Mantenedor mecánico Calificado o con experiencia de 5 años:

Este trabajador por su experiencia ya domina gran parte de los sistemas y equipos, teniendo la condición de reparar e intervenir equipos si así lo determina su jefatura.

Mantenedor mecánico especialista o con más de 6 años de experiencia:

Este trabajador domina todas las máquinas y sistemas de los procesos capaz de actuar y determinar la intervención de los equipos si su jefatura lo autoriza a ejecutar, el trabajador es una persona que evalúa y diagnostica fallas.

Electro-mecánico:

Es la persona que está encargada de revisar, mantener y reparar sistemas eléctricos de equipos e instalaciones que utiliza el proceso productivo.

Mantenedor Eléctrico Novato:

Este trabajador está en proceso de aprendizaje de sistemas e instalaciones y las redes de distribución eléctricas de la mina, además está en la fase de aprendizaje en los circuitos de ventilación y dispositivos de controles electrónicos de los sistemas.

Mantenedor Eléctricos Calificados o con experiencia de 5 años:

Son trabajadores que dominan gran parte de las instalaciones y sistemas operativos de controles con su software. Intervienen en terreno sistemas de ventilación y redes de energía eléctricas en las sub-estaciones.

Mantenedor Eléctricos especialistas o con más de 6 años de experiencia:

Este trabajador ya domina todos los sistemas e instalaciones eléctricas de la mina con su software respectivo, puede determinar y diagnosticar fallas en los sistemas para preparar su intervención y posterior reparación.

Supervisor ayudante o primera línea:

Este trabajador es quien ha desarrollado carrera laboral con años de experiencia en todo el proceso minero ha logrado capacitarse en algunos casos como ingeniero de ejecución.

Su deber fundamental es actuar como un facilitador de su grupo de trabajadores para tenerles las herramientas y coordinaciones necesarias para que el operador o mantenedor especialista o calificado pueda desarrollar en buena calidad su trabajo sin exponerse a riesgos.

2.3. Métodos de explotación subterráneos

Para lograr una extracción segura, eficiente y selectiva de los yacimientos de minerales a una cierta profundidad, es necesario determinar un método de explotación subterráneo o por interior, que contemple al menos:

- Diseño geométrico y planificación de las operaciones.
- Ingeniería de los sistemas o técnicas operativas (Maquinaria y sistema tecnológico).
- Estimación de los costes de inversión y de operación.
- Cumplimiento de parámetros de seguridad, fiabilidad y rentabilidad del proyecto.
- Integración en el entorno o medio ambiente.

Hay factores que son determinantes para la elección del método de explotación subterránea:

- Geometría del yacimiento: morfología, tamaño, y distribución de las leyes, entre otros.
- Aspectos geotécnicos: referido a la profundidad, fracturación y comportamiento de los distintos materiales.
- Aspectos económicos: leyes del mineral, valor del mineral, productividad y ritmo de explotación.
- Seguridad y medio ambiente: impacto social, impacto ambiental, entre otros.

Los métodos más convencionales son:

- Por soporte natural del terreno: cámaras, pilares y subniveles.
- Por soporte artificial sistemático: cámaras almacén, corte y relleno, entibación cuadrada y testeros.
- Por hundimiento del techo. tajos largos, por bloques, por subniveles, por rebanadas horizontales. (ver figura 1)

Figura 1

2.4. Principales métodos de extracción

Por soporte natural del terreno:

Cámaras y pilares: La minería de cámaras y pilares se realiza en secciones o paneles, habitualmente rectangulares y también puede poseer pilares distribuidos aleatoriamente. . (Ver figuras 2 y 3)

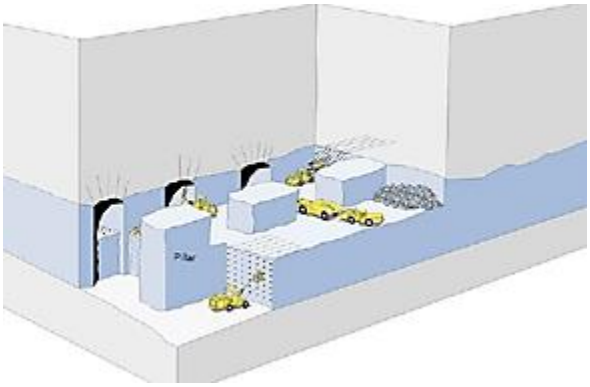


Figura 2

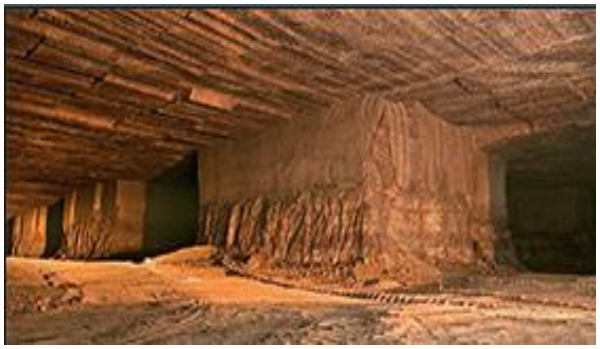


Figura 3

Subniveles o sublevelstoping: El método utiliza la tronadura para desprender el material entre niveles. El mineral del nivel superior cae finalmente al nivel inferior, en otras palabras el nivel superior desaparece. Este método de subniveles se emplea en caserones muy regulares, en los que el mineral y la roca son resistentes. Se caracteriza por su gran productividad debido a que las labores de preparación se realizan en su mayor parte dentro del mineral. Se aplica a concentración

de minerales de alta pendiente, en los que el mineral cae por gravedad en el hueco abierto y que permiten la perforación de barrenos largos de banqueo o en abanico. (Ver figura 4)

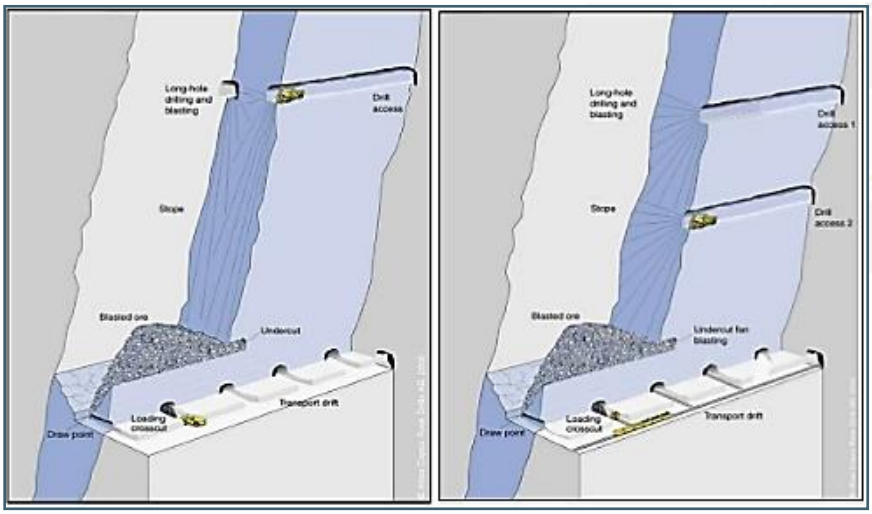


Figura 4

Por Soporte Artificial Sistemático:

Cámarasalmacén o shrinkage stopes. Consiste en que el mineral cae gradualmente en el mismo nivel a medida que se insertan explosivos en la zona vertical superior en el punto de extracción. El mismo nivel recibe el material que cae. Este método es apropiado para vetas verticales, con suficiente regularidad y estabilidad de hastíales para permitir la caída por gravedad del mineral. El caserón o concentración del mineral debe tener características geométricas análogas a las necesarias para los métodos de subniveles. Se considera un método de transición. . (ver figuras 5, 6 y 7).

Figura 5

Figura 6

Figura 7

Corte y relleno ascendente o cut and fill: El mineral se extrae desde la misma galería. Un equipo jumbo perfora el frente de mineral en el punto de extracción y luego de la tronadura el LHD retira el mineral. EL proceso se realiza sucesivamente en el mismo nivel haciendo que la galería crezca. (Ver figura 8)

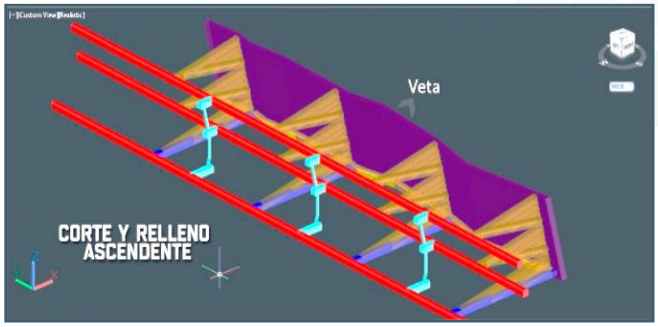


Figura 8

Corte y relleno descendente o undercut and fill: En este método el arranque se realiza en rebanadas horizontales que se rellenan colocando previamente una losa de hormigón o relleno cementado que sirve de techo artificial para la rebanada siguiente. Este método sustituye al de corte y relleno ascendente en los casos de mineral falso y fracturado cuya corona puede ceder y complicar la explotación. (Ver figura 9)

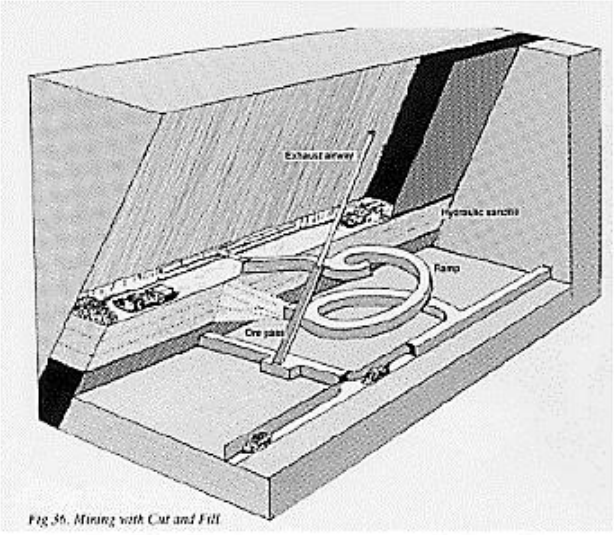


Figura 9

Por hundimiento:

Hundimiento por bloques o block caving: Método que consiste en arrancar un bloque de mineral en un caserón de grandes dimensiones por hundimiento del mineral, que se va sacando por la base del bloque. Se comienza por dividir el terreno en grandes bloques cuya sección horizontal es generalmente superior a 1000 m2. Una vez ubicado el bloque de mineral de interés, se genera una red de galerías en la base del bloque. Desde la base de bloque se generan explosiones ascendentes para que el mineral caiga por gravedad a la galería en la base del bloque. La zona de fractura va subiendo y a medida que progresa el hundimiento, la fragmentación mejora, el mineral se quebranta y así puede cargarse en la base, en los numerosos puntos de carga. Suele utilizarse en los grandes caserones de minerales de hierro. (Ver figura 10)

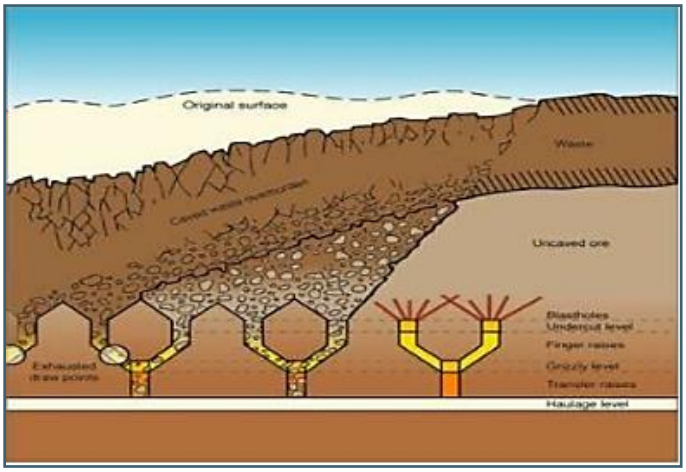


Figura 10

Hundimiento por tajo largo o longwallminingmethod. Método de preparación sencillo, que tiene la ventaja de proporcionar una producción continua con una completa mecanización, lo que mejora la productividad, la seguridad y la salud personal. La profundidad de trabajo se sitúa entre los 60 y los 850 m. (ver figura 11)

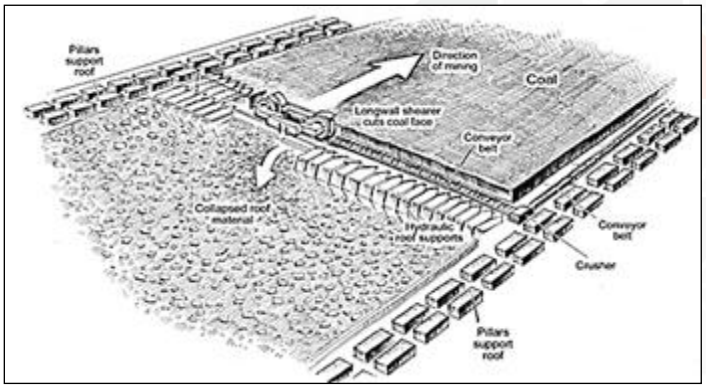


Figura 11

A diferencia de la explotación a rajo abierto, la subterránea extrae el mineral desde abajo hacia arriba, utilizando la fuerza de gravedad para producir la fragmentación y el desplazamiento del mineral hacia los puntos de carga. Los costos de esta labor, implican que las rocas denominadas “estériles” no se utilicen, gracias a que la explotación se lleva a cabo en las zonas de mineral.

Los métodos de explotación son variados, como se detalló en el punto anterior, sin embargo, el método más utilizado es el de “hundimiento por bloques”, es decir, el que provoca desprendimiento de una porción del macizo rocoso del resto de la masa que lo rodea. En general, también deben usarse explosivos que socaven la base de una columna de roca con mineral, de manera que el resto de la columna se fragmente paulatinamente hacia arriba y luego de desplome hacia los puntos de extracción ubicados con anterioridad. (Ver figura 12)

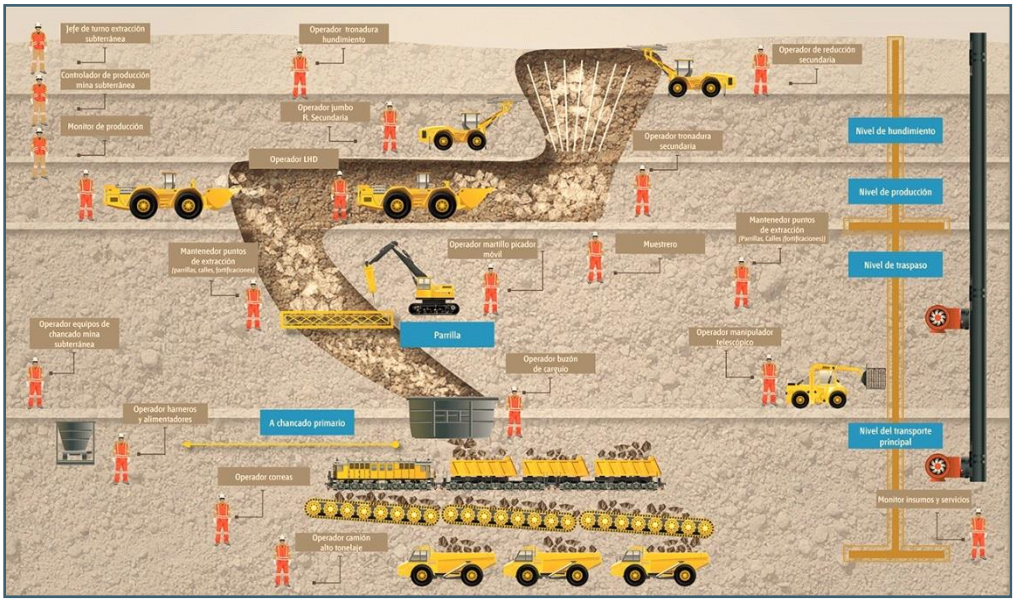


Figura 12

En el esquema siguiente se presentan dos modelos de extracción acorde a la calidad del mineral siendo uno de roca primaria de ultra dureza y fragmentación donde su ley es más alta por naturaleza.

El segundo modelo de extracción es de roca secundaria por block kaving y utilizando piques, zanjas o enbudos de traspaso de mineral en forma gravitacional el mineral lo hace escurrir personal con explosivos pinochos o barretillas y masas para reducción secundaria. (Ver figura 13)

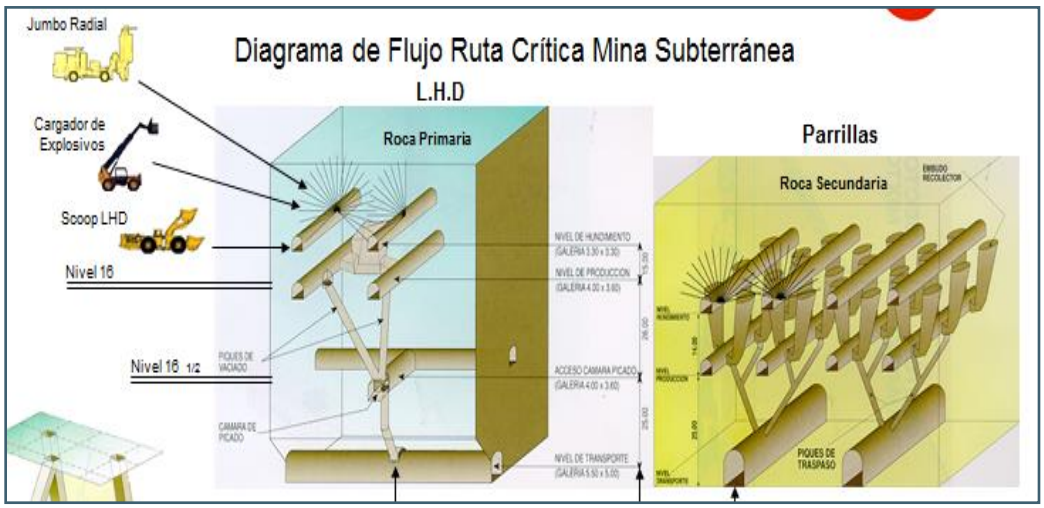


Figura 13

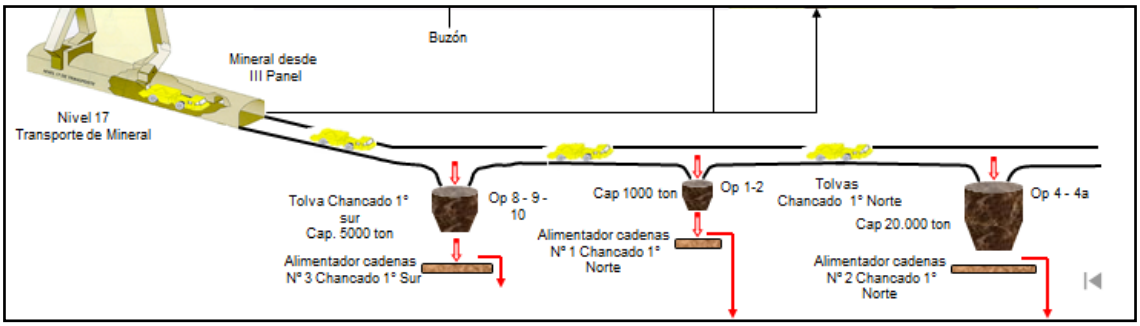


Figura 14

En esta imagen Superior se demuestra la continuidad del proceso con camiones de transporte de mineral a los acopios de tolvas de almacenaje para el proceso de chancado. (Ver figura 14)

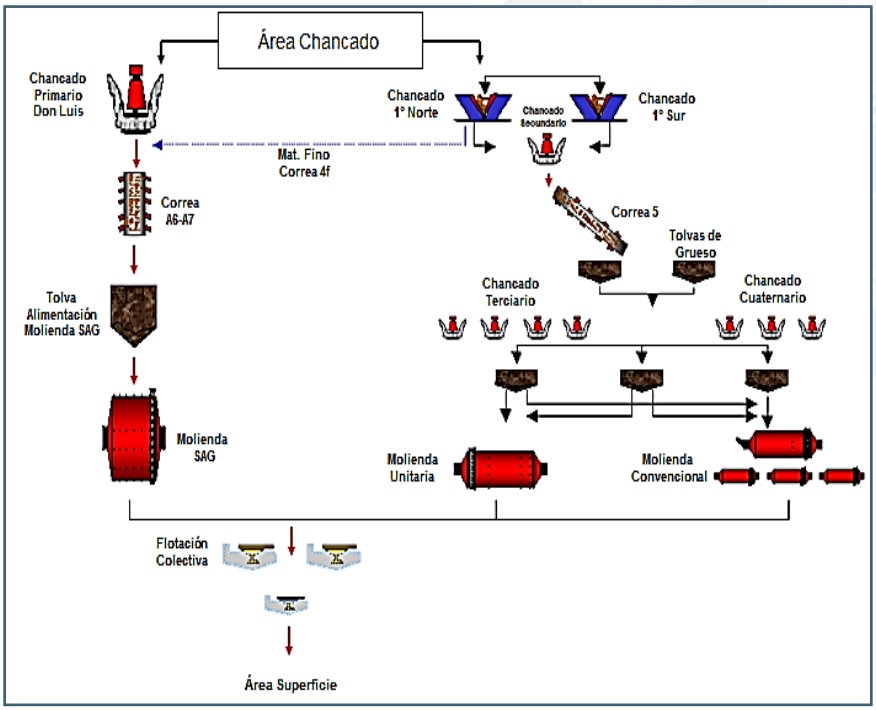


Figura 15

En la imagen superior se demuestra el proceso de chanco y la continuidad del proceso hasta la recuperación de mineral que es la meta del yacimiento. Siendo su producto final concentrado de cobre, en este caso. (Ver figura 15)

Repaso de Conceptos Claves

MAQUINARIAS UTILIZADAS	PROCESO DE EXPLOTACIÓN	PROCESO DE EXTRACCIÓN
Reconocer los dintintos tipos de máquinas utilizadas para el proceso minero.	Reconocer los tipos de sistemas de explotación e identificar cuál es el que se utiliza en su yacimiento	Identificar los tipos de extracción y definir cuál es la que se utiliza en su yacimiento

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje: Reconocimiento de la gama de maquinarias y procesos en minera subterránea.

- **Estrategia Metodológica**
  Demostración con imágenes de la diversidad de equipos y sus funciones para utilización en minería Subterránea.
- **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 de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

   Reconocer las funciones en las que se desempeñan los equipos identificando riesgos en sus actividades.

2. **Materiales y recursos**
   - Cuaderno del participante
   - PC y proyector
   - Acceso a Internet
   - EPP
   - Imágenes de equipos y faenas asociadas.

3. **Descripción de la Actividad: Demostrar Manuales y fotografías de equipos**

Etapa	Especificaciones
Inicio	Identificar en que etapas del procesos se utilizan los equipos ya sea por diseño y funciones de extracción, desarrollo, Explotación dentro del yacimiento
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. a. Reconocer por nombres los equipos y sus funciones. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Demostrar las cualidades de los equipos dentro del proceso. d. Registrar en el libro los nombres de los equipos y donde se utilizan. En extracción , explotación, apoyo a producción e. Comparar si coinciden nombres y actividades con la información del libro. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones. h. Término de la actividad.

	i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.
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.

- Reconocimiento de los equipos.
- Reconocer sus funciones.
- Identificar peligros relacionados con los equipos.

3. Introducción a la seguridad minera: Elementos de Protección Personal (EPP)

Aprendizaje esperado: Comprender la importancia de la seguridad y control del medio ambiente, identificando equipos de protección personal acorde a faenas dentro del proceso productivo.

Conceptos Claves

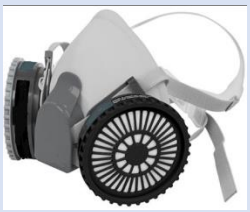
SEÑALÉTICAS	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	BLOQUEOS
Normativa de construcción y estandarización de señalética.	Utilización e identificación de EPP.	Normativa y sistema de bloqueo.

Introducción

La seguridad es de vital importancia para todo trabajador que ingrese a minería subterránea, sabiendo reconocer las medidas preventivas para el cuidado personal e identificando señaléticas que guían el buen accionar en las faenas mineras, ya que, las faenas mineras subterráneas son consideradas de alto riesgo por estar siempre bajo tierra expuestos a contaminantes de polvos, gases, caídas de rocas y caídas a piques de traspaso, por lo que el trabajador debe saber identificar y utilizar los equipos de protección adecuados y los bloqueos pertinentes para las áreas y equipos a utilizar en el yacimiento y el proceso en general.

3.1. Elementos de protección personal

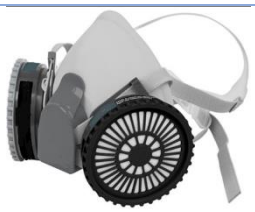
Elemento de seguridad	¿Qué son?	¿Para qué sirven? (qué parte del cuerpo protege, qué riesgos se asocian a su uso).
	Zapatos de seguridad	El calzado es parte importante de la indumentaria de protección personal y es utilizada para proteger los pies. Entre los riesgos que previene el calzado de seguridad industrial se encuentran: Aplastamiento o caída de materiales sobre los pies.
	Overol con cintas reflectantes	Para protección del cuerpo en áreas de trabajo de la industria minera. Con cintas reflectantes para lograr una alta visibilidad
	Chaleco tipo geólogo	Para protección de dorso y abdomen en ambientes exteriores e interiores, con cintas reflectantes para mantenerse visible durante la noche.
	Cubrenuca	Para protección de los rayos solares y el frío de la parte posterior de la cabeza (nuca) y parte del rostro, adosable al casco.
	Guantes de cabritilla	Para uso en labores con bajo nivel de riesgo de abrasión y cortes. Mayor resistencia a la abrasión siendo un cuero altamente recomendado para aplicaciones que requieran sensibilidad táctil.

	Guantes de goma	Protegen las manos de cortes, la abrasión y son resistentes a la perforación. Tienen capacidad de agarre y se utiliza ampliamente en la industria minera para las actividades de mantenimiento en general y el manejo de materiales.
	Respirador con filtros	Cubre la boca y nariz del trabajador y llevan acoplado uno o más elementos filtrantes en forma de cartucho cilindro que retienen el contaminante disperso en el aire, al ser inhalado por el trabajador. Su uso efectivo está condicionado a la hermeticidad entre la máscara y la piel del trabajador
 	Lentes de seguridad (claros y oscuros)	Proporcionan protección contra partículas que saltan a los ojos en forma frontal y lateral.
	Protectores auditivos	Las orejeras protegen los oídos y se utilizan cuando existe riesgo de exposición al ruido.
	Casco con luz de seguridad	El casco, en minería, es un equipo de protección de la cabeza para los trabajadores. Suelen tener un foco de luz colocado en la zona frontal.

	Auto rescatador	Este equipo es un catalizador convierte el monóxido en dióxido respirable se utiliza para traspasar cortinas de humo, llegar a superficie o un refugio.
	Arnés de seguridad	Para trabajos en altura física protege de caídas a distinto nivel quedando el trabajador colgado desde los sistemas de anclajes del equipamiento.

¿Qué elementos de seguridad se deben usar en las operaciones de mina subterránea y por qué? El participante deberá marcar su respuesta (✓):

Elemento de seguridad	Respuesta

Cierre

El instructor deberá explicar que es importante siempre llevar consigo todo el equipo de protección personal aunque no se está usando en todo momento. Hay que respetar las normas de seguridad y las vías habilitadas. Siempre fijarse en la señalética. Hay que conocer la zona de seguridad en caso de distintas emergencias.

Se debe conocer todo el equipo (máquinas) y al realizar la mantención de éste, se debe siempre comprobar que esté sin presencia de energía, se encuentre cerrado o bloqueado.

Los trabajadores siempre deben seguir órdenes y no pueden tomar sus propias decisiones, es decir, no se debe actuar por iniciativa propia, pero sí se debe conocer muy bien los riesgos asociados.

Señaléticas:

En la minería subterránea existen sistemas de señaléticas para alertar condiciones de peligros y riesgos de alto potencial, evitando que las personas o trabajadores se expongan a estos peligros. Además, existen sistemas de segregaciones de áreas para evitar la exposición y la interacción entre hombres peatones y maquinas por el concepto de puntos ciegos de los equipos y la dimensión de las labores.

Por esta razón es que el peatón debe transitar con lámparas mineras de casco encendidas y trajes de colores vivos o resaltantes con huinchas reflectivas, ante esta condición los equipos de

minería subterránea que tienen la cualidad de trasladarse en ambos sentidos de transito deben poseer luces direccionales que indiquen la dirección del movimiento que está ejecutando como también sirenas de marcha atrás.

Existe una codificación de colores para los distintos tipos de señaléticas que debe ser respetado

COLOR DE SEGURIDAD	SIGNIFICADO U OBJETIVO	EJEMPLO DE USO
Rojo	Prohibicion	Señal de Prohibicion Señal de parada Parada de Emergencia
Azul	Accion Obligatoria	Señal de Obligacion de uso de equipo de protección personal.
Amarillo	Precaucion, riesgo de peligro	Precaucion de obstáculos. Indicaciones de peligro (fuego, explosión, radiación, riesgos toxicos, etc.)
Verde	Condicion de Seguridad	Rutas de Escape. Salidas de Emergencia.

Además se requiere un color de contraste “para un color de seguridad” se presenta en la siguiente tabla.

Color de Seguridad	Correspondiente color de contraste
Rojo	Blanco
Azul	Blanco
Amarillo	Negro
Verde	Blanco

También su forma geométrica indica acciones a seguir para su construcción

TIPO DE SEÑAL	FORMA GEOMÉTRICA	SIGNIFICADO
Señal Reglamentaria		Prohibición u Obligatoriedad
Señal de Advertencia		Precaución y Peligro
Señal de Información		Emergencia e Información general (incluye instrucciones)

A continuación, se grafican algunos ejemplos de señaléticas en base a su forma color y contenido de alerta.

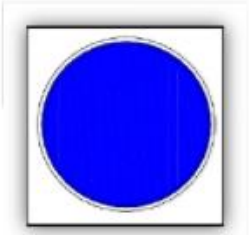
SEÑALES DE ADVERTENCIA

Forma	:	triangulo
Color	:	amarillo
Borde	:	negro
Pictograma	:	negro

PROHIBICIONES

Forma : circulo
Color : blanco
Borde : rojo
Pictograma : negro

OBLIGATORIOS



Forma : circular disco
Color : azul
Pictograma : blanco

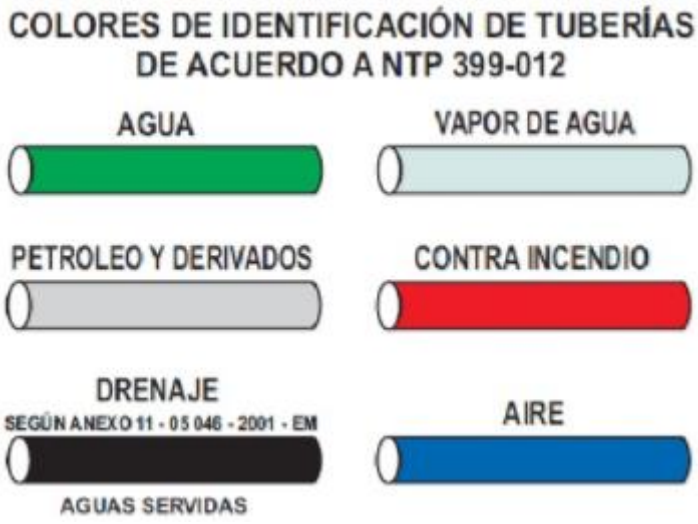
INFORMACIÓN GENERAL

Forma : cuadrado
Color : verde
Pictograma : blanco

INFORMACIÓN CONTRA INCENDIOS

Forma : cuadrado
Color : rojo
Pictograma : blanco

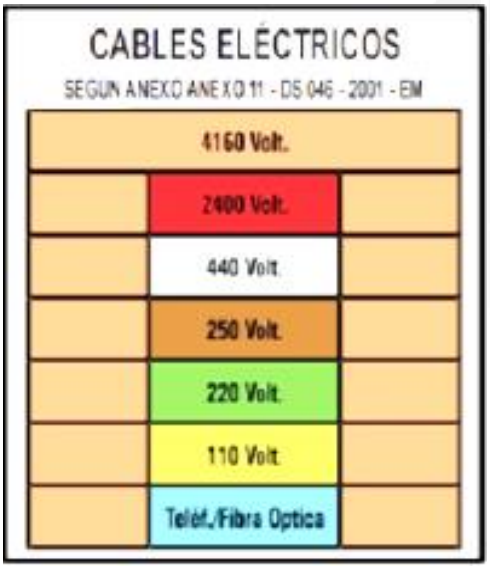
A continuación se destacan colores de tuberías para distinguirlas de sus funciones y fluidos que transportan.



CÓDIGO DE COLORES PARA DISPOSITIVOS DE RESIDUOS SÓLIDOS
NTP 900.058-2005

	Reaprovechable	No Reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Colores definidos para cables eléctricos y sus sistemas.



Señaléticas utilizadas en procesos productivos de minería subterránea. (Ver figura 16)

Figura 16

Esta señalética es de respeto absoluto, ya que estáprotegiendo del posible ingreso a un área de alto riesgo o condición crítica que pone en eventual accidente al trabajador. (Ver figura 17)

Figura 17

Esta señalética se utiliza para segregación de áreas de trabajo o con trabajos especiales, solo autoriza el ingreso el supervisor a cargo del trabajo. (Ver figura 18)

Figura 18

Esta señalética es utilizada por el carguero de explosivos para evitar que ingresen personas a la zona de manipulación e Instalación de explosivos. La controla el carguero.

Otras señaléticas en minería subterránea son los loros personas que deben resguardar el sector en que lo dejaron de guardia impidiendo el paso de toda persona sea cual sea su rango

Este trabajador debe saber qué es lo que está resguardando quien lo solicito como Loro persona. (Ver figura 19)

Figura19

4…Cierre

El instructor deberá explicar, que es importante siempre llevar consigo todo el equipo de protección personal, aunque no se está usando en todo momento. Hay que respetar las normas de seguridad y las vías habilitadas. Las señaléticas establecidas para los procesos productivos. Siempre fijarse y reconocer en la señalética. Hay que ubicar la zona de seguridad en caso de distintas emergencias.

Los trabajadores siempre deben seguir órdenes y no pueden tomar sus propias decisiones, es decir no se debe actuar por iniciativa propia, pero sí se debe conocer muy bien los riesgos asociados.

3.2. Nociones de Bloqueo de Equipos

Elementos de Bloqueo

La aislación de la planta y el equipamiento para facilitar las actividades tales como el mantenimiento, instalación, inspección, pruebas o limpieza es un evento diario normal realizado por los empleados de la industria minera. La aislación involucrará necesariamente el apagado de todas las fuentes de energía pertinentes y probablemente necesitará la implementación de otras protecciones. Esta aislación está enfocada en eliminar y evitar lesiones a los trabajadores y al equipamiento por el arranque involuntario del equipamiento. Se debe asegurar el entendimiento de los procedimientos de aislación de su lugar de trabajo y la ubicación de tarjetas y dispositivos.

Antes del inicio del trabajo en toda planta y antes del retiro de todo equipamiento considerado como poco seguro, es esencial que se considere cuidadosamente cómo se debe llevar a cabo la aislación y los medios por los cuales se puede demostrar la eficacia de la aislación.

Los dispositivos de aislación son dispositivos mecánicos que evitan físicamente la transmisión o la liberación de energía.

Cual sea el medio que se use para realizar una aislación, es crucial que éstas sean identificadas correctamente y en las que se puedan confiar con seguridad para suministrar el grado de protección necesario.

Los botones de detención de emergencia convencional, pulsadores, cordones de detención de emergencia (transportadoras), conmutadores selectores y otros dispositivos de circuito de control similares, no son adecuados para ser usados como medios principales de aislación de suministros eléctricos. En general, los sistemas eléctricos deberían ser aislados con el uso de interruptores principales, interruptores de circuito, tomacorrientes u otros dispositivos que proporcionan un corte seguro de los conductores del suministro principal.

El proporcionar la eficacia de una aislación es importante, ya que muchas lesiones han sido provocadas por aislaciones defectuosas, tarjeteo incorrecto y simplemente por apagar el aislador incorrecto.

El suministrar aislación correcta se puede lograr mediante la inspección visual, abriendo válvulas de drenaje, intentos de arrancar u operar el equipamiento y puede ser apoyado por la observación de lámparas indicadoras, el uso de instrumentos de pruebas u otros medios adecuados. (Ver figura 20)

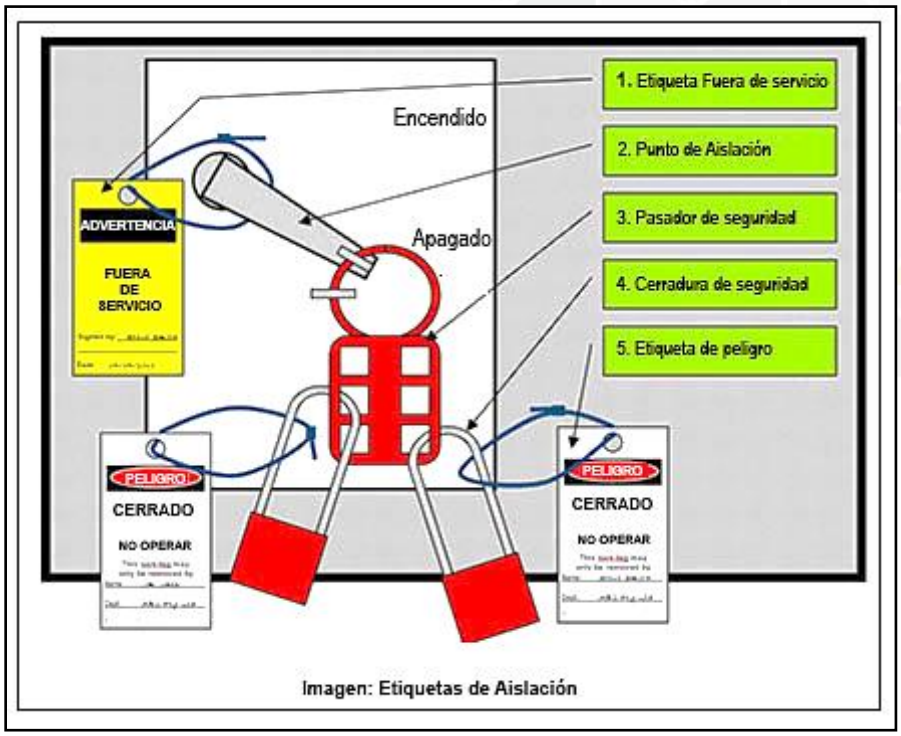


Figura 20

Tarjetas de bloqueo

Existen dos tipos de tarjetas de bloqueo para prevención de accidentes. Éstas incluyen:

- Tarjetas de PELIGRO personal – blancas, rojas y negras
- Tarjetas de FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN para equipos – amarillas y negras

Ambos tipos de tarjetas están disponibles comercialmente y pueden ser impresas en papel impermeable en tamaños, colores y formatos estándar. Se puede suministrar secciones "recordatorias" desprendibles para propósitos de control.

Ambas tarjetas deben mostrar de manera prominente un mensaje de NO OPERAR o NO USAR en cada lado.

Tarjetas de PELIGRO personal

Las tarjetas de "PELIGRO" personal junto a los dispositivos de aislación significan que personas están actualmente involucradas en el trabajo en la planta y que es probable que estas personas se lesionen si los dispositivos de aislación no se mantienen en la posición segura.

Las tarjetas de PELIGRO personal deben:

- Ser colocadas a todos los dispositivos de aislación para evitar lesiones a personas que realicen algún trabajo.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Ser colocadas y normalmente retiradas sólo por la persona cuyo nombre está en la tarjeta.
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla.
- Mostrar un símbolo de PELIGRO reconocido en cada lado.
- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente por cada persona antes de comenzar el trabajo.
- Ser retiradas luego de finalizar el trabajo y antes de dejar el lugar de trabajo al término del turno de trabajo.
- Ser remplazadas con tarjetas FUERA DE SERVICIO para equipos antes de retirarlas cuando el trabajo esté incompleto.
- No ser usadas en lugar de una tarjeta FUERA DE SERVICIO para equipos, plantas, equipamientos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de PELIGRO personal no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada. (ver figura 21)

Imagen: Etiqueta de peligro

Figura 21

Tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento.

Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento se utilizan para indicar que un elemento de la planta o equipo no debe ser utilizado. Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento deberán mostrar de manera clara las palabras fuera de servicio o precaución en cada lado.

Los detalles que se ingresan en tarjetas fuera de servicio o precaución deberán incluir una referencia del equipo, fecha, hora y más importante el nombre de la persona que colocó la tarjeta. Las tarjetas fuera de servicio o precaución deben indicar el motivo para colocar la tarjeta y pueden además identificar el grupo de trabajo o responsable de sección. (Ver figura 22)

Figura 22

Las tarjetas fuera de servicio o precaución para equipamiento deben:

- En la ausencia de toda tarjeta de PELIGRO personal, ser colocadas en todo equipamiento o planta que sean inseguras de operar.
- Normalmente ser colocadas por personas competentes y retiradas sólo por personas autorizadas.
- Ser colocadas sólo a los dispositivos de aislación que estén en las posiciones de apagado (off) o de seguridad (safe).
- Tener toda la información de manera clara en la tarjeta antes de colocarla.
- Ser colocadas de manera segura en el punto de aislación en una posición prominente.

- No ser retiradas hasta que sea seguro hacerlo.
- No ser usadas en lugar de tarjetas de PELIGRO personal.

Plantas, equipamientos y dispositivos de aislación que muestren una tarjeta de fuera de servicio o precaución para equipamiento no deben ser usados, operados, manipulados o interferidos mientras la tarjeta esté colocada.

3.3. Dispositivos de aislación

Dispositivos de bloqueo

Los dispositivos de bloqueo se utilizan para mantener un dispositivo de aislación de energía en una posición de seguridad y para evitar el arranque de maquinaria o equipos. Los dispositivos de bloqueo incluyen candados, cadenas, flanges ciegos y flanges ciegos deslizantes apernados. Estas diferentes trabas permiten que cualquier número de dispositivos de bloqueo sean colocados en un punto de aislación.

El uso de dispositivos de bloqueo de aislación o candados deberán ser considerados como una protección adicional que es suplementaria a una tarjeta de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN que esté “colocada”. Un dispositivo de bloqueo ¡siempre deberá ser utilizado con una tarjeta, bajo ninguna circunstancia se usará un dispositivo de bloqueo de aislación en lugar de o como sustituto de tarjetas de PELIGRO, FUERA DE SERVICIO o PRECAUCIÓN. (ver figuras 23, 24 y 25)

figura 23

Figura 24

Figura 25

Los dispositivos de bloqueo o candados se usan para proteger al personal y la maquinaria / equipos en conjunto con las tarjetas. Sólo pueden ser retirados por el personal que colocó y firmó la tarjeta. El retiro sólo puede ocurrir una vez que la maquinaria / equipo sea considerado como seguro o el individuo haya completado su tarea.

Pinzas de bloqueo

Las pinzas de aislación son dispositivos de aislación utilizados en conjunto con dispositivos de bloqueo cuando más de una persona esté trabajando en un equipo o máquina. Permite que cada trabajador bloquee el punto de aislación para que sólo pueda ser desbloqueado cuando todos los candados hayan sido retirados. Candados de tijeras o broches de bloqueo de seguridad son ejemplos de pinzas de aislación. En general, la pinza se coloca a través del punto de aislación y cada persona que realiza el mantenimiento o el trabajo de servicio coloca y cierra su propio candado con llave individual en la pinza. Esto asegura la protección de cada trabajador ya que la energía no se puede restaurar hasta que el trabajo haya sido terminado y todos los candados hayan sido retirados. (ver figura 26, 27 y 28)

Figura 26

Figura 27

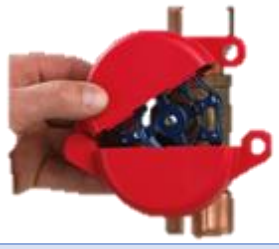
Figura 28

Cerrojos de aislación

Formatos tipo

A continuación, se presentan algunos de los documentos utilizados en procesos de aislación y bloqueo de equipos. Es importante considerar que estos documentos se unen a otros, como el de análisis seguro de trabajo (AST), a fin de asegurar el desarrollo de las labores de mantenimiento bajo altos estándares de seguridad.

Elemento de bloqueo	¿Cuál es su uso?
	Señalar y/o bloquear puntos clave de los equipos para evitar lesiones a las personas a causa del trabajo. Se utilizan mayormente durante operaciones de servicio, preparación o mantenimiento de máquinas y equipos.
	Un candado de seguridad brinda una medida de seguridad más allá de la que ofrecen las tarjetas. Si se lo usa adecuadamente junto con un proceso de bloqueo bien planificado, el candado de seguridad ayuda a asegurar que los trabajadores no activen accidentalmente la pieza de un equipo mientras alguien esté trabajando allí.
	Mantiene el equipo sin energía e inoperante durante el mantenimiento y permite que varios candados sean utilizados para una misma fuente.
	Se utilizan para situaciones de bloqueo difíciles así como para válvulas de compuerta grande o dispositivos de medidas extra.

	Este dispositivo de bloqueos para válvulas puede también ser usados para bloquear palancas grandes y dispositivos mecánicos difíciles de asegurar.
	Este dispositivo bloquea válvulas de compuerta que regulan la energía hidráulica, neumática y química.
	Bloquea una amplia gama de enchufes con cable para evitar que tomen corriente o se entren en contacto con fluidos corrosivos que pueden estar en los pisos.
	Para interruptores que suelen ser sometidos a bloqueos de seguridad, que controlan el suministro eléctrico.
	Asegura cada punto de bloqueo sobre una pieza de equipo con sólo un candado designado. Retiene las llaves de dichos puntos de bloqueo al colocarlas en la caja de bloqueo. Cada empleado autorizado coloca un candado personal en la caja y lo retira sólo cuando el trabajo se haya finalizado.

La función de los elementos de bloqueo es indicar que existe un protocolo y orden lógico asociado. Hay personas encargadas de cada proceso en cada etapa. El mantenedor debe tener presente todo el procedimiento sin olvidar cuál es su función y donde está ubicado dentro de este proceso. Esto responde al contexto de su trabajo.

Los participantes deben familiarizarse con los elementos de bloqueo para que cuando ellos estén realizando labores del oficio puedan asegurarse de que los equipos que van a mantener estén bloqueados correctamente por su propia seguridad.

Repaso de Conceptos Claves

SEÑALÉTICAS	EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL	BLOQUEOS
Qué importancia se da a la señalética en minas subterráneas.	Qué importancia tienen los equipos de protección personal.	Identificar zonas e instrimentos de bloqueos.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje: Comprensión de la importancia de la seguridad y control del medio ambiente identificando elementos de protección personal acorde a faenas dentro del proceso productivo.

- **Estrategia Metodológica:**
  Explicar y demostrar que la prevención y la seguridad de toida persona que ingrese a mina subterránea, sea cual sea su función en el proceso debe aplicar normas y reconocer las medidas de seguridad en señaléticas, procedimientos, instructivos, segregaciones ETC.

- **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 de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

   El trabajador aplica normas de seguridad en cada una de las tareas a las que se asigna dentro de sus funciones o especialidades.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante
   - PC y proyector
   - Acceso a Internet
   - EPP
   - Señaléticas usadas frecuentemente

3. **Descripción de la Actividad:**Identificar Normas, procedimientos, instructivos y señaléticas para el proceso productivo.

Etapa	Especificaciones
Inicio	El instructor demostrará los tipos de señaléticas colores y formas detalladas para el reconocimiento dentro del proceso productivo.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. a. Rellenar en los recuadros de los equipos de protección personal las funciones que desarrolla cada EPP y partes del cuerpo que protege. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas. c. Instruir en el correcto uso de los EPP. d. Explicar normas que regulan la utilización de los EPP y señaléticas. e. Demostrar sistemas y componentes de bloqueo y sus funciones. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones. h. Término de la actividad. i. Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.
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.

- Identificar en las imágenes funciones de los EPP y Señaleticas.
- Reconocer los puntos de bloqueo de equipos y sistemas.
- Reconocer las señaléticas restrictivas y prohibitivas en el proceso.

4. Unidades básicas de medidas

Aprendizaje esperado: Reconocer y utilizar unidades de medidas más comunes.

Conceptos Claves

MEDIDAS DE LONGITUD	MEDIDAS MECÁNICAS	MEDIDAS ELÉCTRICAS
Largo , alto, ancho y profundidad	Newton Pascal Joule Celsius	Watt Faradio Volt Coulomb Hertz

Introducción:

Las unidades básicas de medidas se explican en estos contenidos para lograr identificarlas y ejecutar sus equivalencias en los sistemas métricos internacionales de acuerdo a la gran variedad de instalaciones y sistemas neumáticos, eléctricos y oleohidraulicos los que debemos saber leer e interpretar, ya que con estos sistemas trabajaremos a diario, sea cual sean nuestras funciones como trabajadores u operadores de minería.

Tabla 1: Unidades Básicas del SI

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Longitud	l	metro	m
Masa	m	kilogramo	kg
Tiempo	t	segundo	s
Corriente eléctrica	I	ampere	A
Temperatura	T	kelvin	K
Intensidad luminosa	I	candela	cd

Ángulo de rotación	α	radián	rad

Tabla 2: Definición de las Unidades

Unidad	Definición
metro	Es la longitud de la trayectoria que viaja la luz en el vacío durante el intervalo de tiempo de 1/299.792.458 segundos.
kilogramo	La masa del Prototipo internacional del Kilogramo. (Platino - Iridio) Además la masa de 1 litro de agua
segundo	El intervalo de tiempo correspondiente a 9.192.631.770 oscilaciones de un átomo de cesio 133 a 0 K
ampere	La corriente necesaria para que fluya en 2 conductores paralelos, ubicados con 1 un metro de separación en un vacío para producir una fuerza de 2 x 10-7 newton metros entre los conductores. (1 ampere es igual al paso de 6,37 x 1018 electrones en un conductor de un segundo)
kelvin	1/273,16 del (punto triple) del agua (punto de congelación)
candela	La intensidad luminosa, en una dirección dada de una fuente que emite una radiación monocromática de 54.012 Hz y posee una intensidad energética de 1/683 watt por estereorradián.
radián	El ángulo entre 2 radios del mismo círculo, que se marcan en la circunferencia del círculo, un arco igual a la longitud del radio del círculo.

4.1. Unidades Derivadas

Otras unidades, llamadas unidades derivadas, se desarrollan a partir de las unidades básicas de la Tabla 1. Un buen ejemplo es la velocidad. Esta se desarrolla a partir de:

- La distancia viajada (metros).
- El tiempo que toma (segundos).

Para el uso diario sólo se necesitan algunas unidades del SI:

4.2. Unidades Mecánicas

Tabla 3: Unidades mecánicas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	Símbolo de la Cantidad	Nombre de la Unidad	Símbolo de la Unidad
Fuerza	F	newton	N
Presión	P	pascal	Pa
Energía y trabajo	E y W	joule	J
Temperatura	T	Grado Celsius	ºC
Volumen	V	metros cúbicos	m3

Definiciones

Tabla 4: Definiciones mecánicas derivadas

Unidad	Definición
newton	La fuerza necesaria para darle a un objeto cuya masa es de 1 kg una aceleración de 1m/s2.
pascal	La presión que se ejerce cuando se aplica una

	fuerza de 1N en una área de 1m2
joule	Energía empleada cuando se aplica una fuerza de 1N a lo largo de 1m.
Celsius	La temperatura usando el punto triple del agua como punto de referencia inicial.

4.3. Unidades Eléctricas

Tabla 5: Unidades eléctricas derivadas

Cantidad		Unidades	
Cantidad Física	**Símbolo de la Cantidad**	**Nombre de la Unidad**	**Símbolo de la Unidad**
Potencia	P	watt	W
Carga	Q	coulomb	C
Frecuencia	f	hertz	Hz
Potencial	V	volt	V
Capacidad	C	faradio	F

Definiciones

Tabla 6: Definiciones eléctricas derivadas

Unidad	Definición
watt	La potencia utilizada cuando la energía se emplea a una tasa de 1 Joule por segundo.
coulomb	La cantidad de carga eléctrica transferida cuando se aplica una corriente de 1 Ampere durante 1 segundo.
hertz	El número de oscilaciones periódicas por

	segundo.
volt	La diferencia potencial entre 2 puntos en un conductor cuando una corriente de 1 Ampere causa una disipación de energía de 1 Watt
faradio	La capacidad entre dos placas de un condensador cuando la aplicación de 1 volt causa la transferencia de una carga de 1 coulomb.

Liste las unidades de medición en el sistema internacional (SI):

Magnitudes	Símbolo de la unidad	Unidad básica
Longitud:	m	Metro
Masa:	kg	Kilogramos
Tiempo	s	Segundos
Corriente eléctrica	A	Ampere
Temperatura	°C	Grados Celsius
Fuerza:	N	Newton
Presión:	Pa	Pascal
Energía:	J	Joule
Trabajo:	J	Joule
Temperatura:	°C	Grados Celsius
Volumen:	m3	Metros Cúbicos
Potencia:	W	Watts
Carga:	c	Coulomb
Frecuencia	Hz	Hertz
Potencial:	V	Volt
Capacidad:	F	Faraday

Flujo másico:	kg/s	Kilogramos /segundos
Caudal de flujo:	m3/s	Metros cúbicos/ segundo
Inductancia:	H	Henrio

Conceptos Claves

MEDIDAS DE LONGITUD	MEDIDAS MECÁNICAS	MEDIDAS ELÉCTRICAS
Qué medidas de longitud son usadas frecuentemente.	Qué medidas se utilizan frecuentemente en mecánica.	Qué medidas son utilizadas frecuentementeutilizadas en electricidad.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje:Reconocimiento y utilización unidades de medidas más comunes

- **Estrategia Metodológica:**

Reconocer los sistemas de medidas utilizados en distintas labores del proceso.

- **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 de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo :**

   Reconocer distintas medidas y sus conversiones más comunes para llevarlas al sistema métrico internacional de la lengua española

2. **Materiales y recursos :**
   - Cuaderno del participante.
   - PC y proyector.
   - Acceso a Internet.
   - EPP.
   - Tablas de conversiones o sistemas de conversiones.

3. **Descripción de la Actividad:** El alumno será capaz de reconocer las medidas e instrumentos más comunes dentro del proceso. Y sus conversiones.

Etapa	Especificaciones
Inicio	Aplicar tablas de conversiones e interpretar lecturas de instrumentos más utilizados en minería.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. a. El participante aplicará las tablas de conversiones y sus cálculos matemáticos. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Los participantes registrarán los resultados en planillas de cálculos d. Registran los resultados en formato definidos. e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con instrumentos y sus lecturas. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Término de la actividad

	i. Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
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.

- Reconocer las medidas comunes utilizadas en equipos e instrumentos.
- Aplicar las tablas de conversiones para sistemas comunes de medidas.

5. Oleohidráulica; neumática y eléctrica.

Aprendizaje esperado: Comprender la utilidad y funcionamiento general de sistemas oleohidráulicos, neumáticos y eléctricos.

Conceptos Claves		
OLEOHIDRÁULICO	NEUMÁTICO	ELÉCTRICO
Máquinas y sistemas	Compresores y sistemas.	Sistemas y controles.

Introducción

Los sistemas y equipos hidráulicos se utilizan en un amplio rango de aplicaciones en la industria. Los sistemas hidráulicos proporcionan una inmediata fuente de energía controlable en la operación de equipos de movimiento de tierra, prensas, líneas de procesos, producción y ensamble, así como también maquinaria de manejo mecánico. Los sistemas hidráulicos también encuentran aplicación en máquinas de producción, máquinas de talleres y herramientas de mantenimiento y reparación.

El comprender los conceptos básicos contenidos en esta unidad, ayudará a adquirir los conocimientos del lugar de trabajo y habilidades en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos es el lugar de trabajo y prepararlo para estudios futuros sobre los sistemas hidráulicos.

La potencia hidráulica es un término que fue creado para incluir la generación, control y aplicación de energía eficaz y suave de los fluidos comprimidos o bombeados (ya sean líquidos o gases), cuando se usa esta potencia para suministrar fuerza y movimiento a los mecanismos. Esta fuerza y movimiento puede estar en la forma de empuje, tracción, rotación, regulación o impulso.

La potencia de fluidos incluye sistemas hidráulicos (que involucra líquidos) y sistemas neumáticos (que involucran gases).

En la hidráulica (potencia de fluidos), trasmitimos y controlamos fuerzas y velocidades al transmitir y controlar presión y el flujo de un fluido, ya sea agua o un aceite. Casi en todo tipo de tecnología hoy en día usamos accionamiento hidráulico y técnicas de control. Unos pocos ejemplos:

- Equipamiento mecánico.
- Equipamiento agrícola.
- Equipamiento para movimiento de tierra y minería.
- Construcción naviera.
- Industrias de petróleo y aceite en ultramar.
- Aeronaves y naves espaciales.
- Martillos rompedores móviles.
- Martillos rompedores fijos.
- Maquinas de carguío de mineral.
- Buzones de traspaso de mineral.
- Sistemas de compuertas.

Los siguientes temas serán cubiertos en esta sección:

- Sistema hidráulico básico.
- Componentes del sistema.
- Mangueras y fittings.
- Seguridad.

5.1. Sistemas hidráulicos

Desde partidores de troncos caseros hasta las inmensas máquinas que se ven en los sitios de construcción, ¡el equipamiento hidráulico es increíble en su poder y agilidad!

En todo sitio de construcción se ve maquinaria hidráulica en la forma de topadoras, retroexcavadoras, palas mecánicas, cargadoras, grúas horquilla y grúas. La hidráulica opera las superficies de control en toda aeronave de gran tamaño. Se ve hidráulica en los centros de servicio para automóviles cuando se levanta un vehículo para que el mecánico pueda trabajar por debajo, y muchos elevadores son hidráulicos con el uso de la misma técnica. Incluso los frenos de automóvil usan hidráulica.(ver figura 29)

figura 29

Los cilindros hidráulicos son visibles en esta excavadora

La popularidad de la maquinaria hidráulica se debe a la gran cantidad de potencia que se puede transferir a través de los pequeños tubos y mangueras flexibles; y la densidad de gran potencia y amplio arreglo de accionadores que pueden usar esta fuerza.

Las ventajas de los sistemas hidráulicos por sobre otros métodos de transmisión de potencia son:

- Diseño simple: en la mayoría de los casos, unos pocos componentes prediseñados remplazarán enlaces mecánicos complicados.
- Flexibilidad: los componentes hidráulicos pueden ubicarse con una flexibilidad considerable. Las cañerías y mangueras en vez de los elementos mecánicos virtualmente eliminan los problemas de ubicación.
- Suavidad: los sistemas hidráulicos son suaves y silenciosos en su operación. La vibración se mantiene al mínimo.
- Control: el control de un amplio rango de velocidades y fuerzas es fácilmente posible.
- Costo: alta eficiencia con pérdida por fricción mínima mantiene el costo de una transmisión de potencia al mínimo.
- Protección de sobrecarga: las válvulas automáticas protegen el sistema en contra de fallas por sobrecarga.

La principal desventaja de un sistema hidráulico es el de mantener las piezas de precisión cuando están expuestas a climas desfavorables y atmósferas sucias. La protección contra el óxido, corrosión, suciedad, deterioro del aceite y otras condiciones ambientales adversas es muy importante.

Hidráulica

El comportamiento dinámico y estático de los fluidos: el estudio de los fluidos que realizan un trabajo

Ventajas de los sistemas hidráulicos

- Simplicidad general, elimina los enlaces.
- La ubicación de componentes puede ser variada.
- Automatización de la secuencia de movimiento.
- Velocidad y fuerza infinitamente variable.
  - Bajas tasas de desgaste de componentes debido a:
  - Operación suave controlada.
  - Limitación de presión automática.
  - Ausencia de vibración.
  - Lubricación automática.
- Las pérdidas por fricción son pequeñas.
- Se puede actualizar los componentes del sistema.

Desventajas de los sistemas hidráulicos

- Presiones muy altas.
- La limpieza extrema es necesaria (contaminación).
- Necesita mantenimiento periódico (condiciones climáticas).
- Corrosión de componentes expuestos.
- Altos costos de adquisición.
- Mantención deficiente de los sistemas electro-hidráulicos.

Hidrostática

Trabajo realizado a través del líquido bajo presión.

Usos hidrostáticos:

- Frenos hidráulicos.
- Toma de fuerza.
- Dirección asistida.
- Volquete.
- Grúas montadas.
- Agitadores de concreto.
- Gato hidráulico.
- Cilindros de cierres de guillotinas y dedos de buzones de traspaso.

Hidrodinámica (o hidrotimétrica).

Trabajo realizado a través de líquido en movimiento.

Usos de la hidrodinámica.

Acoplamiento hidráulico (embragues).

Transmisiones automáticas:

- Convertidores de torque.
- Retardador hidráulico.

El fluido bajo presión se vuelve un sólido (ver figura 30)

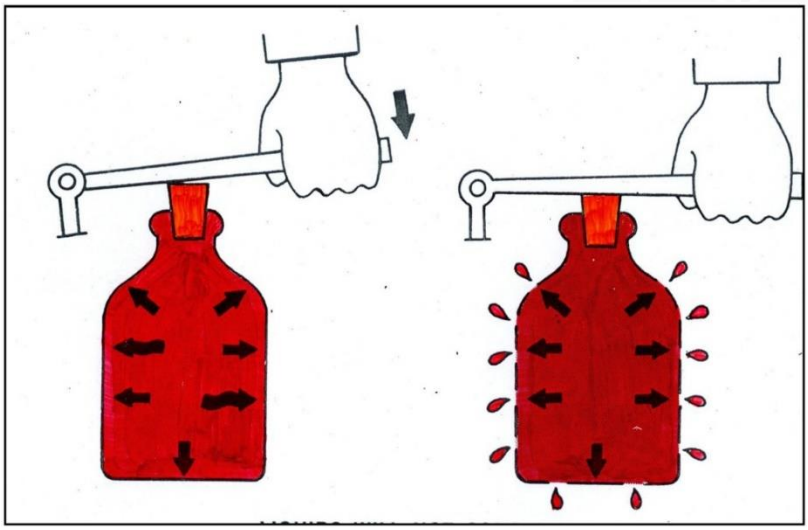


figura 30

Fluido incompresible en uso

Permanece como un líquido

El fluido fluye por el camino de menos resistencia. (ver figura 31)

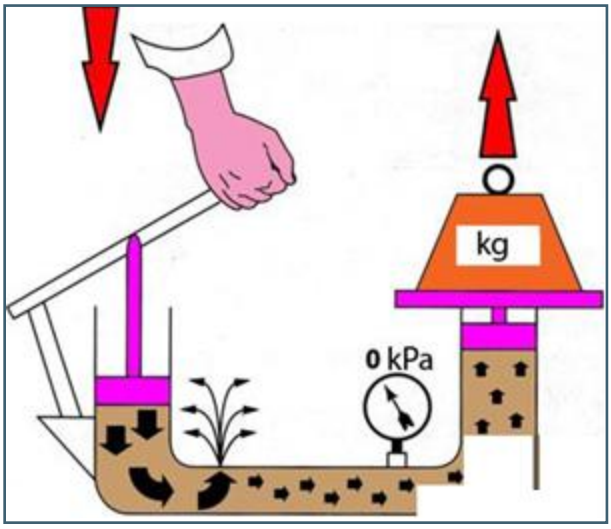


figura 31

Aditivos de aceite hidráulico

Los aditivos fortalecen o modifican ciertas características del aceite base.

Aditivos:

- Detergentes.
- Inhibidores de oxidación.
- Dispersantes.
- Agentes de alcalinidad.
- Agentes anti desgaste.
- Dispersantes de punto de fluidez.
- mejoradores del índice de viscosidad.
- Agente antiespumante.
- Emulsionantes.

Filtros

Se incluyen filtros para proteger todos los componentes en contra de daños debido a la contaminación. Los filtros pueden ser elementos de papel fino o coladores gruesos. Algunos sistemas pueden contener imanes.

Los filtros pueden ser incluidos a:

- Línea de succión.
- Línea de retorno.
- Línea de presión.
- Tubo de relleno del reservorio.
- Respiradero del reservorio.

Potencia hidráulica

La ciencia de la presión de fluidos proporciona algo de la teoría de la hidráulica.

1. Una fuerza que actúa en un área pequeña puede crear una fuerza mucho más grande al actuar en un área más grande por virtud de la presión hidrostática.
2. Una gran cantidad de energía puede ser transportada por un pequeño flujo de fluido altamente presurizado.

La maquinaria hidráulica ofrece una gran cantidad de energía y fuerza con componentes relativamente pequeños. Un cilindro hidráulico típico con un diámetro de 75 mm (3 pulgadas), por ejemplo, puede suministrar 89.000 N (20.000 lbf). La transmisión de energía en un sistema hidráulico se controla fácilmente con válvulas.

Algunas partes de un sistema hidráulico funcionará a cerca de 2000 kPa (300 psi) (controles piloto, frenos de vehículos).

Sistemas básicos

En su forma más simple, un sistema hidráulico consta de los siguientes componentes básicos:

- Reservorio.
- Bomba hidráulica.
- Indicador de presión.
- Motor hidráulico, émbolo y otro dispositivo para realizar el trabajo.
- Elementos de control para controlar el flujo, la presión y la dirección.
- Mangueras, cañerías y fittings.

a) Motor - sistema de inversión. Las siguientes figuras muestran una bomba accionada por motor operando un motor rotativo reversible. Una válvula de inversión dirige el fluido a ambos lados del motor y de vuelta al reservorio. Una válvula de liberación protege el sistema en contra del exceso de presión y puede rodear la salida de la bomba hacia el reservorio, si la presión sube demasiado. (ver figuras 32 y 33)

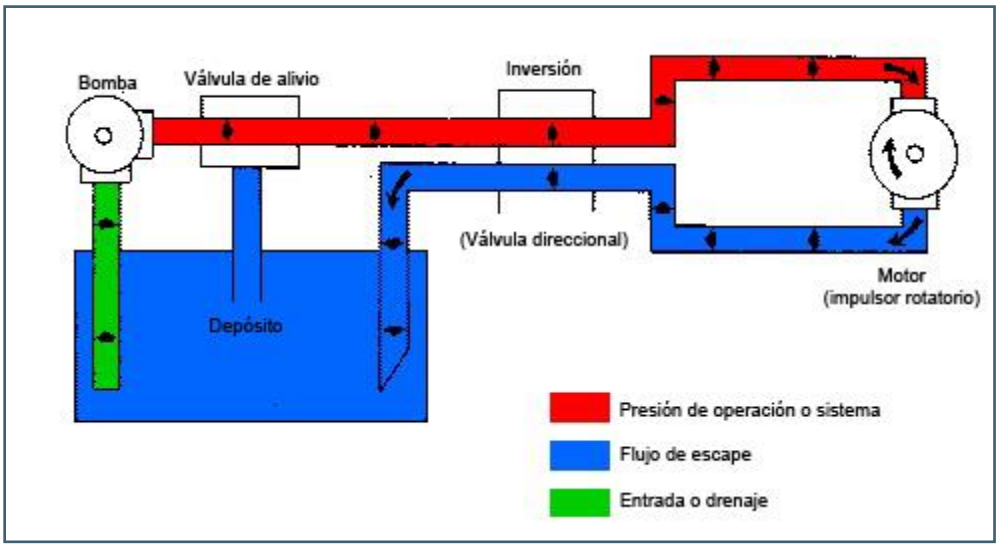


figura 32

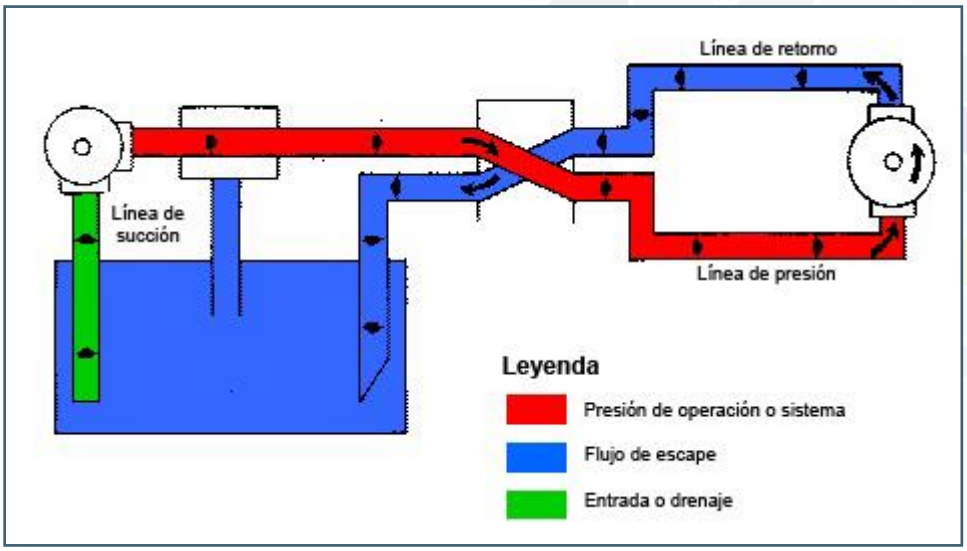


figura 33

b)Sistema de centro abierto. En este sistema, un carrete de válvula de control debe estar abierta en el centro para permitir que el flujo bombeado pase por la válvula y vuelva al reservorio. La figura muestra este sistema en la posición neutral. Un sistema de centro abierto es eficiente en funciones simples pero es limitado con funciones múltiples.(ver figuras 34 y 35)

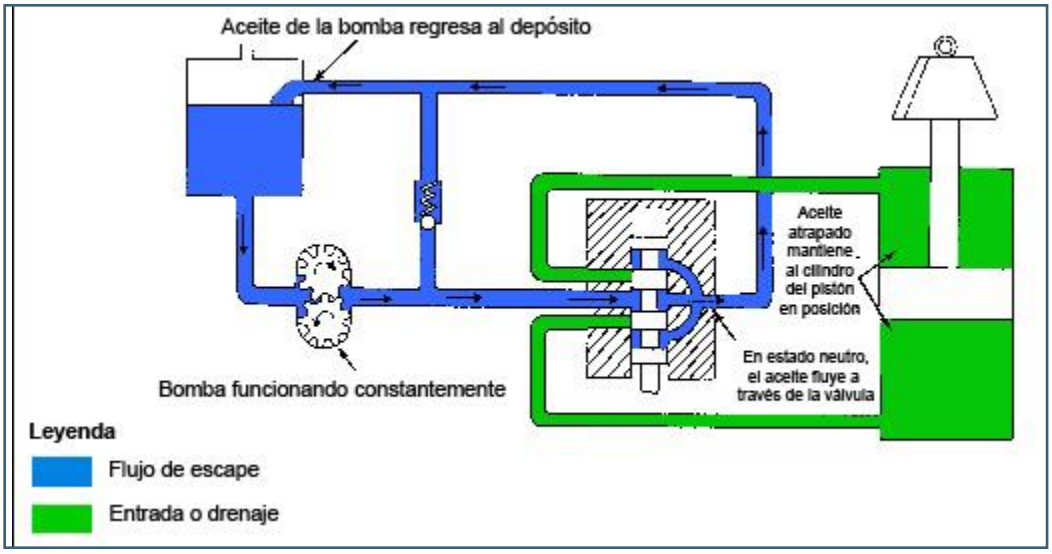


figura 34

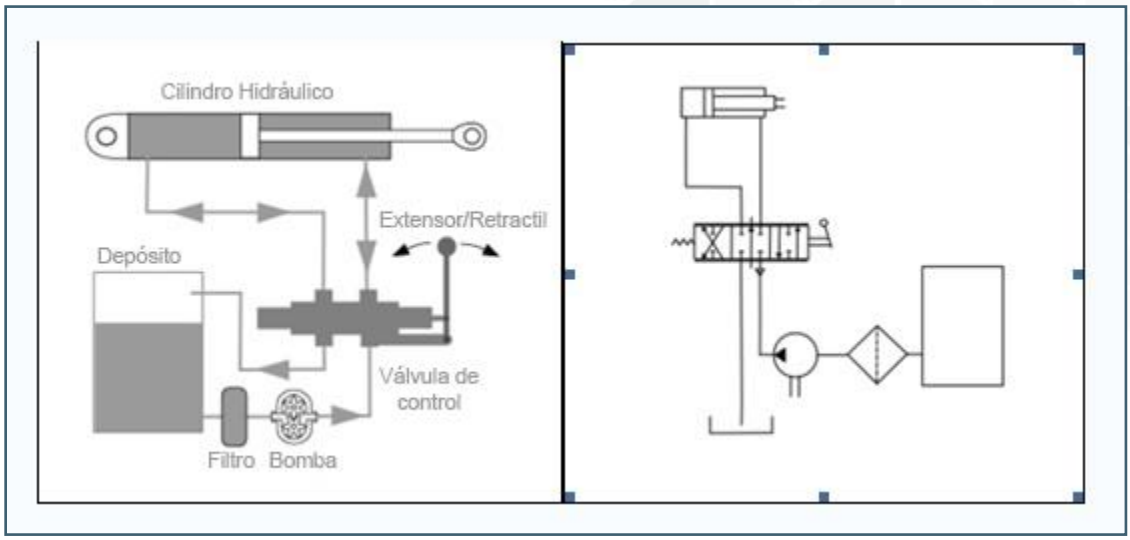


figura 35

Un circuito hidráulico de centro abierto simple. El diagrama del circuito equivalente.

c)Sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba puede descansar cuando no se necesita que el aceite opere una función. Esto significa que una válvula de control está cerrada en el centro, deteniendo el flujo del aceite desde la bomba. La figura 16 muestra un sistema de centro cerrado. Para operar varias funciones de manera simultánea, un sistema de centro cerrado tiene las siguientes conexiones: (ver figura 36)

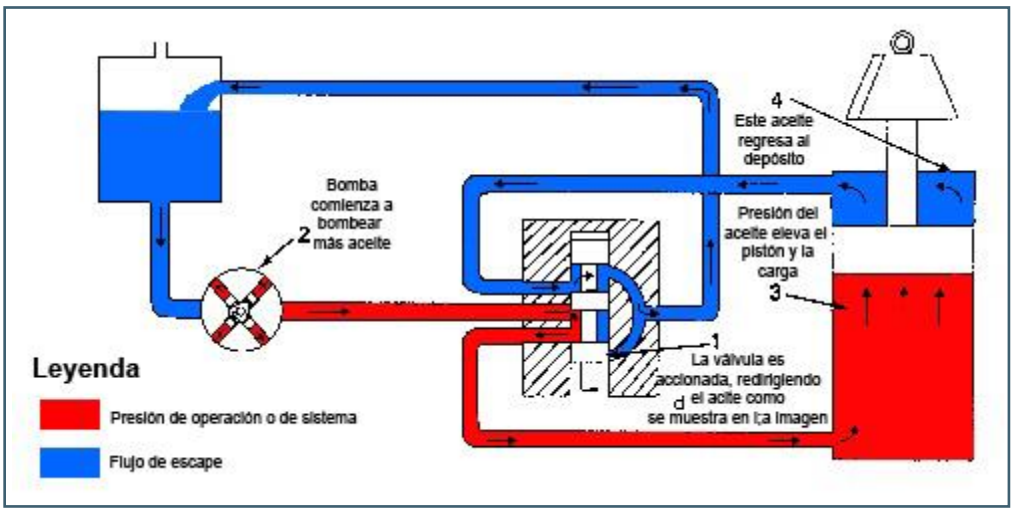


Figura36

Acumulador y bomba de desplazamiento fijo. La siguiente figura muestra un sistema de centro cerrado. En este sistema, una bomba de volumen pequeño pero constante carga un acumulador. Cuando un acumulador se carga a una presión completa, una válvula de descarga desvía el flujo de

la bomba de vuelta al reservorio. Una válvula de verificación atrapa el aceite presurizado en el circuito. (Ver figura 37).

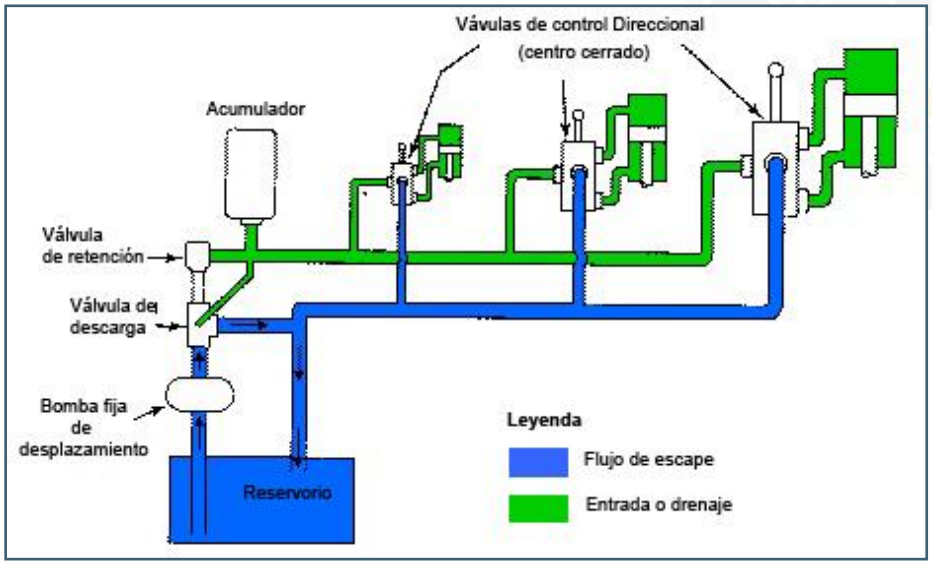


figura 37

Cuando se opera una válvula de control, un acumulador descarga su aceite y acciona un cilindro. A medida que comienza a descender, una válvula de descarga dirige el flujo de la bomba a un acumulador para recargar el flujo. Este sistema, que usa una bomba de capacidad pequeña, es eficaz cuando se necesita aceite de operación sólo por un período corto.

Sin embargo, cuando las funciones necesitan mucho aceite por periodos más largos, un sistema acumulador no puede manejarlo a menos que el acumulador sea muy grande.

Bomba de desplazamiento variable. La siguiente figura muestra un sistema de centro cerrado con una bomba de desplazamiento variable en el modo neutral. Cuando está en modo neutral, se bombea aceite hasta que la presión se eleva a un nivel predeterminado. Una válvula de regulación de presión permite que la bomba se apague por sí misma y se debe mantener esta presión hacia la válvula. Cuando la válvula de control está funcionando, se desvía el aceite desde la bomba hasta el fondo de un cilindro. La caída de presión causada por conectar la línea de presión de la bomba al fondo del cilindro, causa que la bomba vuelva a funcionar, bombeando aceite al fondo del pistón y levantando la carga. (Ver figura 38).

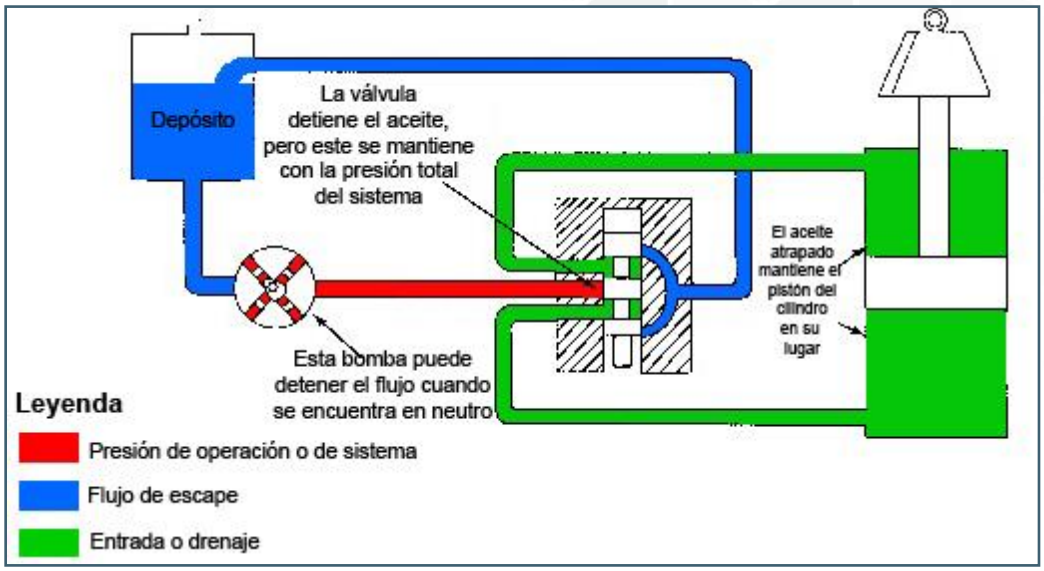


figura 38

Cuando se mueve la válvula, la parte de arriba del pistón se conecta con una línea de retorno, que permite que el aceite de retorno que fue forzado desde el pistón vuelva al reservorio o bomba. Cuando la válvula vuelve al modo neutral, el aceite es atrapado en ambos lados del cilindro y el paso de la presión desde la bomba se cierra. Luego de esta secuencia, la bomba descansa. Moviendo el carrete en la posición baja, dirige el aceite hacia la parte de arriba del pistón, moviendo la carga hacia abajo. El aceite de abajo del pistón es enviado a la línea de retorno.

La figura muestra este sistema de centro cerrado con una bomba de carga, que bombea aceite desde el reservorio hasta la bomba de desplazamiento variable. La bomba de carga suministra sólo el aceite necesario en un sistema y proporciona un poco de presión de entrada para hacer que una bomba de desplazamiento variable sea más eficiente. El aceite de retorno desde la función de un sistema se envía directamente hasta la entrada de una bomba de desplazamiento variable. (ver figura 39)

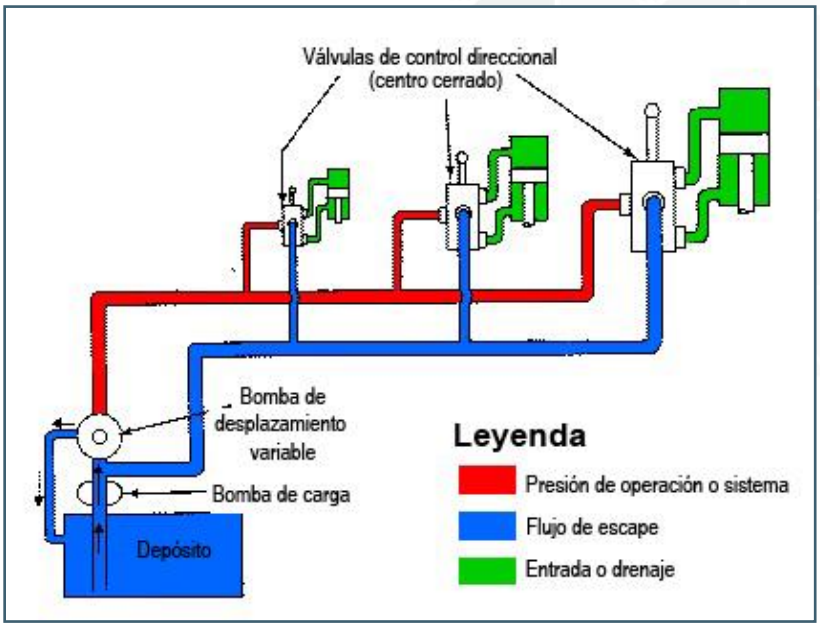


figura 39

Debido a que las máquinas de hoy en día necesitan más energía hidráulica, un sistema de centro cerrado es más ventajoso. Por ejemplo, en un tractor, el aceite puede ser necesario para la dirección hidráulica, frenos hidráulicos, cilindros remotos, enganche de tres puntos, cargadores y otros equipos montados.

En la mayoría de los casos, cada función necesita una cantidad diferente de aceite. Con un sistema de centro cerrado, la cantidad de aceite para cada función puede controlarse por el tamaño de la válvula o línea o por orificio con menos acumulación de calor cuando se compara con los divisores de flujo necesarios en un sistema de centro abierto comparable.

Codificación por colores. En este manual, las cifras que muestran las condiciones o caminos del flujo de aceite son preparadas con códigos de colores estándares de la industria. La Tabla 8 muestra los colores para las líneas hidráulicas y pasos que están en muchas de las cifras:

Tabla 8 Colores de las cifras

Línea/Paso	Color
Presión de funcionamiento	Rojo
Escape	Azul

Ingreso o drenaje	Verde
Flujo medido	Amarillo

Cierre

En las unidades hidráulicas se requiere de limpieza periódica para evitar los aislamientos de las válvulas electro-hidráulicas ya que de esto depende que las unidades trabajen a plena potencia sin detenciones inesperadas. Los mayores cuidados que deben tener los operadores es en el estado de los ductos y mangueras de altas presiones porque pueden producir grandes pérdidas a las personas.

5.2. Nociones de Neumática

Introducción

Los sistemas neumáticos a través del tiempo se han empleado en la minería para controlar flujos de mineral por cilindros neumáticos y dedos metálicos, teniendo una operación bastante brusca y muy sonora, de altos decibeles, por lo que hoy en día se han ido renovando o cambiando por sistemas oleo-hidráulicos.

Los sistemas neumáticos que perduran en la minería son compresores estacionarios para abastecer de aire industrial a todos los niveles productivos y sistemas de emergencias como refugios.

Los siguientes temas serán abordados en esta sección:

- Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos.
- Seguridad neumática.
- Compresores de aire.
- Componentes auxiliares del compresor.
- Mantenimiento de los sistemas neumáticos.
- Sistemas de distribución de aire.

Ventajas y desventajas de los sistemas neumáticos

A continuación se indican las ventajas principales de un sistema neumático:

- El aire es un gas fácilmente disponible que se comporta como un fluido y que puede ser devuelto a la atmósfera luego de ser utilizado.
- El aire comprimido puede ser almacenado en contenedores construidos y diseñados adecuadamente como medio de almacenamiento de energía.
- El aire comprimido puede ser distribuido de manera rápida y eficiente dentro de una planta o fábrica.

- Las filtraciones de aire comprimido son un desperdicio de energía y en la mayoría de los casos no constituye un peligro serio.
- El aire comprimido es relativamente fácil de controlar en una amplia gama de aplicaciones donde se necesite el control de la velocidad y la potencia.
- Las herramientas o equipos que utilizan aire comprimido no se dañan por sobrecarga bajo muchas circunstancias de uso, sólo se detiene.
- El equipamiento de aire comprimido puede ser usado en temperaturas altas, ambientes húmedos o peligrosos.

A continuación se indican las desventajas principales de los sistemas neumáticos:

- El aire exterior de entrada debe ser filtrado y limpiado.
- Los conductos de escape y válvulas de alivio en equipos accionados por aire necesitan silenciadores para minimizar el ruido de la máquina.
- Las máquinas neumáticas funcionan comparativamente a bajas presiones, limitando la cantidad de energía disponible para impulsar maquinaria o herramientas y por ende, su tamaño.
- Debido a la compresibilidad del aire, es difícil regular y lograr velocidades constantes en pistones o ejes.
- El aire, especialmente cuando está comprimido, se escapa fácilmente por puntos de filtración tales como espacios pequeños, etc.

Seguridad en sistemas neumáticos

Cuando se trabaja con cualquier equipo que involucre el uso de aire comprimido, deberá aislarlo y dejarlo seguro para hacerlo de acuerdo con su Hoja de Análisis de Seguridad del Trabajo (Job Safety AnalysisSheets – JSA) o los Procedimientos de Operación Estándar (Standard OperatingProcedures - SOP)

El aire comprimido es más seguro de usar que la electricidad, pero como todas fuente de energía, se debe usar con cuidado y precaución. El personal de mantenimiento deberá estar consciente de los peligros potenciales que están presentes cuando se utilice aire comprimido a altas presiones.

Antes de comenzar cualquier prueba o mantenimiento en un sistema neumático, se debe observar las siguientes reglas como mínimo:

- Aislar el compresor y/o la máquina neumática de suministros de energía externos y de todas las fuentes de presión. Drenar o ventilar completamente hacia la atmósfera antes de desmantelar algún componente.

- Cuando se realice el mantenimiento en compresores accionados eléctricamente, bloquear el interruptor en la posición abierta (off), o usar otro medio seguro de interrupción de corriente tales como el retiro de fusibles.
- Usar tarjetas de bloqueo para evitar que otras personas intenten operar la máquina.

Compresores de aire

Los compresores de aire están diseñados para comprimir aire o gas desde una presión de entrada inicial (normalmente atmosférica) a una presión más alta de salida.

Los compresores pueden ser clasificados en dos (2) grupos básicos, con varios diseños dentro de cada grupo. Éstos son:

- Compresores reciprocantes (recíprocos).
- Compresores de pistón rotatorio.
- Compresores de flujo.

Los primeros dos (2) grupos funcionan sobre el principio de desplazamiento positivo donde el aire se comprime al confinarlo en una cámara o cilindro, luego reduciendo el volumen de la cámara.

El último grupo funciona sobre el principio de ingresar aire por un lado y comprimiéndolo por aceleración de masa hacia el otro.

Compresores reciprocantes

Los compresores del tipo pistón de una etapa están diseñados en una variedad de tamaños para cubrir un amplio rango de volúmenes y presiones de operación de salida. Este tipo de compresor normalmente se descarga en un receptor de aire para almacenar el aire comprimido para su uso. La parte de arriba del pistón y la cabeza del cilindro siempre se mantiene al menor mínimo factible para lograr la eficiencia volumétrica.(ver figura 40)

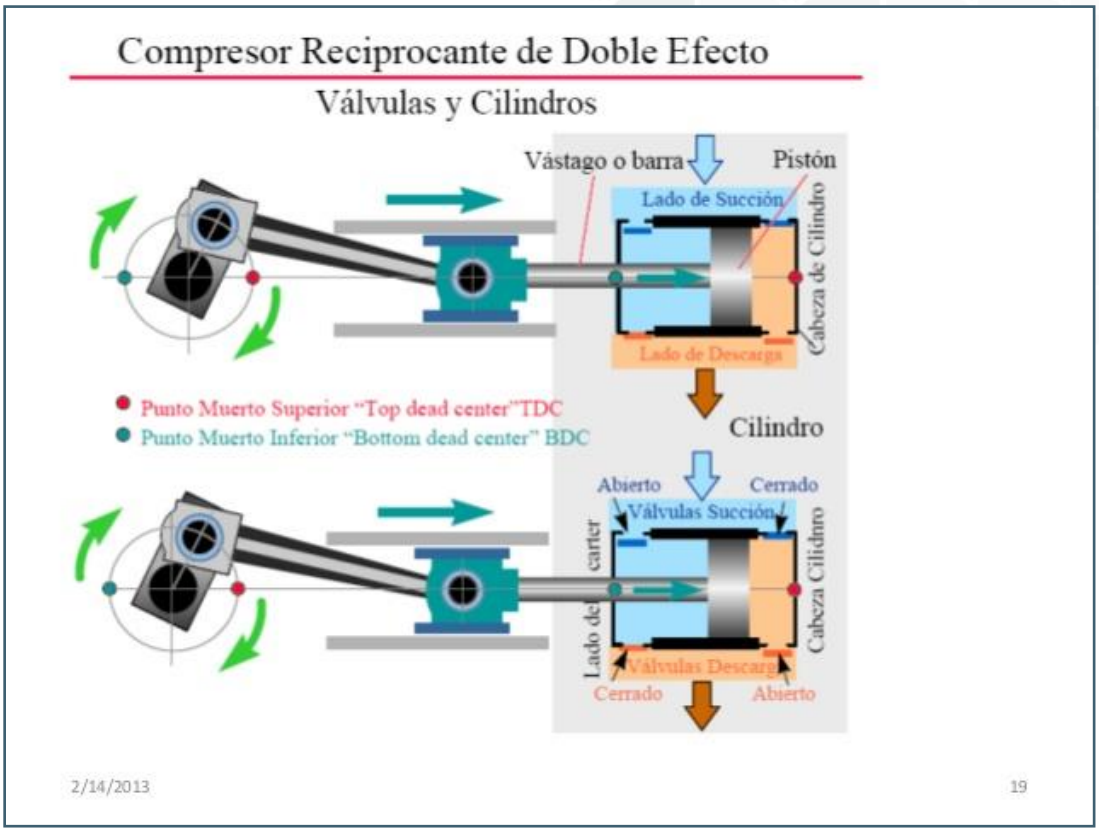


figura 40

Algunos de los grandes compresores reciprocantes fijos tienen camisas de enfriado por agua para eliminar el exceso de calor causado al comprimir grandes volúmenes de aire.

Los compresores del tipo pistón de dos (2) etapas comprimen el aire en dos (2) etapas y usan dos (2) pistones de tamaños diferentes.

Los compresores de diafragma tienen el pistón separado de la cámara de succión por un diafragma flexible. Este tipo de compresor no sufre de contaminación por aceite en el aire de salida. Se usan comúnmente en situaciones donde se necesita aire limpio, tales como en aplicaciones de procesamiento de alimentos, farmacéuticas y químicas. Éstos son muy similares en diseño a una bomba de agua de diafragma.

Compresores rotativos

Los Compresores de Flujo Axial son compresores muy eficaces con relaciones de presión de etapas que varían entre ocho y doce. Constan normalmente de aspas o paletas alineadas que se deslizan en un rotor, que funciona de manera excéntrica en un estator o carcasa.

La combinación de paletas deslizantes, en contacto con la superficie interna del estator y el rotor que opera de manera excéntrica, tiene el efecto de ingresar el aire cuando las aspas están extendidas a su posición exterior. Esto comprime gradualmente el aire debido a la reducción de volumen, hasta que se descarga a máxima presión, que es cuando las aspas son retraídas a su posición interna.(ver figura 41)

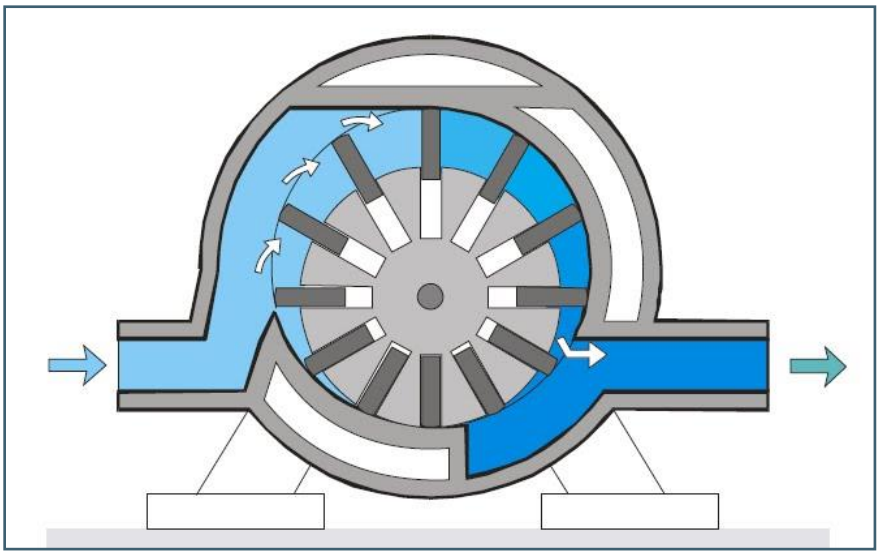


figura 41

Los compresores rotativos de paletas deslizantes emplean un rotor montado de manera excéntrica que gira en una carcasa cilíndrica con ranuras de entrada y salida. Las ventajas de este compresor son sus dimensiones compactas y además su funcionamiento silencioso y entrega de aire estable.

Compresores de flujo

Los compresores Roots (de lóbulos): transportan el aire de un lado a otro sin ningún cambio en el volumen. Se evita que los lóbulos de rotación entren en contacto unos con otros por engranajes de sincronización y los bordes de los lóbulos producen el sellado necesario en el lado de la presión.(ver figura 42)

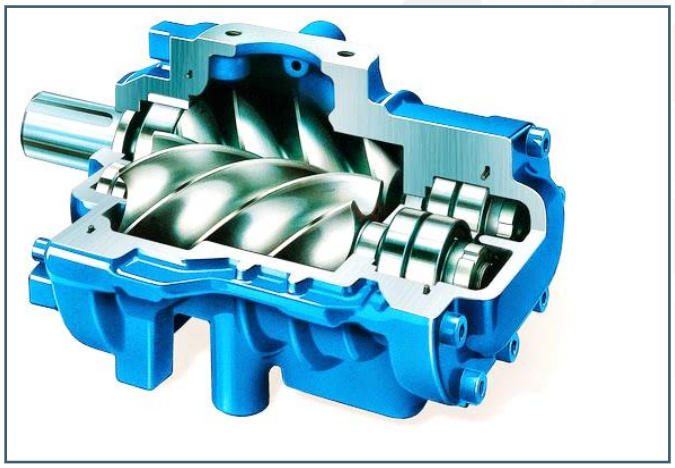


figura 42

Los Compresores de Flujo Radial: entregan grandes cantidades de aire a baja presión, con una proporción de presión de cuatro (4) etapas, siendo ésta cerca del máximo factible. El principio de operación es que cuando el eje gira, el efecto de la fuerza centrífuga sobre el aire dentro del álabe causa su compresión y al mismo tiempo lo induce para que fluya hacia el álabe.

El aire ingresa al ojo del álabe y el álabe rotativo acelera el aire de manera radial. A medida que el aire deja el álabe, ingresa a un ducto con forma divergente antes de salir del compresor. Esto disminuye la velocidad del aire y aumenta su presión.(ver figura 43)

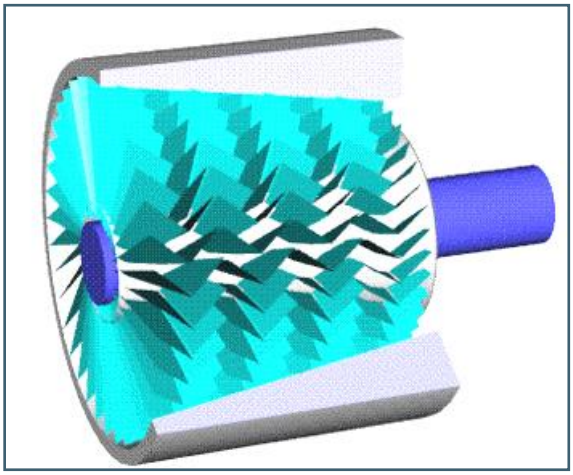


Figura43

Componentes auxiliares del compresor

Dispositivos de regulación

Un requisito fundamental de muchos compresores es la capacidad para mantener una presión constante predeterminada en el receptor, sin importar las variaciones de demanda. Hay dos (2) sistemas de regulación, descargadores de aire y dispositivos de protección:

Descargadores de aire

Un descargador es un dispositivo automático que varía la cantidad de aire que se comprime. Están incorporados en los compresores, a fin de conservar el gasto de energía cuando no hay demanda de aire.

1. Descarga de línea de entrada.
2. Descarga de entrada y de descarga.
3. Válvula de entrada mantenida cerrada.
4. Válvula de entrada mantenida abierta.
5. Válvula de descarga mantenida abierta.
6. Carrera de compresión ajustable.
7. Volumen de cámara de compresión variable.

Válvulas de admisión y descarga del compresor

Las válvulas de admisión y descarga son tal vez las piezas más vitales de un compresor en relación al trabajo eficiente del compresor.

La forma más común de la válvula usada en el diseño de compresores modernos es el tipo checo de placas. La válvula se abre o cierra bajo una diferencia en la presión de aire en él y se cierra bajo un ligero accionamiento por resorte. Las piezas movibles son livianas y necesitan un recorrido comparativamente corto.

El área cubierta por la válvula es relativamente grande y, por lo tanto, responde a diferenciales de presión muy leves, abriendo y cerrando rápidamente.

Las velocidades del aire a través de ella son relativamente bajas y es por estos motivos que la eficiencia de la válvula es buena. Es generalmente fácil de fijar y mantener.

Se emplean placas de varias formas incluyendo:

- Discos o rectángulos ranurados.
- Anillos concéntricos.
- Láminas paralelas.

Las válvulas de succión y entrega utilizan el mismo principio de diseño, con un número de piezas en común. Esto reduce la cantidad de repuestos necesarios. En algunos compresores antiguos, se incluyen válvulas de resorte.

Mantenimiento de los sistemas neumáticos

Un sistema neumático es fácil de mantener. Sin embargo, como cualquier otro mecanismo, debe ser operado y mantenido adecuadamente.

Se puede dañar el sistema neumático por velocidades y presiones excesivas, por contaminación de fluidos y por temperaturas de funcionamiento altas. El mantenimiento regular reducirá las averías del sistema o sus componentes.

Con el uso de un programa de mantenimiento frecuente (llamado Mantenimiento Preventivo) para cuidar el sistema y sus subsistemas, se puede eliminar los problemas comunes. Estos problemas se pueden corregir antes de que ocurra alguna avería.

La siguiente lista muestra los principales problemas de mantenimiento a un sistema neumático:

- Aire contaminado con agua.
- Filtraciones.
- Configuraciones de presión incorrecta.
- Configuraciones del lubricador incorrectas dando como resultado válvulas atascadas.
- Temperatura elevada del aire.
- Líneas de suministro sueltas.
- Sellos defectuosos.

Limpieza

La limpieza es de suprema importancia cuando se trata de dar mantenimiento a los sistemas neumáticos. Se debe mantener la suciedad, polvo y otros contaminantes fuera del

sistema y componentes. Las partículas pequeñas pueden dañar las válvulas, atrapar componentes y obstruir orificios, causando trabajos de reparación caros.

Se puede mantener limpio un sistema neumático durante el siguiente mantenimiento:

- Manteniendo limpios todos los aceites de lubricación.
- Manteniendo limpias las piezas del sistema y subsistemas.
- Manteniendo el área de trabajo, herramientas y equipamiento de reparaciones limpios y teniendo cuidado al momento de cambiar o agregar aceite.

Detección de fallas

Como las válvulas del compresor son los componentes con mayor carga de trabajo, son las primeras en sufrir por la supervisión y mantenimiento inadecuado de los compresores. La presión registrada en el indicador de presión del inter-cooler puede ayudarle a localizar una válvula defectuosa.

Las válvulas defectuosas pueden ser ubicadas como se indica en la tabla de abajo:

Síntoma	Causa posible
Presión del Inter-cooler por sobre lo normal	Una de las válvulas de alta presión (HP) del cilindro está defectuosa
Presión del Inter-cooler por debajo de lo normal	Una de las válvulas de baja presión (LP) del cilindro está defectuosa

5.3. Nociones de electricidad industrial

Introducción

Los sistemas de alimentación eléctrica para las faenas productivas mineras son de altas tenciones, las cuales deben ser aseguradas y manipuladas bajo la normativa del reglamento eléctrico nacional que estipula las fuentes de distribución bajo ciertas características y normas, las competencias del personal capacitado e instruido, las normativas del personal que manipula y los

equipamientos dieléctricos que debe usar la persona que interviene fuentes de energía de esta magnitud. (Ver figura 44)

Figura 44

Sistema de distribución por medio de torres de alta tensión del sistema interconectado central del país. (Ver figura 45)

Figura 45

Las salas eléctricas se caracterizan por ser algunas móviles que se desplazan a medida que va creciendo el yacimiento minero, y otras que son fijas para cuando el yacimiento está en pleno funcionamiento. Estas deben ser construidas bajo la normativa legal vigente de sistemas de conexión a tierra, hermética, refrigerada y con sistemas de detección de humo e incendio con activación automática y/o activación manual. (Ver figura 46)

Figura 46

Salas de monitoreo del sistema eléctrico de la mina.

En estas salas se monitorea todo el sistema de alimentación y distribución de energía para la mina, manteniendo los flujos de voltajes y tenciones bajo vigilancia, teniendo todo el control del proceso minero en consumos por los distintos procesos del yacimiento, además en este panel se establecen los códigos de alertas por incendios en el sistema de iluminación y energía de la mina. (Ver figuras 47 y 48).

Figura 47

Figura 48

Puerta de color azul – amarillo son puertas que indican sub-estaciones eléctricas donde solo ingresa personal autorizado con equipamiento dieléctrico y estas deben permaneces siempre con candados de bloqueos y cerradas(ver figura 49)

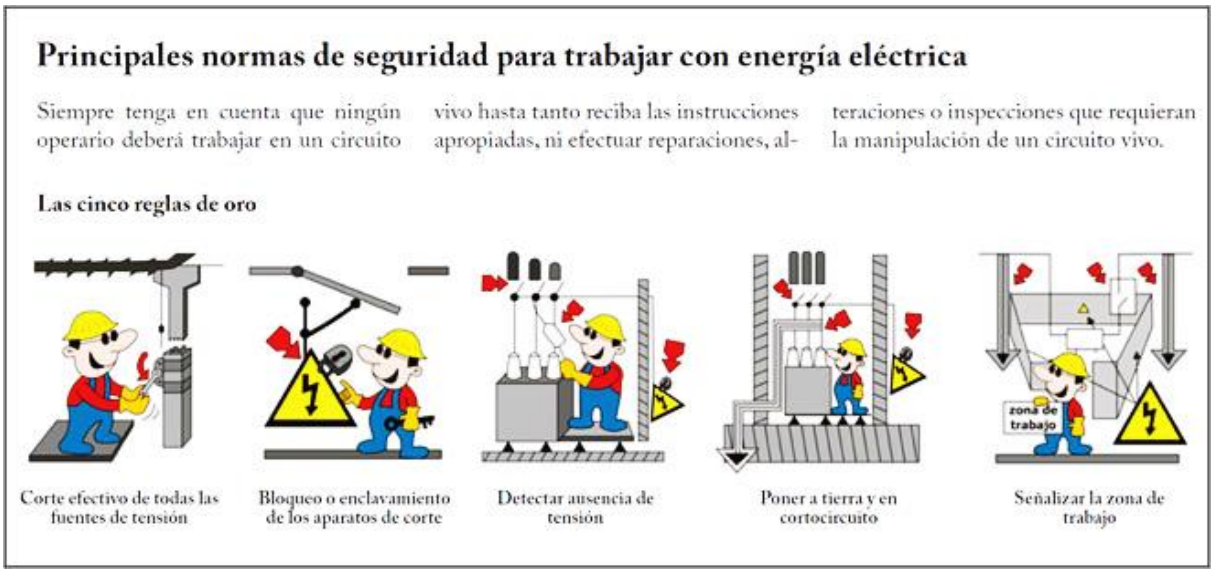


Figura 49

Figura50

Cajas de conexión eléctrica para suministrar energía a equipos de perforación JUMBOS, estas son portables y desplazables acorde los avaneces que va teniendo el equipo dentro del proceso de desarrollo de labores. (Ver figura 50)

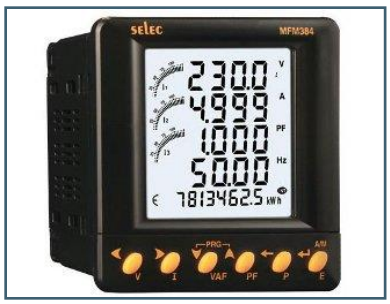


Figura51

Marcadores de voltaje y amperes de sistema de distribución eléctricos que existen en las salas de control. Estos instrumentos deben ser manejados por el personal calificado y autorizado en saber interpretar las cifras como medidas de control en los sistemas de las salas. (Ver figura 51)

Figura 52

Cables conductores de alta tensión que deben estar aislados y separados de los procesos en donde no puedan ser pasados a llevar por la maquinaria ni intervenidos por personal ajeno al área eléctrica. (Ver figura 52)

Repaso de Conceptos Claves

OLEOHIDRAÚLICO	NEUMÁTICO	ELÉCTRICO
Reconocer sistemas y equipos que utilizan mecanismos oleohidraúlicos.	Reconocer equipos y sistemas que utilizan componentes neumáticos.	Reconocer sistemas eléctricos de distribución e n baja, media y alta tensión .

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje: Comprensión de la utilidad y funcionamiento general de sistema oleohidráulico, neumático y eléctrico.

- **Estrategia Metodológica.**

Reconocer en que etapas del proceso se utilizan equipos Oleo hidráulicos, neumáticos y sistemas eléctricos. Sus cualidades virtudes y desventajas Dentro del proceso productivo.

.

- **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 de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo:**

Reconocer los mecanismos, accionamientos, maquinarias sistemas dentro del proceso productivo e identificar las cualidades y desventajas de fuerzas.

2. **Materiales y recursos**

- Cuaderno del participante.
- PC y proyector.
- Acceso a Internet.
- EPP.
- Imágenes de sistemas operativos ya sean Hidráulicos, neumáticos, eléctricos.

3. **Descripción de la Actividad:** Identificar, los equipos y sus sistemas de accionamientos, las funciones que cumplen dentro del proceso productivo.

Etapa	Especificaciones
Inicio	El participante reconocer los mecanismos de accionamiento y sus potenciales acorde a las funciones dentro del proceso.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. a. Reconocer los equipos que utilizan sistemas Neumáticos, Oleohidráulicos, eléctricos dentro del proceso. b. El instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Responder ante dudas de equipos y sus potenciales. d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto. e. Identifican instalaciones y funciones dentro del proceso. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.). g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones. h. Término de la actividad.

	i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
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.

- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas oleohidráulicos.
- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas neumáticos.
- Equipos e instalaciones que utilizan sistemas eléctricos y la distribución energética del yacimiento.

6. Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.

Aprendizaje esperado: Identificar acciones de tipo personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.

Conceptos Claves		
REFUGIO FIJO	REFUGIOS MÓVILES	EVACUACIÓN POR INCENDIO Y DERRUMBE
Caracerísticas de este refugio y sus componentes.	Características de este refugio y sus componentes.	Vías de escapes y zona de seguridad.

Introducción

Toda persona que ingrese a mina subterránea debe tener nociones de primeros auxilios, saber utilizar extintores manuales y sistema centralizado contra incendio, además saber reconocer las características del macizo rocoso en el comportamiento cuando se producen sobreesfuerzos y desprendimientos que puedan originar derrumbes de labores en las zonas productivas. Por lo tanto, es obligación del empleador o dueño de la faena minera instruir y dar a conocer los riesgos inherentes a las labores subterráneas, teniendo como alternativa de respaldo vías de evacuaciones habilitadas despejadas y demarcadas a lo menos dos con destino en superficie y para aquellas zonas donde no se pueda acceder a superficies, refugios fijos y refugios móviles en los que deben estar instruidos todo el personal perteneciente a mina subterránea.

6.1. Refugio móvil

Refugio móvil adaptado para desplazarlo a medida que se va desarrollando la mina, tiene capacidad para veinte personas y están acondicionados para tener una estadía de cuarenta y ocho horas como mínimo estando el sistema presurizado y cerrado por emergencia. El personal que ingrese a esta unidad de refugio, debe estar entrenado y capacitado para su funcionamiento,

existen en su interior manuales e instructivos del paso a paso de cómo se hace funcionar cada uno de sus componentes, consta además con comunicación telefónica y radial con toda la red de la mina.(ver figura 53)

Figura53

6.2. Refugio fijo

Los refugios fijos, por lo general, se ubican en los barrios cívicos o en las zonas de oficinas del yacimiento de minero subterráneo, cautelando que esta zona es mucho más protegida que las frentes de producción o de desarrollo, estos sistemas deben estar en forma constante bajo supervisión e inspección para que estén en óptimas condiciones en caso de ser requerido para su utilización, es deber de todo el personal cuidarlos y revisarlos periódicamente. (Ver figura 54)

figura 54

6.3. Vías de escape

Las vías de escape también deben estar sujetas a revisiones periódicas, manteniéndolas expeditas para ser utilizadas en caso de emergencia y de requerir evacuar el personal de forma rápida a superficie, a lo menos deben existir dos vías de escapes separadas distantes una de otra con salida a superficie.

El personal debe estar instruido en el uso y aplicación de extintores manuales y sistema centralizados de los equipos con el objetivo de contener todo inicio o amago de incendio, de lo contrario debe saber aplicar situación de emergencia alertando los mecanismos de aviso y aplicar evacuación de la mina.

En caso de existir derrumbe producto de inestabilidad del yacimiento o por eventual terremoto, el personal debe acudir a las zonas de seguridad en refugios, ya sean móviles o fijos, o evacuar por las vías a superficie.

Conceptos Claves

REFUGIO FIJO	REFUGIOS MÓVILES	EVACUACIÓN POR INCENDIO Y DERRUMBE
Caracerísticas de los refugios fijos.	Características de los refugios móviles.	Identificar vías de evacuaciones y señaléticas respectivas.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de aprendizaje:Nociones de actuación del personal en caso de emergencia por incendio y derrumbe.

- **Estrategia Metodológica**
  El participante debe aprender a identificar condiciones y situaciones de emergencias por incendio, derrumbes, y accidentes. En actuación del personal.

- **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 de Mantenimiento	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo: Identificar** códigos, procedimientos de emergencias por incendio, derrumbe o accidentes y las medidas de salvaguardar la integridad de las personas con refugios fijos y móviles.
2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante.
   - PC y proyector.
   - Acceso a Internet.
   - EPP.
   - Procedimientos de emergencias y códigos.

3.Descripción de la Actividad:

El participante reconocerá las medidas preventivas y procedimientos de emergencias por incendio derrumbe y accidentes

Etapa	Especificaciones
Inicio	El participante aprenderá a identificar códigos y actuar en emergencias por accidentes, derrumbes e Incendios.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado. 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. a. El alumno identificará las cualidades y formas de utilización y capacidades de refugios móviles y fijos además cómo debe actuar en caso de emergencias. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas. c. El instructor realiza demostración de pestañeos de emergencias y formas que debe actuar el personal. d. Reconocer vías de escapes y sus señaléticas. e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con instrumentos de evaluación. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.

	h. Término de la actividad. i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.
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.

- Identificar códigos de pestañeo.
- Actuar en condiciones de emergencia. Por incendio, derrumbe, Accidentes.
- Evaluación de comportamientos (autoanálisis).
-

MÓDULO:

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

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

1. Creación 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.

Conceptos Claves

VALOR	CADENA DE VALOR	MODELO DE 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 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	Es la combinación de cosas y experiencias que crean en el cliente una percepción del valor total recibido por la empresa.

1.1 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.

1.2 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 55):

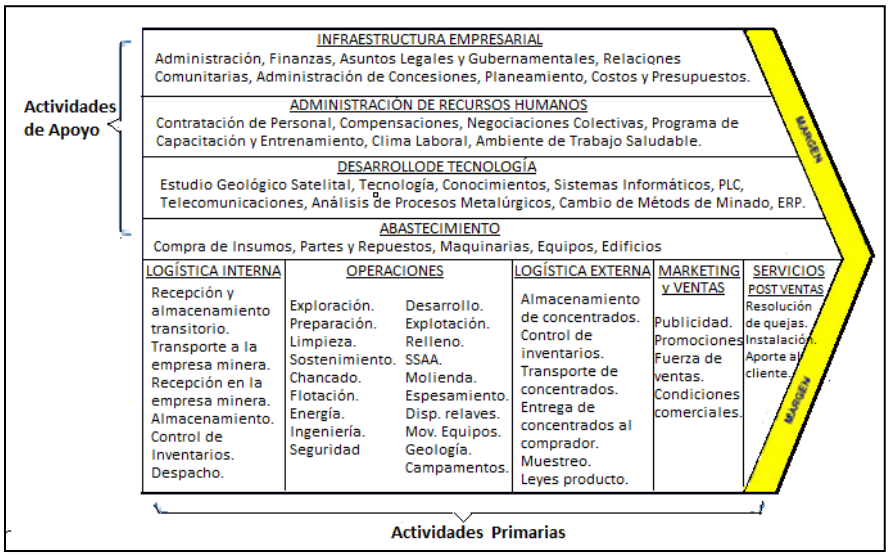


Figura 55. Esquema de los componentes de la cadena del valor del negocio minero

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.

Identificación de las actividades de valor del negocio

La identificación de las actividades de valor requiere el aislamiento de las actividades que son tecnológica y estratégicamente distintas. Las actividades de valor se dividen en dos grupos

Actividades Primarias

Estas actividades primarias se refieren a la creación física del producto, diseño, fabricación, venta, servicio postventa. Hay cinco categorías genéricas de actividades primarias relacionadas con la competencia en cualquier empresa. Cada categoría es divisible en varias actividades distintas que dependen del sector industrial en particular y de la estrategia de la empresa.

a) Logística interna (de entrada)

Las actividades relacionadas con la recepción, almacenamiento y distribución de insumos necesarios para fabricar el producto, como manejo de materiales, almacenamiento, control de inventarios, programación de vehículos, etc.

b) Operaciones

Actividades relacionadas con la transformación de insumos en la forma final del producto, como perforación, tronadora, carguío y transporte, chancado, molienda, flotación, espesamiento, filtrado, etc.

c) Logística externa (de salida)

Actividades relacionadas con la recopilación, almacenamiento y distribución física del producto terminado a los clientes, como bodegas, manejo de materiales, operación de vehículos de entrega, procesamiento de pedidos y programación de estos, etc.

d) Marketing y ventas

Actividades relacionadas con el acto de dar a conocer, promocionar, vender y proporcionar un medio por el cual los clientes puedan comprar el producto.

e) Servicio post ventas

Actividades relacionadas con la prestación de servicios complementarios para realizar o mantener el valor del producto, como la instalación, reparación, entrenamiento, repuestos y ajuste del producto.

Cada una de las categorías puede ser vital para la ventaja competitiva, dependiendo del sector industrial. Para un distribuidor, la logística interna y externa son lo más crítico. Para una empresa que proporciona el servicio en sus instalaciones, como un restaurante o un minorista, la logística externa puede casi no existir y pasa a ser las operaciones la categoría vital. Sin embargo, en

cualquier empresa todas las categorías de las actividades primarias estarán presentes hasta cierto grado y jugarán algún papel en la ventaja competitiva.

Actividades de apoyo

Las actividades de valor de apoyo implicadas en la competencia en cualquier sector industrial pueden dividirse en cuatro categorías genéricas.

Como con las actividades primarias, cada categoría de actividades de apoyo es divisible en varias actividades de valor distintas que son específicas para un sector industrial dado. En el desarrollo tecnológico, por ejemplo, las actividades discretas podrían incluir el diseño de componentes, diseño de características, pruebas de campo, ingeniería de proceso y selección tecnológica.

Similarmente, el abastecimiento puede estar dividido en actividades como la calificación de nuevos proveedores, abastecimiento de diferentes grupos de insumos comprados y un monitoreo continuo del desempeño de los proveedores.

a) Abastecimiento (compras)

El abastecimiento se refiere a *la función* de comprar insumos que serán usados en las actividades o cadena de valor de la empresa. Los insumos comprados incluyen materias primas, provisiones y otros artículos de consumo, así como los activos como maquinaria, equipo de laboratorio, equipo de oficina y edificios. Aunque los insumos comprados se asocian comúnmente con las actividades primarias, están presentes en cada actividad de valor, incluyendo las actividades de apoyo. Por ejemplo, los materiales de laboratorio y los servicios independientes de pruebas son insumos comúnmente comprados en el desarrollo de tecnología. Como todas las actividades de valor, el abastecimiento emplea una "tecnología", como los procedimientos para tratar con los vendedores, reglas de calificación, y sistemas de información.

El abastecimiento tiende a esparcirse en toda la empresa. Algunos artículos, como la materia prima, se compran por el tradicional departamento de compras, mientras que otros artículos son comprados por los gerentes de planta (ej. máquinas). Una actividad de abastecimiento dada puede asociarse normalmente con una actividad de valor específica o con las actividades que apoya, aunque con frecuencia el departamento de compras sirve a muchas actividades de valor y las políticas de compras se aplican en toda la empresa.

b) Desarrollo de tecnología

Cada actividad de valor representa tecnología, o sea conocimientos, procedimientos, o la tecnología dentro del equipo de proceso. El conjunto de tecnologías empleadas por la mayoría de las empresas es muy amplio, abarca desde el uso de aquellas tecnologías para preparar documentos y transportar bienes, a aquellas tecnologías representadas en el producto mismo. Además, la mayoría de las actividades de valor usan una tecnología que combina varias sub-tecnologías diferentes que implican diversas disciplinas científicas. La flotación, por ejemplo, implica metalurgia, electrónica y mecánica. El desarrollo de la tecnología consiste en un rango de

actividades que pueden ser agrupadas de manera general en esfuerzos por mejorar el producto y el proceso. El desarrollo de tecnología tiende a estar asociado con el departamento de ingeniería o con el grupo de desarrollo. Sin embargo, ocurre clásicamente en muchas partes de una empresa, aunque no se reconozca explícitamente. El desarrollo de tecnología es importante para la ventaja competitiva en todos los sectores industriales, siendo la clave en algunas. En el cobre, por ejemplo, la tecnología del proceso de la empresa es el factor único más importante en la ventaja competitiva.

c) Administración de recursos humanos

La administración de recursos humanos consiste de las actividades implicadas en la búsqueda, contratación, entrenamiento, desarrollo y compensaciones de todos los tipos de personal. Respalda tanto a las actividades primarias como a las de apoyo (ej. contratación de ingenieros) y a la cadena de valor completa (ej. negociaciones laborales.)

Las actividades de administración de recursos humanos ocurren en diferentes partes de una empresa, como sucede con otras actividades de apoyo. La administración de recursos humanos afecta la ventaja competitiva en cualquier empresa, a través de su papel en determinar las habilidades y motivación de los empleados y el costo de contratar y entrenar. En algunos sectores industriales sostiene la clave de la ventaja competitiva.

d) Infraestructura de la empresa

La infraestructura de la empresa consiste de varias actividades, incluyendo la administración general, planificación, finanzas, contabilidad, asuntos legales gubernamentales y administración de calidad. La infraestructura, a diferencia de las otras actividades de apoyo, normalmente apoya a la cadena completa y no a actividades individuales.

La filosofía de la cadena de valor permite examinar en forma sistemática todas las actividades y procesos que una empresa desempeña y cómo interactúan para conocer las fuentes de ventaja competitiva con las que cuenta.

Cadena de valor

La cadena de valor de una empresa se debe enlazar con las cadenas de valor de sus proveedores, distribuidores y clientes. Una red de valor consiste en sistemas de información que mejoran la competitividad en toda la industria promoviendo el uso de estándares y al dar a las empresas la oportunidad de trabajar de manera más eficiente con sus socios de valor.

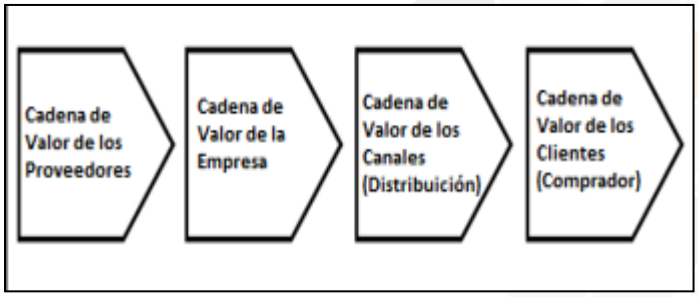


Figura 56. Sistema de valor

Los proveedores tienen cadenas de valor que crean y entregan los insumos comprados en la cadena de una empresa. Los proveedores no sólo entregan un producto, sino que también puede influir el desempeño de la empresa de muchas otras maneras. Además, muchos productos pasan a través de los canales de las cadenas de valor en su camino hacia el comprador (distribuidor), así como influye en las propias actividades de la empresa.

El producto de una empresa eventualmente llega a ser parte de la cadena de valor del comprador (cliente). La base última para la diferenciación es una empresa y el papel de sus productos en la cadena de valor del comprador, que determina las necesidades del cliente. El obtener y mantener la ventaja competitiva depende de no solo comprender la cadena de valor de una empresa, sino cómo encaja la empresa en el sistema de valor general.

1.3 Modelo de valor total

Modelo de valor: es la combinación de cosas y experiencias que crean en el cliente una percepción del valor total recibido por la empresa.

No podemos hablar de calidad, sin pensar en un modelo de valor, donde el producto y sus circunstancias son cosas inseparables. El desafío es superar la brecha que existe, entre lo que valora la empresa, (personal, proveedores, vendedores, etc.) y lo que el cliente aprecia, adaptando a sus expectativas nuestro concepto de valor total.

Resulta arrogante creer, que podemos saber perfectamente lo que el cliente valora sin preguntárselo. Conocer al cliente es la manera de empezar cualquier proceso que tenga como meta satisfacerlo, porque es mucho más rápido y económico consultarlo, que experimentar por el método de prueba y error.

El silencio del cliente no debe ser tomado como un síntoma de satisfacción, porque 96% de los clientes insatisfechos no se quejan, aunque transmitirán su frustración a 11 personas aproximadamente. En cambio, aquellos que estén satisfechos lo dirán a lo sumo a 3 personas.

Al margen del valor que nosotros le adjudiquemos a lo que entregamos; el cliente es quien tiene el voto final y vota con su dinero.

1.4 Escala de valor del cliente

Podemos hablar de cuatro niveles que representan el efecto que lo recibido produce en el cliente.

Básico

Son los atributos mínimos, sin ellos no tiene sentido alguno entrar en competencia. Sin embargo, existen empresas en este nivel cuando gozan de privilegios y se forma un monopolio u oligopolio.

Esperado

Son los atributos que los clientes están seguros de recibir.

Deseado

Son los atributos que el cliente no necesariamente espera, pero conoce y aprecia.

Imprevisto

Son los atributos excepcionales que agregan valor sorpresa para el cliente, una vez que el cliente los conozca, se convertirán en deseados. Es en este nivel es donde comienza la excelencia.

1.5 Plan de acción básico para la creación de valor

La creación de valor dentro de la cada de valor puede lograrse por medio de la creación de un margen hacia el cliente interno, o sea generando valor al trabajo que se realiza diariamente, hacia el cliente que se encuentra dentro de la empresa. (Figura 57)

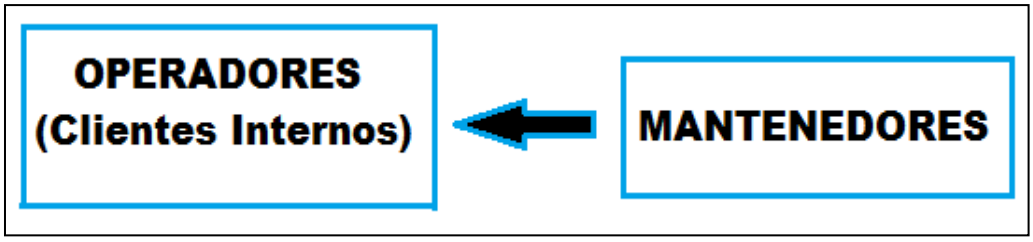


Figura 57. Ciclo de acción de creación de valor

Definir nuestro modelo de valor puede transformarse en un debate entre lugares comunes y divagaciones cósmicas. Para evitarlo podemos concentrarnos en estos cuatro pasos:

- Investigar los atributos valorados por el cliente
- Determinar el peso individual que el cliente le da a esos atributos
- Comparar nuestra posición con la de nuestros competidores en dichos atributos
- Proponer nuestro propio modelo para superar la propuesta de valor de la competencia

Para diseñar modelos de valor, es necesario reunirse en grupos y deben hacerse preguntas como:

- ¿Qué cosas de las que hago son valoradas por el cliente? (Sumar valor)
- ¿Qué cosas que el cliente no valora puedo suprimir? (Bajar costos)
- ¿Qué podemos hacer para agregar valor para el cliente en nuestra actividad? (Definir objetivos)
- ¿Cómo lo voy a medir? (Establecer metas y parámetros)
- ¿Por cuál empezamos? (Ordenar las prioridades).

1.6 La calidad

La calidad significa aportar valor al cliente, esto es, ofrecer condiciones de uso del producto o servicio superiores a las que el cliente espera recibir y a un precio accesible. También, la calidad se refiere a minimizar las pérdidas que un producto pueda causar a la empresa, mostrando cierto interés por parte de la empresa a mantener la satisfacción del cliente.
Todas las organizaciones a nivel mundial están certificando la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad, la cual está diseñada para organizaciones de cualquier tamaño y sector.
La norma ISO 9001 es la base del sistema de gestión de la calidad, ya que es una norma internacional y que se centra en todos los elementos de administración de calidad con los que una empresa debe contar para tener un sistema efectivo que le permita administrar y mejorar la calidad de sus productos o servicios.
Un sistema de Gestión de Calidad ISO 9001:2008 ayuda a controlar y gestionar de forma continua la calidad en todas sus operaciones. Como es la norma de Gestión de Calidad más reconocida en todo el mundo, establece los métodos para obtener un desempeño y servicio constantes, al tiempo que sirve como índice de referencia. Con la norma ISO 9001 se puede establecer procesos que permiten mejorar el modo en que trabaja la empresa a todos los niveles. Los clientes se inclinan por los proveedores que cuentan con esta acreditación porque de este modo se aseguran de que la empresa seleccionada disponga de un buen sistema de gestión de calidad (SGC).Al mejorar los sistemas de gestión de calidad, la empresa podrá aumentar positivamente su rentabilidad y si la empresa demuestra que está realmente comprometido con la calidad de los productos y servicios, podrá transformar su cultura empresarial, ya que como resultado, los trabajadores entenderán la necesidad de mejorar continuamente.

La norma ISO 9001:2008 se basa en ocho principios de gestión de calidad:

- Enfoque al cliente
- Liderazgo
- Participación del personal
- Enfoque basado en procesos

- Enfoque de sistema para la gestión
- Mejora continua
- Enfoque basado en hechos para la toma de decisión.
- Relaciones mutuamente beneficiosas con el proveedor

Algunas de las ventajas al estar certificado con la norma ISO 9001 de Gestión de Calidad son:

- Permite a la empresa convertirse en un competidor más constante en el mercado.
- Una mejor Gestión de la Calidad le ayuda a satisfacer las necesidades de los clientes.
- Los métodos más eficaces de trabajo le ahorran tiempo, dinero y recursos.
- Un mejor desempeño operativo reduce errores y aumenta los beneficios.
- Motiva y aumenta el nivel de compromiso del personal con procesos internos más eficientes.
- Consigue clientes de más valor con un mejor servicio de atención al cliente.
- Amplía las oportunidades de negocio demostrando conformidad con las normas.

La certificación de la norma ISO 9001:2008 permite demostrar alto nivel de calidad de servicio, además, un certificado ISO 9001 válido demuestra que la empresa sigue los principios de gestión de calidad internacionalmente reconocidos.

Repaso de Conceptos Claves

VALOR	CADENA DE VALOR	MODELO DE 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 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.	Es la combinación de cosas y experiencias que crean en el cliente una percepción del valor total recibido por la empresa.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de Aprendizaje: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**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir las actividades y componentes de lacadena de valor típica, ylos lazos que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor entre la organización y los demás actores, mejorando la competividad, lo que permite trabajar de manera más eficiente con sus socios de valor.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

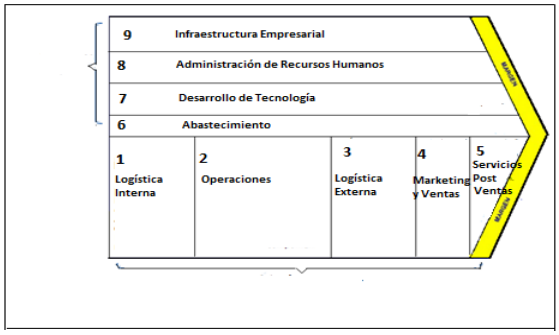
   - Identificar los conceptos de los elementos básicos de la cadena de valor del negocio, relacionando los elementos de valor del negocio en la minería.
   - Definir los lazos que unen las diferentes que unen las diferentes actividades que forman la cadena de valor.

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	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 identificar cuáles son Actividades Primarias y cuáles son Actividades de Apoyo

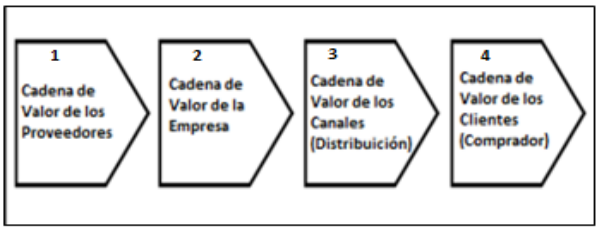


El participante deberá definir las actividades primarias y de apoyo en la siguiente tabla:

Nombre de la Actividad de la Cadena de Valor	Definición de la Actividad
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	

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

:



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 lo resultados de las actividades desarrolladas, explicando la importancia de entenderlas 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.

Conceptos Claves

DESARROLLO SUSTENTABLE	DESARROLLO SUSTENTABLE DEL NEGOCIO MINERO	DIMENSIONES DEL DESARROLLO SUSTENTABLE
Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 1983).	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	El desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: - Económica. - Humana. - Ambiental. - Institucional. - Tecnológica.

Introducción

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.

2.1 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).

2.2 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

La actividad económica bajo la perspectiva de la sustentabilidad no puede seguir funcionando bajo el lema de "pase lo que pase, el negocio continúa". Se debe avanzar para cambiar el paradigma de "el que contamina paga" al de "lo que paga es prevenir la contaminación". El mercado puede aprovechar a su favor y en favor del desarrollo sustentable las oportunidades que supone la aplicación de regulaciones ambientales nacionales e internacionales, la puesta en marcha de procesos de producción más limpia y eficiente y la agregación de valor a las materias primas. En un esquema de sustentabilidad lo que cuenta no es el crecimiento de la producción sino la calidad de los servicios que se prestan.

Dimensión humana

El desarrollo sustentable se orienta a una mejor calidad de vida (superar la pobreza, satisfacer las necesidades básicas humanas e igualar los ingresos), reasignando los recursos económicos para atender estas necesidades. La reducción de la pobreza necesitará un crecimiento económico considerable, a la vez que desarrollo, pero las limitaciones ecológicas son reales y este mayor crecimiento de los pobres tiene que compensarse con una estabilización de la producción para los ricos. Asimismo, es de máxima importancia lograr la estabilidad demográfica, detener el sobreconsumo, y avanzar hacia la formación del capital humano y social.

Dimensión ambiental

No es posible concebir el desarrollo ni la vida humana sin el sustento de la naturaleza. Los modelos de desarrollo están inevitablemente vinculados a lo ecológico y ambiental. En un modelo sustentable la utilización de los recursos naturales y energéticos se limita a la capacidad de regeneración de éstos y la generación de los residuos a la capacidad de asimilación del ecosistema.

Dimensión institucional

Un escaso nivel de representatividad de la población en las iniciativas y la acción del Estado, así como un excesivo centralismo son claramente insustentables. La sustentabilidad implica realizar progresos significativos en la descentralización política administrativa de las decisiones, para estimular nuevas formas de organización y participación ciudadana.

Dimensión tecnológica

Se requiere una aceleración de la innovación y el desarrollo tecnológicos para reducir el contenido en recursos naturales de determinadas actividades económicas, así como para mejorar la calidad de la producción. La dimensión tecnológica implica la búsqueda y cambio hacia tecnologías más eficientes en el caso de los países industrializados y el desarrollo de tecnologías más eficientes y limpias en países en vías de rápida industrialización. En los países en desarrollo con economías basadas en la agricultura, es necesario desarrollar tecnologías apropiadas y de pequeña escala para el incremento de la productividad agrícola.

Repaso de Conceptos Claves

DESARROLLO SUSTENTABLE	DESARROLLO SUSTENTABLE DEL NEGOCIO MINERO	DIMENSIONES DEL DESARROLLO SUSTENTABLE
Desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer las capacidades que tienen las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades (Naciones Unidas, 1983).	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	El desarrollo sustentable implica avanzar simultáneamente en cinco dimensiones: - Económica. - Humana. - Ambiental. - Institucional. - Tecnológica.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de Aprendizaje:Definición del desarrollo sustentable y definir las dimensiones del desarrollo sustentable.

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por desarrollo sustentable, definiendo además las dimensiones del desarrollo sustentable, que son 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.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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**

<table>
<tr><th>Etapa</th><th>Especificaciones</th></tr>
<tr><td>Inicio</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>Desarrollo de la actividad</td><td>El alumno deberá definir Desarrollo Sustentable en la siguiente tabla:
<table>
<tr><td>Definición de Desarrollo Sustentable</td><td></td></tr>
</table>
El participante deberá definir las dimensiones del desarrollo sustentable en la siguiente tabla:
<table>
<tr><th>Nombre de la dimensión</th><th>Definición de la dimensión</th></tr>
<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>
</table></td></tr>
<tr><td>Duración de la actividad</td><td>60 minutos.</td></tr>
</table>

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.

Conceptos Claves

PLANIFICACIÓN DEL NEGOCIO MINERO	MUESTREO	INCERTIDUMBRE
Es una herramienta para tomar decisiones , estableciendo modelos básicos necesarios para su desarrollo. Esta planificación tiene 3 modelos: -Geológicos, estimación de recursos y geometalúrgico.	Es una operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero, mediante el cual se obtienen datos, que una vez analizados, entregan la información destinada a la toma de decisiones para cada una de las etapas de la cadena de valor del negocio minero.	Es el grado de incerteza que acompaña a la toma de decisiones debido a que el conocimiento es incompleto, y hace mas difícil y de mayor riesgo la decisión.

Introducción

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 58:

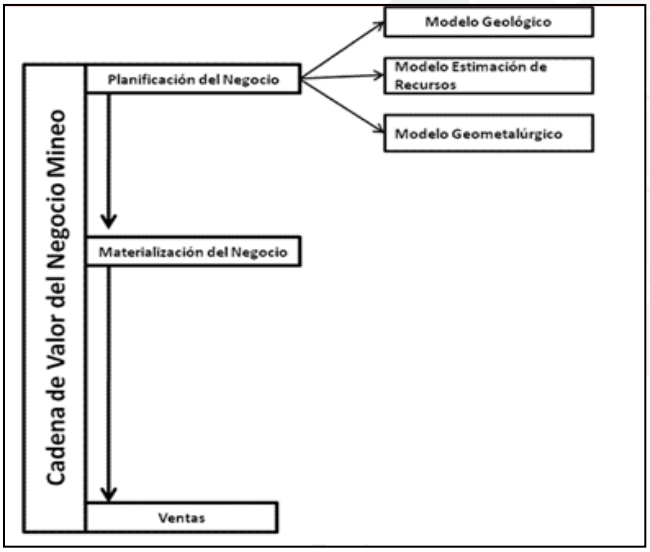


Figura 58. Planificación del negocio minero

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.

3.1 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 59).

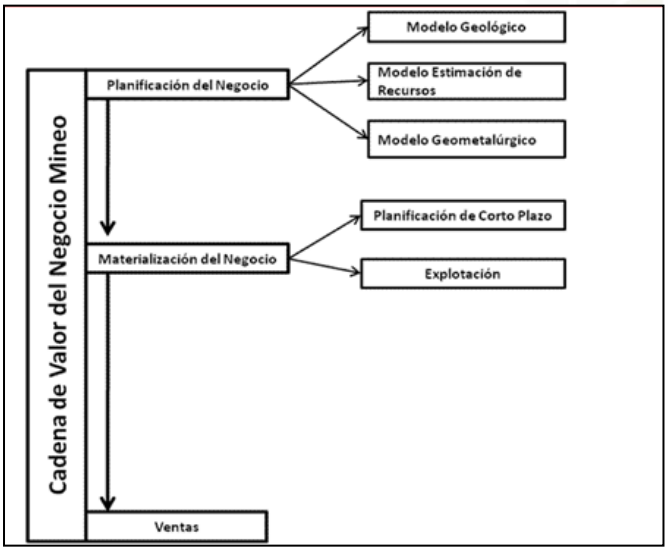


Figura 59. Materialización del negocio

La materialización del negocio continúa a través del Beneficio del mineral, (figura 60):

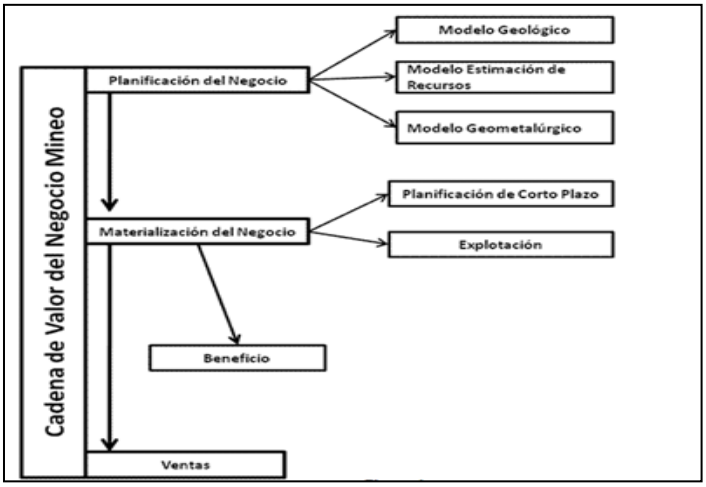


Figura 60. Beneficio del mineral

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 61).

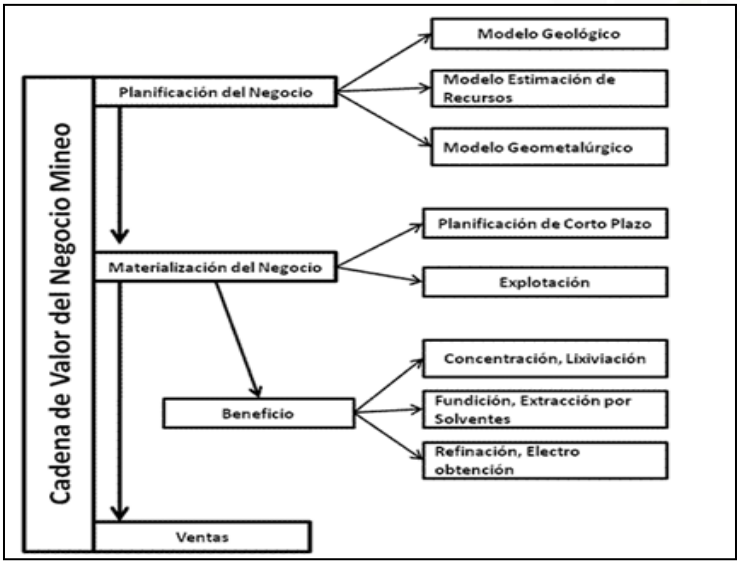


Figura 61. Etapas del beneficio de mineral

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 62).

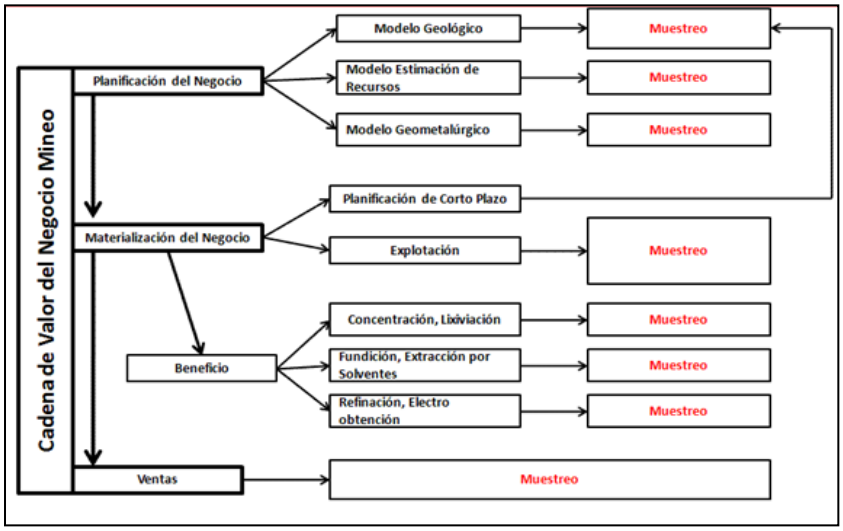


Figura 62. Éxito del negocio minero

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. Las definiciones de lo que es incertidumbre y certidumbre es:

a) Incertidumbre: grado de incerteza que acompaña a la toma de decisiones debido a que el conocimiento es incompleto, y hace más difícil y de mayor riesgo la decisión. La incertidumbre se deriva fundamentalmente de información incompleta, fuentes poco confiables y hechos imprecisos, vagos o difusos.

b) Certidumbre: condición que predomina cuando se está plenamente informado acerca de un problema, se conocen soluciones alternativas y se sabe cuáles serán los resultados de cada solución. Esto significa que se conoce a fondo el problema y las soluciones alternativas lo cual facilita la toma de decisiones en el momento oportuno.

Obviamente la condición de certidumbre es muy difícil de que se dé en el trabajo de la minería, de ahí la importancia de disminuir el grado de incerteza por medio de la obtención de la mayor cantidad de información posible a través de muestreos de distintos tipos y clases y el análisis de los datos así obtenidos.

En la figura 63, observamos en los Modelos Geológico y Estimación de Recursos, las muestras de Sondajes, Canaletas y Pozos de Tiro. Estas muestras están destinadas a las Planificaciones Mineras de Largo Plazo y Mediano Plazo y son fundamentales. La Planificación de Largo Plazo se define en función de la estrategia de la empresa. Se realiza un modelo con la vida aproximada de la mina e implica una gran incertidumbre. Se definen reservas mineras, ley de corte, vida útil, explotación de la mina, inversiones relacionadas con la capacidad de la mina.

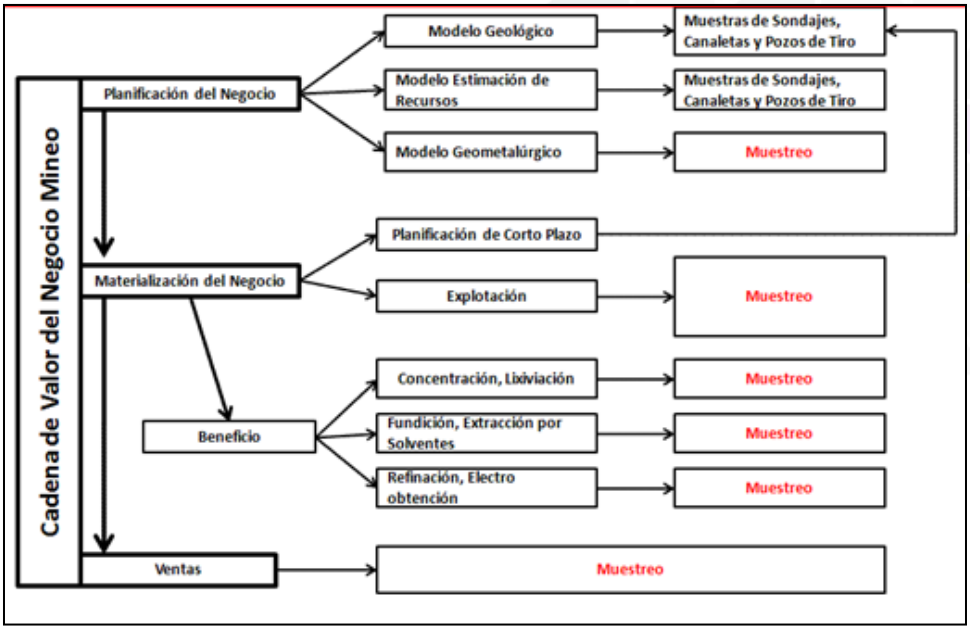


Figura 63. Muestreo de modelo geológico y modelo estimación de recursos

La planificación minera de Largo Plazo se complementa con el modelo geo metalúrgico en el cual se toman muestras especiales para determinar el tamaño de la planta y los equipos requeridos para su operación (figura 64).

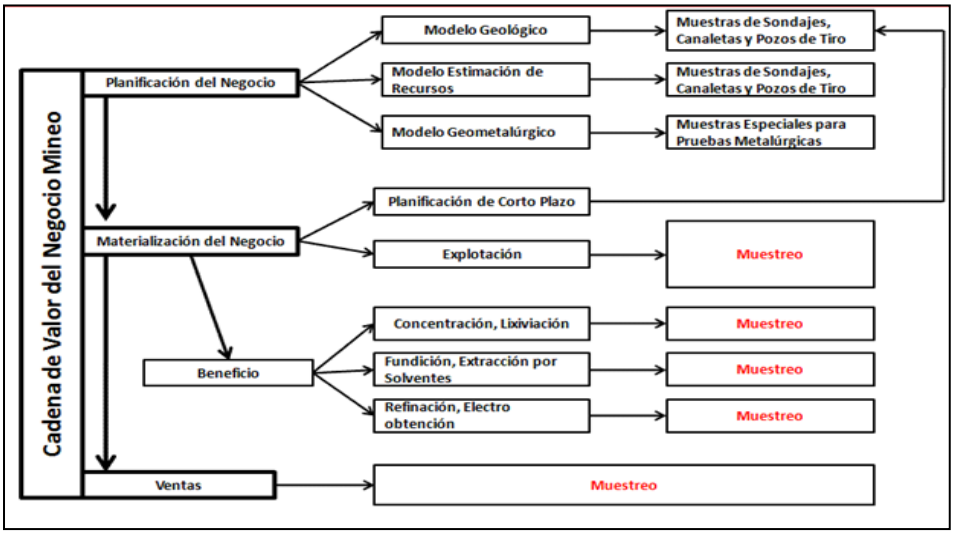


Figura 64. Planificación minera largo plazo

El Plan Minero de Mediano Plazo, de menor incertidumbre que el Plan de Largo Plazo, debe efectuar una conciliación con la información del Plan de Corto Plazo con las metas establecidas en el Plan de Largo Plazo. En este plan se deben definir el detalle de los equipos y a la explotación año a año y mes a mes.

En el Plan Minero de Corto Plazo se analizan la extracción de maneras diaria, semanal y mensual. Se ve lo que está ocurriendo en la operación de la mina y se administra el mineral que va a la planta. Esto, por supuesto, significa variabilidad en las características del mineral que va a la planta. (Leyes, mineralogía, dureza, granulometría, humedad, etc.)

El comportamiento de la incertidumbre, como vemos en la figura 65, disminuye en la medida que la información aumenta:

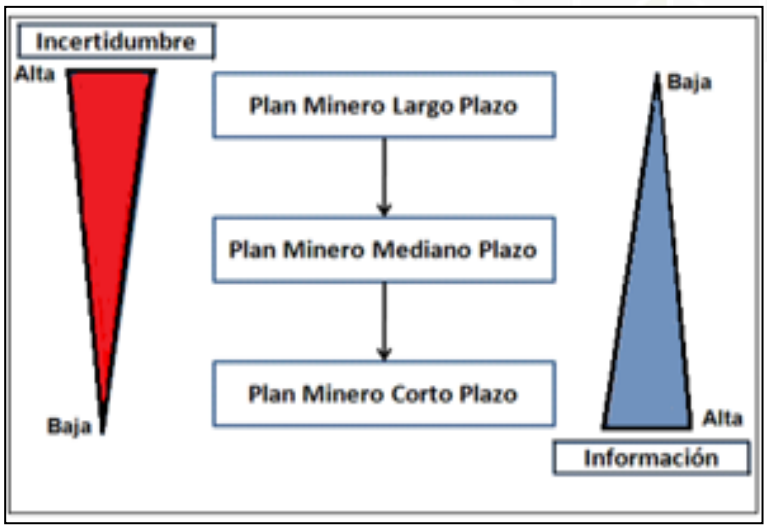


Figura 65. Comportamiento de la incertidumbre

La Materialización del Negocio Minero continúa con la Explotación. La información para la Explotación se obtiene a través de los datos y análisis de datos obtenidos de los muestreos de pozos de tiro, muestras de puntos de extracción y el muestreo de material particulado, indicado en la figura 66.

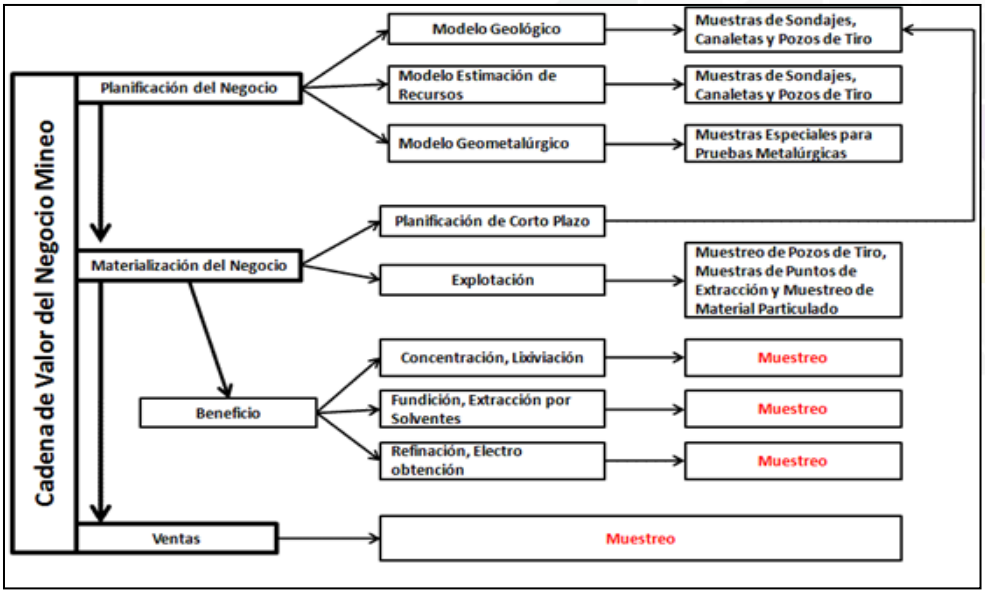


Figura 66. Explotación de mineral

La información para las operaciones que involucran el beneficio del mineral se obtiene de los datos generados por los distintos muestreos a realizar, dependiendo el tipo de operación que se deba efectuar (figura 67).

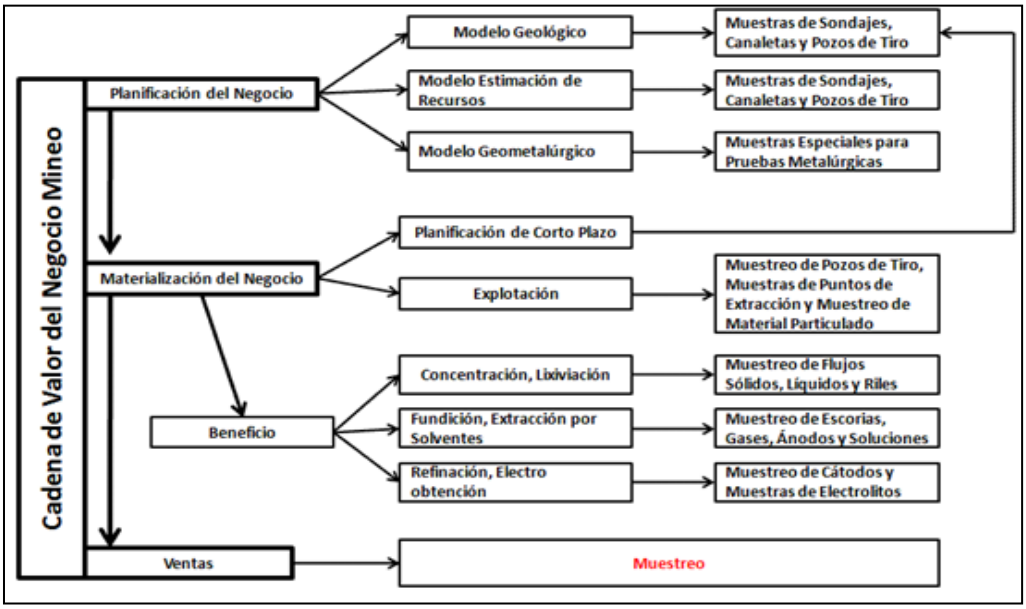


Figura 67. Operaciones unitarias del proceso

La calidad de las muestras extraídas, la generación de los datos y sus análisis son fundamentales en el éxito del negocio minero. Hemos visto que las muestras de sondajes, canaletas y pozos de tiro se usan en las Planificaciones de Largo Plazo, Mediano Plazo y Corto Plazo. Estas muestras son tan importantes que en muchas empresas los Departamentos de Geología usan Materiales de Referencia para asegurarse que los resultados que los laboratorios les informan de sus muestras

geológicas son el fiel reflejo del contenido real de dichas muestras, ejemplo leyes, granulometría, etc.

Los materiales de referencia son muestras cuyo contenido se conoce. En el conjunto de las muestras enviadas a los laboratorios, para ser analizadas ya sea desde el punto de vista de sus características químicas o físicas, se introduce una de estas muestras y si el resultado del análisis efectuado no corresponde al de esta muestra en particular, los informes de las determinaciones realizadas al resto de las muestras quedan en duda. En estos casos se debe pedir a los laboratorios que corresponda, la revisión de sus procedimientos con objeto de asegurar la calidad de la información, que como hemos dicho, es fundamental para el éxito del negocio minero.

Las muestras de pozos de tiro, de los puntos de extracción del mineral y de material particulado están relacionadas con la explotación diaria de la mina y el envío de mineral a las plantas para su procesamiento.

¿Son importantes para el éxito del negocio minero las muestras de flujos sólidos y líquidos?

Veamos algunos ejemplos de la información que se puede obtener de ellas y sus consecuencias:

Muestras de flujos sólidos: generalmente corresponden a operaciones de plantas de chancado. Estas muestras normalmente son usadas para determinar tanto la granulometría y humedad del mineral que entra y sale de la planta.

El muestreo de los cátodos: entrega información con respecto al proceso de fabricación, su calidad y cumplimiento de las bases establecidas en los contratos con los distintos clientes.

3.2 Ventas

En la figura 68 se aprecian los muestreos correspondientes a la venta de los productos finales.

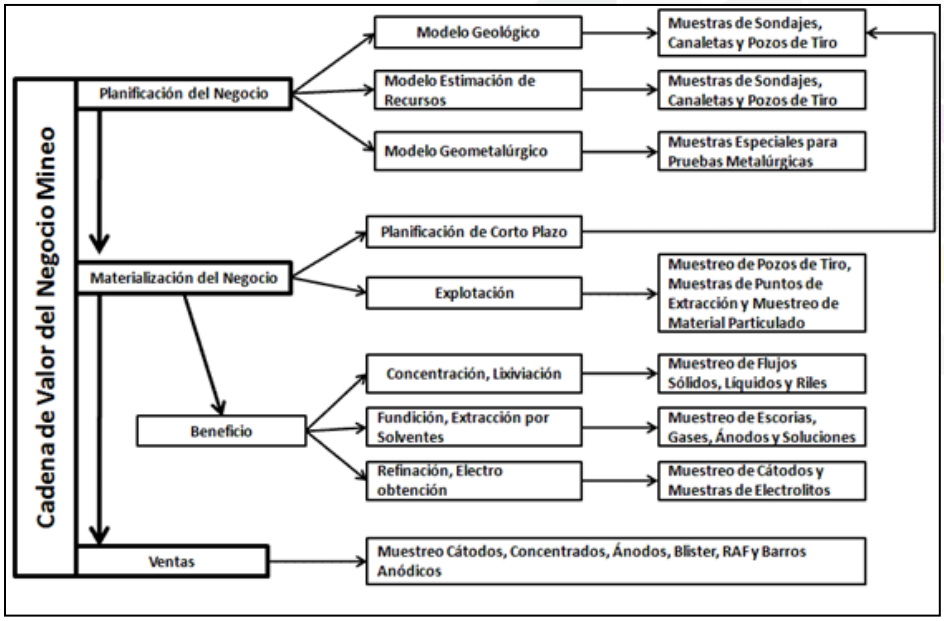


Figura 68. Venta de productos finales

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 blíster, asumiendo la pérdida respectiva por la diferencia de precio de venta).

Repaso de Conceptos Claves

PLANIFICACIÓN DEL NEGOCIO MINERO	MUESTREO	INCERTIDUMBRE
Es una herramienta para tomar decisiones estableciendo modelos básicos necesarios para su desarrollo. Esta planificación tiene 3 modelos: - Geológicos, estimación de recursos y geometalúrgico	Es una operación fundamental y necesaria para el éxito del negocio minero, mediante el cual se obtienen datos, que una vez analizados, entregan la información destinada a la toma de decisiones para cada una de las etapas de la cadena de valor del negocio minero.	Es el grado de incerteza que acompaña a la toma de decisiones debido a que el conocimiento es incompleto, y hace mas difícil y de mayor riesgo la decisión.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por las diferentes etapas que se aplican en un modelo de planificación del negocio minero y además deberán definir las subetapas cruciales para el desarrollo de la cadena del negocio minero, con ejemplo de muestreo en cada etapa.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

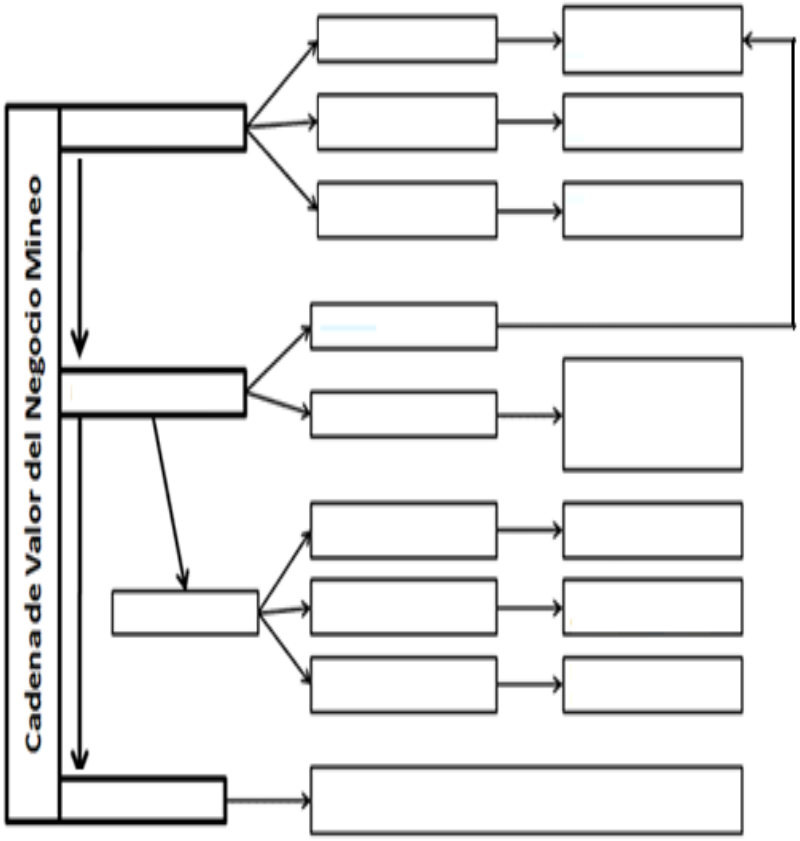
1. **Objetivo**

   - 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**

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 alumno deberá completar el esquema de las etapas de la planificación del negocio minero.  El participante deberá definir lo requerido en la siguiente tabla: [illegible] | **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 lo 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	OBJETIVO DEL PROCESO MINA	CIERRE DE MINAS
El proceso mina se desarrolla en 4 fases: 1. Perforación. 2. Tronadura. 3. Extracción y carguío. 4. Transporte.	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.	Es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

Introducción

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

Figura 69 Fases del proceso de la mina

4.1 Fases del proceso mina

Perforación:

El objetivo es hacer una cavidad definida dentro de la roca que será removida, para luego colocar el explosivo que más tarde será detonado. Se utilizan máquinas perforadoras, cuyas características físicas dependen del macizo rocoso, del grado de fragmentación requerido en la explotación, de la altura del banco, de la configuración de las cargas y de todas las variables que puedan incidir en la economía del proceso. Las perforaciones pueden ser verticales o inclinadas.

Tronadura:

Es uno de los procesos de mayor relevancia en la extracción minera y consiste en la fragmentación de la roca, ya sea mineral o estéril, mediante el uso de explosivos. Se realiza de acuerdo a normas establecidas por ley, procedimientos operacionales y técnicas que permiten efectuar en forma segura y eficiente el proceso de reducción de tamaño, que a su vez deja el material suelto y fácilmente asequible para su carguío y traslado posterior hacia las instalaciones del proceso metalúrgico.
El producto obtenido es la roca mineralizada fragmentada de un tamaño suficientemente pequeño (en general menor que 1 m de diámetro) como para ser cargada y transportada por los equipos mineros y alimentar al chancador primario, en donde se inicia el proceso de reducción de tamaño en un sistema en línea hasta llegar a la planta de tratamiento.

Extracción y Carguío:

El material que ha sido tronado se encuentra ahora al pie del banco y se procede a cargar sobre camiones, mediante palas electromecánicas o hidráulicas, para ser evacuado de la mina. El material estéril se lleva a botaderos y el material útil al chancador primario, en camiones tolva de distintas capacidades, para dar inicio al proceso metalúrgico de extracción del cobre.

Transporte:

A raíz de la gran cantidad de material que se genera, el transporte de mineral al interior de una mina es de gran complejidad y es necesario optimizar esta operación. En la operación se busca mantener con el máximo de rendimiento a los equipos, palas y camiones, y para ello se dispone de sistemas de detección y de asignación de tareas con el fin de que no haya maquinarias desocupadas, como palas o camiones en filas de espera.

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

4.2 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).

En la operación de una mina intervienen varios equipos cuyas acciones deben ser coordinadas para lograr una alta eficiencia y seguridad en la faena.

a) Geología, que son los que entregan información sobre las características físicas, químicas y mineralógicas del mineral a extraer.

b) Planificación, que son los que elaboran el plan minero, considerando geología, operación, mantención, costos, plazos, etc., que intervienen en él.

c) Operaciones, que son los que realizan las etapas del movimiento del mineral en la mina.

d) Mantención, son que deben velar por la disponibilidad electromecánica de todos los equipos utilizados en el movimiento del mineral en la mina (perforadoras, palas, camiones, equipos auxiliares, etc.).

e) Administración, son los que proporcionan el apoyo en el manejo de recursos humanos, adquisiciones. Además, participan estamentos asesores en materias de seguridad, medio ambiente y calidad.

4.3 Etapas del proceso Minero

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

Figura 70 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

El objetivo de esta etapa es efectuar un reconocimiento general de un área extensa con el fin de identificar algunas características favorables que puedan indicar la presencia de un yacimiento.
El geólogo estudia diferentes antecedentes y aplica técnicas específicas (mapas geológicos, imágenes de satélite, geofísica, etc.) para seleccionar las áreas donde desarrollar la exploración básica.
Una vez identificada el área, el equipo se dirige a terreno para registrar las características de las rocas (presencia de minerales indicativos, ubicación, etc.), y para recoger muestras que permitirán determinar el contenido de los elementos interesantes en una explotación, tales como cobre, oro, hierro, molibdeno, etc.
Esta información es relevante para tomar la decisión de seguir adelante con la exploración o descartar el área y comenzar en otra.

Exploración intermedia
El objetivo de esta etapa es confirmar la existencia de mineralización en profundidad, de acuerdo con la información recogida en la etapa anterior.
Una vez localizada el área de interés, se realizan con mayor detalle trabajos geofísicos tales como magnetometría, gravimetría, resistividad, etc. y trabajos geoquímicos como la obtención y análisis químicos de muestras de superficie. Junto con estos análisis se interpretan las características que

interesan en diferentes mapas, lo que permite aumentar la precisión y reducir el radio de búsqueda del mineral.
La información recolectada permite diseñar la perforación de algunos sondajes exploratorios para extraer muestras de distintas profundidades y determinar la posible continuación de la mineralización bajo la superficie.
El resultado de esta etapa de exploración intermedia es la identificación de un posible yacimiento, ubicado en una superficie más o menos definida.

Exploración avanzada

Esta etapa busca determinar con mayor precisión la forma y extensión del yacimiento y la calidad del mineral encontrado, es decir, la ley de mineral que corresponde al contenido del o de los elementos de interés.
Las determinaciones de forma y ley de mineral se realizan mediante la perforación de más sondajes, distribuidos en una malla regular (cada 200 o 400 m, por ejemplo), los que atraviesan el mineral (zonas de óxidos y de sulfuros).
Mediante los sondajes se pueden reconocer características del yacimiento tales como tipos de mineral, leyes, alteración, estructuras, densidad, dureza, fracturamiento, etc.
Los resultados de las características del yacimiento, el tipo de mineral y la ley constituyen la primera información fundamental para el diseño de una futura explotación, ya que permiten estimar el comportamiento geotécnico y geometalúrgico, y el posible rendimiento económico del mineral.
La información obtenida permite hacer una estimación de los recursos de mineral contenidos en el cuerpo mineralizado, en miles o millones de toneladas. Esta información es analizada por los ingenieros de minas, quienes mediante metodologías especializadas determinan el sistema de explotación, realizan un diseño preliminar de la mina e instalaciones de planta y calculan las expectativas económicas y la vida útil de la futura operación.

Desarrollo de proyectos mineros

Una vez ubicado el yacimiento, se hace una serie de estudios para determinar si éste puede ser explotado rentablemente y, si es así se construye una mina.
El desarrollo de un proyecto minero puede tomar entre 3 y 10 años, dependiendo de su ubicación, tamaño y complejidad.
Varios factores entran en consideración, tales como: necesidad y disponibilidad de accesos, energía, agua e infraestructura; los precios internacionales de los minerales; y las normas y procesos que determine el marco legal.

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

- El tipo de mina (rajo abierto o subterránea).
- El tamaño de la mina (cuanto más grande el yacimiento, más alta la inversión).

• El trabajo y tiempo requeridos para recolectar información, completar los estudios ambientales y tramitar los permisos.
• La ubicación de la mina y condiciones de operación (distancia a vías de transporte, puertos, etc.).

Las fases del desarrollo de un proyecto minero son:

Planeamiento de mina (estudio de perfil). Es un diseño conceptual del proyecto, donde se describe sólo lo necesario para poder evaluar la factibilidad económica y así validar la oportunidad de negocio sobre la base de una evaluación técnico-económica.
Consiste en responder cómo se extraerá el material, el método (mina a rajo abierto o subterráneo), el porcentaje de recuperación del mineral, la definiciónde los procesos y equipos principales requeridospara la obtención del mineral.

Estudio de pre factibilidad del proyecto. Este estudio se lleva a cabo con el objetivode contar con información sobreel proyecto a realizar, mostrando las alternativasposibles a implementar y seleccionandolas mejores a ser profundizadasen la etapa de factibilidad. Enconcreto, se trata de la definición de losrequerimientos para la futura explotaciónde la mina. Primero, se explica el métodode explotación (rajo abierto, subterránea,mixta, etc.), ubicación de las diferentesinstalaciones, el tamaño, forma,etc. Describe los equipos de tratamientodel mineral, así como todos los caminosde acceso, movimientos de tierra e instalaciónde líneas eléctricas y otras construccionescomplementarias.

Estudios de factibilidad del proyecto (ingeniería básica). El propósito de los estudios de factibilidades evaluar todos los aspectos delproyecto, revisar los planes, identificarriesgos, hacer cálculos de costos másexactos y evaluar con mayor precisión larentabilidad del yacimiento.
El informe de factibilidad es la culminación de la formulación de un proyecto, y constituye la base de la decisión respecto de su ejecución. Sirve a quienes promueven el proyecto, a las instituciones financieras, a los responsables de la implementación económica global, regional y sectorial.

Implementación del proyecto (ingeniería de detalle, compras de equipos y materiales, construcción). Se trata de la ejecución del proyecto ensí, incluyendo la ingeniería de detalles,las compras de equipos y materiales, laconstrucción de las obras y el montajede los equipos.

Entre los temas a considerar en esta etapa están:

• Evaluación ambiental (impacto).

• Transporte (establecer un medio de transporte adecuado para hacer llegar el producto al cliente final).

• Construcción (desarrollo de la instalación minera completa, incluyendo la mina, la planta procesadora y toda la infraestructura necesaria para la operación).

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:

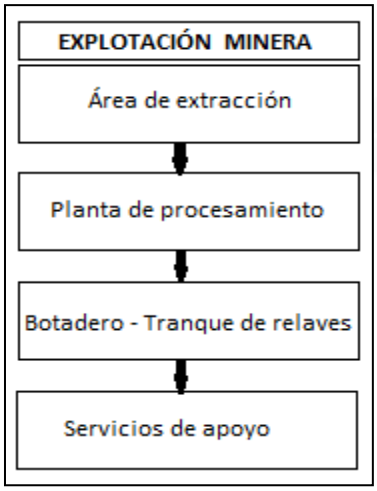


Figura 71 Instalaciones de un proceso minero

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

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

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

El rajo se va construyendo en avances sucesivos, lateralmente y en profundidad. A medida que se va profundizando en la mina, se requiere ir ensanchándola para mantener la estabilidad de sus paredes.

De este modo, se genera una especie de anfiteatro escalonado con caminos inclinados especialmente diseñados para el tránsito de los equipos, cuya forma es dinámica ya que va cambiando a medida que progresa la explotación.

Extracción de mineral en mina subterránea

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

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

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

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

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

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

Los materiales que se utilizan para reforzar los túneles, piques o rampas son mallas de acero, pernos de anclaje, cables, hormigón armado, marcos de acero, vigas, lechada de hormigón proyectado.

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

De esta manera, se tienen las siguientes áreas:

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

Servicios e infraestructura, son los talleres de mantención, piques de transportede personal, accesos principales,redes de agua y electricidad, drenajes,redes de incendios, oficinas, comedores,baños, policlínicos, bodegas, etc.

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

Existe una variedad de métodos de explotación subterránea, pero el más utilizado en la extracción de grandes yacimientos es el conocido como **hundimiento porbloques**. Éste consiste en provocar el desprendimiento de una porción del macizo rocoso del resto de la masa que lo rodea. Para ello y mediante el uso de explosivos, se socava la base de una columna de roca mineralizada, de manera que el resto de la columna se fragmente paulatinamente hacia arriba y se desplome hacia los puntos de extracción especialmente ubicados para captar la casi totalidad del material quebrado de la columna.

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

Cada una de las áreas cuenta con una red de túneles y piques en los diferentes niveles:

Nivel de hundimiento

Corresponde al nivel en que se produce la socavación de la columna de mineral, que se logra haciendo una red de perforaciones hacia arriba que se disponen formando un abanico. En estas perforaciones se introducen explosivos, cuya tronadura produce la fragmentación total de la base del bloque hasta una cierta altura.

Una vez retirado el material quebrado, el resto del macizo queda colgando hasta que se comienza a disgregar por efecto gravitacional y produce el hundimiento paulatino del total de la columna.

Nivel de producción

Corresponde al nivel de galerías desdelas cuales es captado el mineral quebradoy traspasado hacia el siguiente nivel.

Se sitúa entre 8 y 18 m por debajo delanterior, con el cual está comunicadomediante piques que captan, en formade embudos, el mineral desde el nivel dehundimiento.

En el nivel de producción, el mineral es traspasado hacia el nivel de transporte situado más abajo, mediante un trabajo manual o utilizando equipos especiales.

Si el mineral es de granulometría fina puede ser manejado por un operador que lo hace pasar directamente a los niveles inferiores; si es grueso (roca dura) debe ser manejado por cargadores especiales llamados LHD. Éstos cargan el material, lo transportan y lo vierten en los piques de traspaso centralizados que lo conducen a las etapas siguientes.

Subnivel de ventilación

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

Niveles de traspaso

Corresponde a una serie de galerías ypiques que permiten controlar el pasodel mineral desde el nivel de producciónhasta el nivel de transporte.

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

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

Nivel de transporte

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

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.

Repaso de Conceptos Claves		
PROCESO MINA	OBJETIVO DEL PROCESO MINA	CIERRE DE MINAS
El proceso mina se desarrolla en 4 fases: 1. Perforación. 2. Tronadura. 3. Extracción y carguío. 4. Transporte.	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.	Es definido como la conversión ordenada, segura y ambientalmente responsable de una mina operativa a un estado cerrado.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir la secuencia de las etapas del proceso mina, cuyo conocimiento operacional es necesaria para obtener éxito en el negocio minero.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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**

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:
Duración de la actividad	60 minutos.

Nombre de la Etapa	Definición de la Etapa

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 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

Introducción

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.

5.1 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.

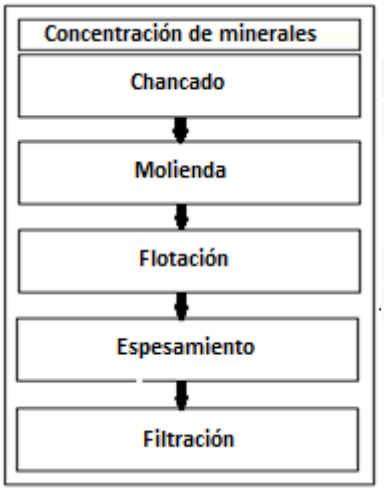


Figura 72 Operaciones unitarias de la concentración de minerales

5.2 Procesos unitarios del proceso de concentración de minerales

Chancado

El mineral proveniente de la mina presenta una granulometría variada, desde partículas de menos de 1 mm a tamaños mayores que 1 m de diámetro, por lo que el objetivo del chancado es reducir el tamaño del material hasta obtener un tamaño uniforme máximo de ½ pulgada. En esta etapa ser realiza el primer proceso de reducción de tamaño de las rocas de material extraído de la mina.

De acuerdo al proceso de molienda, las etapas de chancado pueden ser en una etapa (solamente chancado primario), o en algunas otras situaciones para lograr el tamaño deseado de ½ pulgadas para alimentar a molinos de bolas se utiliza la combinación de tres equipos en línea que van reduciendo el tamaño de los fragmentos en etapas, las que se conoce como Chancado primario, Chancado secundario y Chancado terciario. En la siguiente figura se observan las dos alternativas de procesamiento:

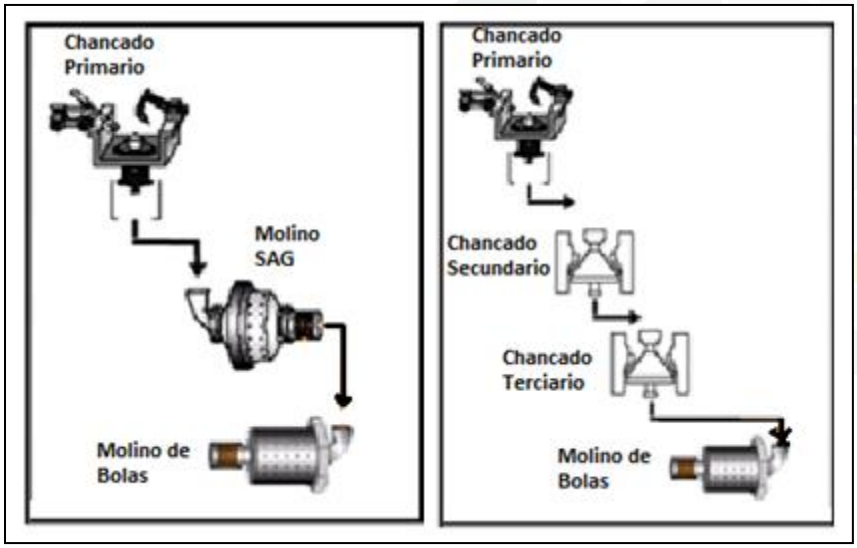


Figura 73 Circuitos de conminución

Molienda

Mediante la molienda, se continúa reduciendo el tamaño de las partículas que componen el mineral, la que permite finalmente la liberación de la mayor parte de los minerales de cobre en forma de partículas individuales.
El material que viene del chancado, pasa al proceso de molienda donde diferentes molinos reducen aún más su tamaño. El proceso de la molienda se realiza utilizando grandes equipos giratorios o molinos de forma cilíndrica, en dos formas diferentes:

- Molienda SAG.
- Molienda convencional.

En esta etapa al material mineralizado se le agrega agua en cantidades suficientes para formar una pulpa y reactivos necesarios para realizar la operación siguiente que es la flotación.

La molienda es la última etapa en un proceso de reducción de tamaño. En esta etapa las partículas se reducen en tamaño por una combinación de impacto y abrasión vía húmeda. Estos contienen una carga de agentes de molienda que se mueven dentro del molino produciendo la reducción de tamaño de las partículas. El agente de molienda puede estar compuesto de bolas o barras de acero, roca dura o en algunos casos de trozos del mismo de material.
En el proceso de molienda, partículas entre 5 a20 mm se reducen en tamaño hasta partículas de 10 a 300 micrones. Todos los minerales tienen un tamaño óptimo de molienda, el cual depende de varios factores que incluyen la extensión en la cual los elementos valiosos están dispersos con la ganga y el proceso de separación a usar.

La importancia de esta operación queda demostrada por el hecho que gran parte de la energía gastada en el procesamiento de un mineral es ocupada por molienda. En consecuencia esta parte del proceso es de fundamental incidencia en el costo del producto. Cualquier mejoramiento entonces, en la eficiencia de esta operación, se reflejará como una importante economía en el proceso.

El tipo de molino para una molienda particular y el circuito en que debe estar deben considerarse simultáneamente.

Los circuitos se dividen en cerrados y abiertos. En la industria minera casi siempre se usa circuito cerrado (con clasificadores tipo hidrociclón) en el cual el material del tamaño requerido se separa en un clasificador, retornando los tamaños mayores al molino

En operaciones en circuito cerrado no se requiere efectuar toda la reducción de tamaño en un paso. En vez de esto, los esfuerzos van encaminados a retirar el material desde el circuito tan pronto alcance el tamaño deseado, aumentando así la capacidad. El material retornado al molino se denomina "carga circulante" y su peso se expresa como un porcentaje del tonelaje de la alimentación fresca.

El circuito cerrado reduce el tiempo de residencia de las partículas en cada paso, eliminando el exceso de molienda e incrementando la energía disponible para molienda útil. Debido a la gran cantidad de material de tamaño cercano al tamaño del producto que se retorna al molino, hay una reducción del tamaño medio de la alimentación, lo cual permite el uso de bolas más pequeñas aumentando la eficiencia de la molienda.

La carga circulante óptima, para un circuito en particular, depende de la capacidad del clasificador y del costo de transporte de la carga circulante hasta el molino. Comúnmente está en el rango de 100 – 350 %, aunque puede llegar hasta el 600 %.

Los molinos de barras generalmente se usan en circuito abierto debido a su acción de molienda, especialmente cuando preparan la alimentación a los molinos de bolas

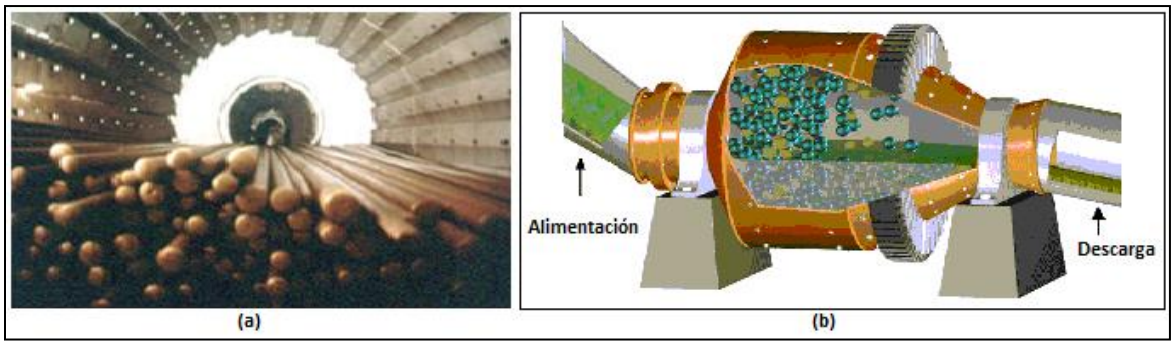


Figura 74 Molino de barras (a) y Molino de bolas (b)

Molinos semiautógenos (SAG)

Son molinos en que la carga de alimentación proviene directamente de la mina o desde un chancador primario. El medio de molienda es el mismo mineral de alimentación y bolas de acero para mejorar la acción moledora de las colpas gruesas de la carga.

Generalmente las bolas representan entre un 4 y 12 % del volumen total del molino y varían en tamaño desde 5” hasta 6,5” de diámetro.

Figura 75 Molino SAG

Flotación

La flotación surge como alternativa de proceso para concentrar minerales a comienzo de este siglo (1905) su importancia tecnológica es que hace posible la explotación económica de yacimientos de baja ley, que hasta ese momento eran reservas marginales. Su rápido desarrollo permitió: reducir por lo menos en diez (10) veces las leyes de mina mínimas a tratar en forma económica, subir las leyes de los concentrados, disminuir las pérdidas en colas y relaves, reducir los costos, y aumentar la recuperación.

La flotación espumante o flotación convencional funciona bien a tamaño de partícula entre los 0,3 - 0,002 mm, dependiendo del peso específico de los minerales valiosos y de su grado de liberación.

La flotación columnar se aplica a partículas de granulometría fina (menores que 0,002 mm), las cuales por su tamaño tienen problemas para ser recuperadas en la flotación convencional

La flotación es una técnica que aprovecha la diferencia entre las propiedades superficiales o interfaciales del mineral, o especie de valor y la ganga. Específicamente, se basa en la naturaleza hidrofóbica (o aerofílica) de la superficie de las partículas, cuya magnitud permite que dichas superficies sean mojadas preferentemente por el aire o por el agua.
Así, la técnica para lograr la efectiva separación, se basa en la adhesión de algunos sólidos a burbujas de gas (usualmente aire) generada en la pulpa por algún medio externo, en la celda de flotación.
Las burbujas de aire transportan los sólidos a la superficie, donde son recolectados y recuperados

como concentrado. La fracción que no se adhiere a las burbujas permanece en la pulpa y constituye las colas o relaves.

De este modo, la condición de flotabilidad es una fuerte adhesión entre las partículas útiles y burbujas, que sea capaz de soportar la agitación y turbulencia en la celda. Estas partículas se dicen hidrofóbicas, o repelentes al agua, al contrario de las partículas que constituyen el relave o colas, que son hidrofílicas.

Para una buena concentración se requiere, entonces, que las especies que constituyen la mena estén separadas o liberadas. Esto se logra en las etapas previas de chancado y molienda, etapas que son así determinantes en el proceso de flotación, aunque no son parte del mismo. Para la mayoría de los minerales, se logra un adecuado grado de liberación moliendo a tamaños cercanos a 100 µm. Partículas de mayor tamaño se sueltan de las burbujas portadoras por su mayor peso, en tanto que las partículas muy finas no tienen el suficiente impulso para producir un encuentro efectivo partícula burbuja.

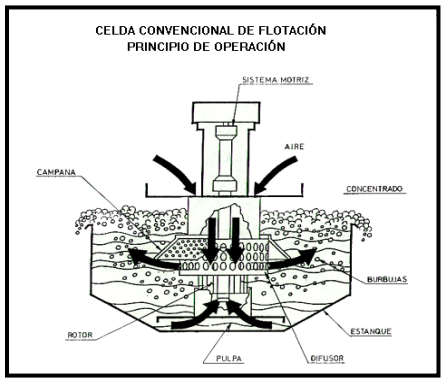


Figura 76 Celda de flotación convencional

Circuitos de flotación

Los objetivos metalúrgicos más significativos de la flotación son obtener una alta recuperación conjuntamente con una alta ley en el concentrado.

Una operación de flotación primaria (rougher) permite obtener alta recuperación con baja ley de concentrado, en cambio de una operación de flotación de limpieza (cleaner)permite obtener baja recuperación con alta ley de concentrado, generando una cola de alta ley que debe ser recirculada como alimentación a las etapas de flotación previa o intermedia.

La combinación de diferentes etapas de flotación permite configurar los circuitos de flotación, en los cuales se pueden considerar bancos de celdas en flotación de limpieza de concentrados (cleaner), flotación de re-limpieza (recleaner) y flotación de barrido de colas (scavenger).

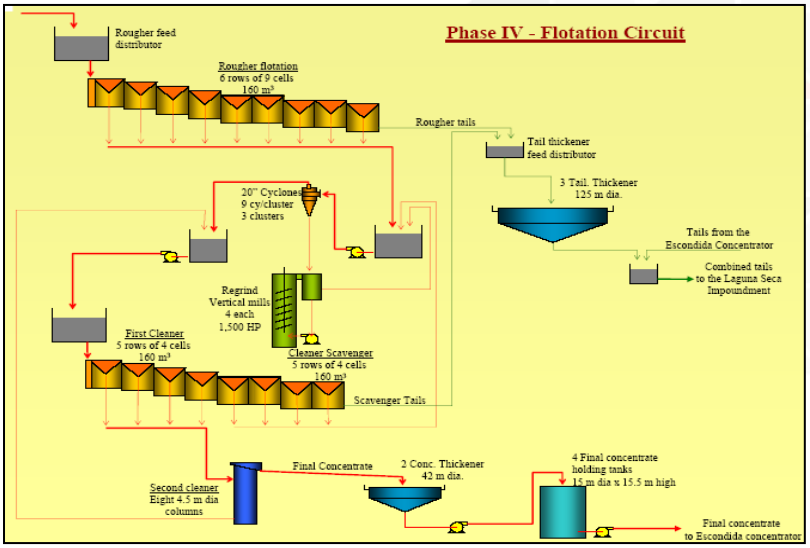


Figura 77 Circuito de flotación, minera Escondida

Espesamiento

Los métodos más utilizados para procesar minerales (cobre, níquel, oro, plata, etc.), tales como la flotación, requieren que el mineral, reducido a un determinado rango de tamaño de partículas se encuentre mezclado con agua. Una vez obtenido el concentrado y el relave, o la solución y el residuo, es necesario separar los sólidos del fluido.

En aquellas industrias mineras que no poseen fundición, el concentrado debe venderse como tal y ser transportado fuera de la empresa, por lo que interesa que el producto contenga una mínima cantidad de agua para reducir el consumo de combustible o el costo de transporte.

La separación de agua del concentrado se efectúa mediante el espesamiento. La eficiencia del espesamiento se mide, en este caso, a través del porcentaje de sólido logrado en la descarga, el que debe ser el máximo posible.

Se denomina espesamiento o espesaje a la operación de separar, mediante el mecanismo de sedimentación, parte del agua de una suspensión de modo de obtener por una parte, una pulpa de mayor concentración de sólidos en la descarga (underflow) y por la otra, un flujo de agua clara por rebose en el espesador (overflow).
La operación de espesamiento puede llevarse a cabo en forma discontinua o continua. El espesamiento discontinuo, que consiste en llenar un recipiente con pulpa y dejar que la fase sólida se separe del líquido por medio de la sedimentación, es un procedimiento de separación no muy sofisticado y que requiere solamente tiempo para una aplicación de buen éxito. Más importante que el espesamiento discontinuo ha resultado ser el continuo, el cual requiere un flujo de pulpa

continua para alimentar el estanque sedimentador y retiro continuo o periódico de la suspensión espesada.
El término espesamiento implica el asentamiento por gravedad de las partículas sólidas suspendidas en un medio líquido.
La corriente de entrada a un espesador se denomina alimentación. Lo que rebalsa de la unidad puede se denomina rebose u overflow y corresponde al líquido clarificado. La descarga en la parte inferior se denomina descarga, underflow y es un lodo espeso.
Cuando una corriente de alimentación entra al espesador, los sólidos sedimentan al fondo. El líquido clarificado rebalsa por la parte superior y los sólidos sedimentados son removidos mediante un eje provisto de brazos con rastras que se ajustan a la inclinación del fondo del espesador, barriendo la pulpa y empujándola al cono ubicado en el centro del equipo, desde donde son transportados mediante bombas a los filtros.

Figura 78 Espesador

Filtración

La filtración es una de las aplicaciones más conocidas del flujo de fluidos a través de lechos porosos, en esta operación, las partículas sólidas en el fluido se retienen en un medio poroso, dejando pasar el fluido libre de partículas sólidas.
A nivel industrial, la filtración cubre un amplio rango de aplicaciones. Las partículas sólidas suspendidas pueden ser gruesas o finas, rígidas o plásticas, de forma esférica o irregular, agregado de partículas o partículas individuales. La suspensión de alimentación puede llevar una fracción elevada o muy baja de sólidos. Puede estar muy fría o muy caliente, y estar sometida a vacío o alta presión. El producto valioso puede ser el líquido filtrado, o el conjunto de partículas llamado queque o torta que se forma junto a la cara del medio filtrante. En algunos casos la separación de fases debe ser prácticamente completa, en otros sólo se desea una separación parcial. Por lo tanto se han desarrollado numerosos filtros para resolver los diferentes problemas que se presentan a nivel industrial.
Mientras más eficiente es esta etapa, mejor será el rendimiento económico de la empresa.

Filtros de correa o banda.

Los filtros de banda son más conocidos como filtros de vacío de banda horizontal, y son equipos que se utilizan para separar el líquido desde el sólido a partir desde una pulpa, por la generación de una presión diferencial bajo la presión atmosférica, o mejor dicho bajo una presión de vacío.
Es un tipo de filtro de vacío y es un equipo que consiste en una correa o banda de caucho sinfín horizontal. En este concepto, el vacío es aplicado a un recipiente que permanece estacionario debajo de la correa de goma en movimiento y que tiene configurada una malla de filtrado. La tela filtrante es como correa horizontal y está colocada sobre la correa móvil filtrante. El vacío es aplicado a través de sellos deslizantes entre la correa móvil filtrante y el recipiente de vacío. Hay una tendencia reciente de utilizar correas filtrantes bastante largas para lavados en contracorriente del queque en separación sólido/liquido de pulpas.

Figura 79 Filtro de banda

Filtros de presión

Existen diversos tipos de filtros de prensa (presión) los cuales operan conceptualmente de manera similar. El filtro está constituido por placas filtrantes que se cierran para proceder al filtrado y se abren para descargar el queque. El filtro es accionado por una unidad hidráulica, opera a alta presión provista por el aire insuflado de un compresor. Las humedades residuales que se pueden obtener con estos filtros oscilan en el rango de 8 a 12%. Estos filtros presentan un alto grado de automatización y están constituidos, esencialmente, por una serie de placas que cuelgan, asentadas en rodamientos sobre su estructura. Dichas placas pueden moverse alejándose o acercándose entre sí por medio de una placa móvil, que es capaz de “empujar a las restantes”. En el extremo opuesto se ubica la placa fija que debido a tal condición contiene los “piping” de alimentación y descarga de los filtros.

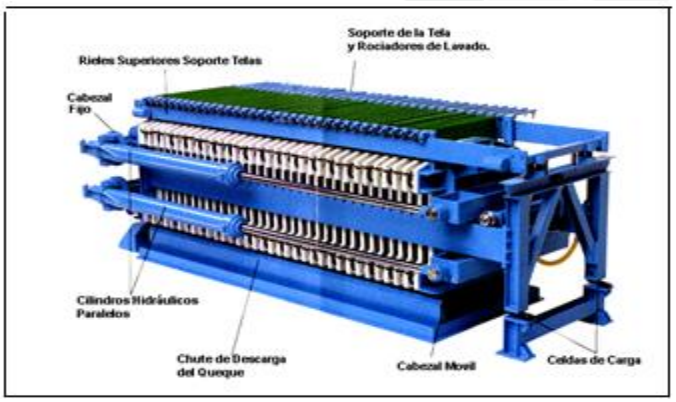


Figura 80 Filtro de presión

Repaso de 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.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por las diferentes etapas y secuencia del proceso de concentración de minerales de cobre.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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	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 de la concentración de minerales en la siguiente tabla:

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 lo 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 hidrometalúrgico

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

Conceptos Claves

HIDROMETALURGIA	CHANCADO	OPERACIONES UNITARIAS DEL PROCESO HIDROMETALÚRGICO
La hidrometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva y comprende todos los procesos y operaciones unitarias orientados a la obtención de matales y compuestos metálicos y no metálicos, en sistemas acuosos.	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.	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.

Introducción

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.

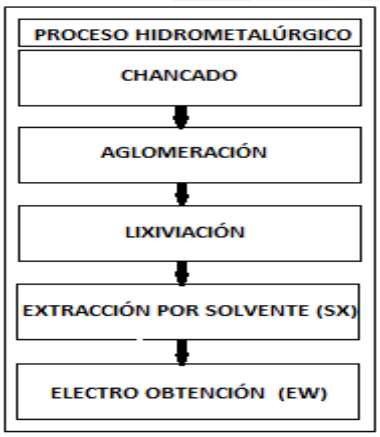


Figura 81 Etapas del proceso hidrometalúrgico

6.1 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).

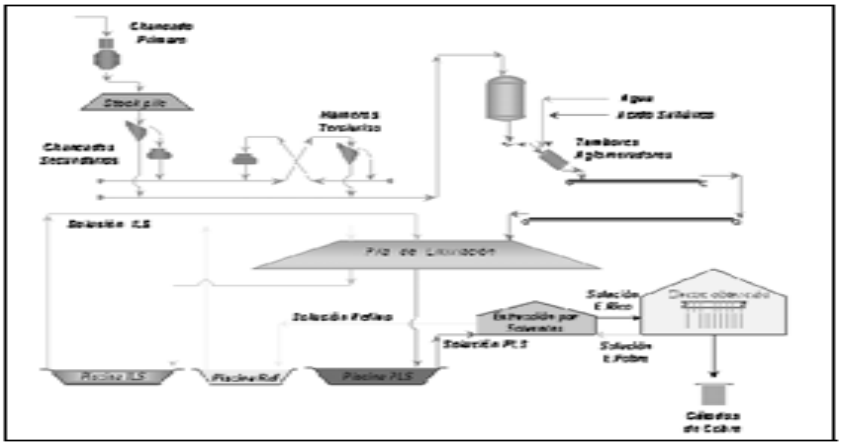


Figura 82 Diagrama de flujo de una planta hidrometalúrgica

6.2 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.

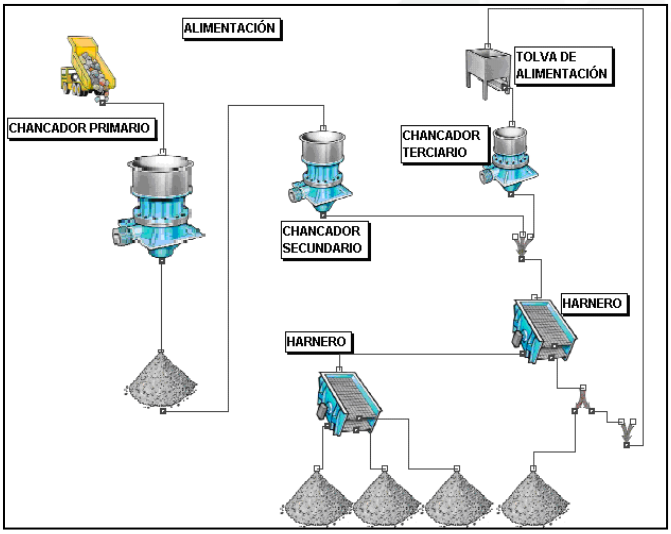


Figura 83 Diagrama de flujo de chancado típico.

Chancado Primario

En la mayor parte de las operaciones, el programa del chancado primario es el mismo que el de la mina. Cuando el chancado primario se realiza bajo tierra, esta operación normalmente es responsabilidad del área de mina; cuando el chancado primario es en la superficie, es responsabilidad del área de proceso que triture y maneje la mena desde este punto a través de las operaciones unitarias sucesivas de procesamiento de minerales. Las chancadoras primarias comúnmente están diseñadas para operar 75% el tiempo disponible, principalmente debido a las interrupciones causadas por la alimentación insuficiente y por demoras en las mantenciones.

Chancado Secundario

El chancado secundario incluye todas las operaciones para aprovechar el producto de la chancadora primaria desde el almacenamiento de la mena hasta la disposición del producto final de la chancadora el cual usualmente está entre 0,5 y 2 cm de diámetro. El producto de la chancadora primaria en la mayor parte de las menas metalíferas puede ser chancado y harneado satisfactoriamente y la planta secundaria generalmente consiste de una o dos etapas de reducción de tamaño con chancadoras y harneros apropiados. Por otra parte, pueden ser usadas más de dos etapas de reducción de tamaño del chancado secundario si la mena es extra dura o en casos especiales donde es importante minimizar la producción de finos.

Chancado Terciario

Normalmente estos circuitos van acompañados de las correspondientes etapas de clasificación para evitar la excesiva producción de finos y aumentar la capacidad del equipo

En etapas posteriores al chancado primario, debido a que no se requiere una gran abertura de alimentación, se puede tener una mayor área de chancado hacia la descarga, con un mayor ángulo del cono que en las giratorias, manteniendo el mismo ángulo entre las piezas chancadoras Estas

chancadoras secundarios-terciarios, operan a una velocidad mayor que los giratorios. Esto permite que el material se triture más rápidamente debido al mejor flujo del material por la gran abertura que se crea al moverse el cono.

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 65y 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.

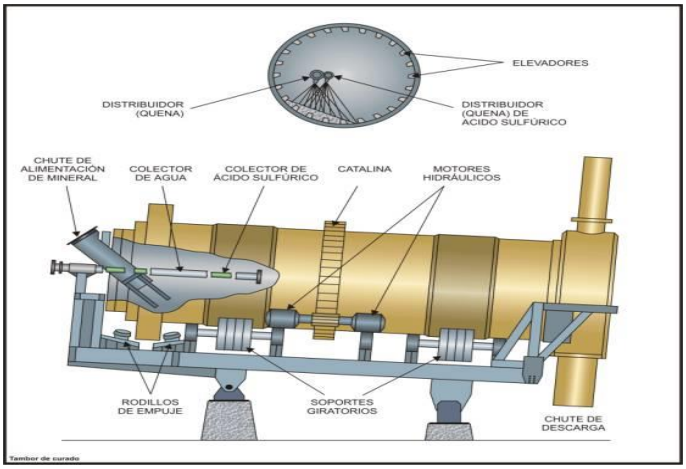


Figura 84 Tambor aglomerador y sus componentes

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 formado 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 85 Equipo apilador

Existen dos tipos de pilas:

- Pila permanente (piso desechable): en la cual el mineral es depositado en una pila desde la cual no se retira el ripio una vez completada la lixiviación.
- Pila renovable (piso reutilizable): en la cual se retira el ripio al final de la lixiviación para reemplazarlo por mena fresca.

Las pilas renovables o permanentes pueden adaptar la configuración de:

- Pilas unitarias: todo el material depositado pasa simultáneamente por las diversas etapas del ciclo de tratamiento.(figura 86)
- Pila dinámica: en una misma pila coexisten minerales que están en diversas etapas del ciclo de tratamiento. La figura siguiente es el esquema del sistema de pila dinámica.(figura 86)

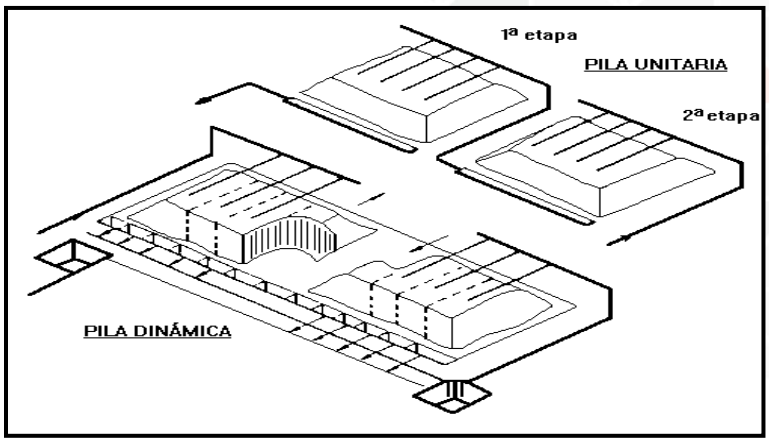


Figura 86 Pilas dinámicas y pilas unitarias

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 lixiviante). Este contacto debe de realizarse de tal manera que permita que los reactivos químicos (agentes lixiviantes), presentes en la solución lixiviante, 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 lixiviante de la solución.
Del mineral, la finalidad es que se disuelvan solamente las especies útiles, por lo que el agente lixiviante 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 hídrometalúrgíco del cobre, es intermediaria 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 inmiscible 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 87).

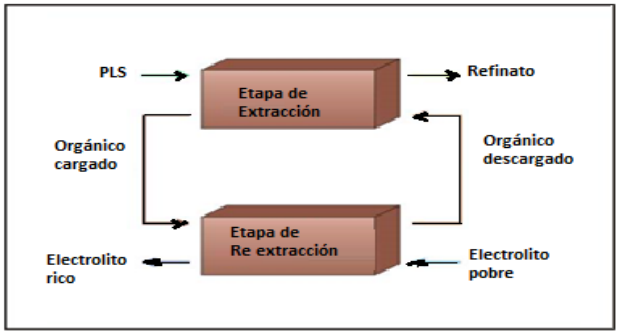


Figura 87 Diagrama del proceso de SX

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/lt.
- Soluciones débiles: Con contenido de cobre < 10 g/lt.

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 cambios 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).

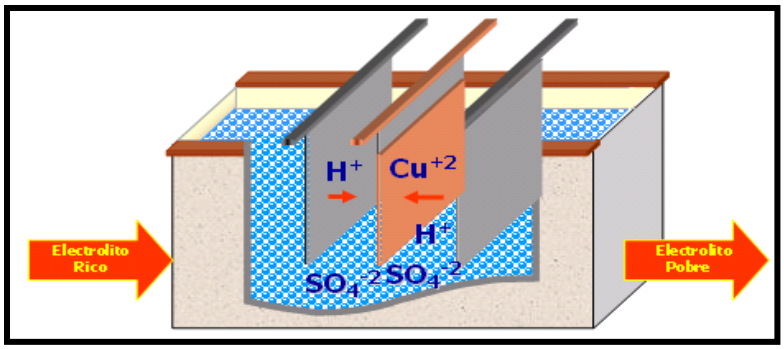


Figura 88 Celda EW y reacciones principales

Reacciones principales

Reacción Anódica : $H_2O \longrightarrow 1/2\ O_2 + 2H^+ + 2e^-$ E^o: 1.23(V)

Reacción Catódica : $Cu^{+2} + 2e^- \longrightarrow Cu^o$ E^o: 0.34 (V)

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

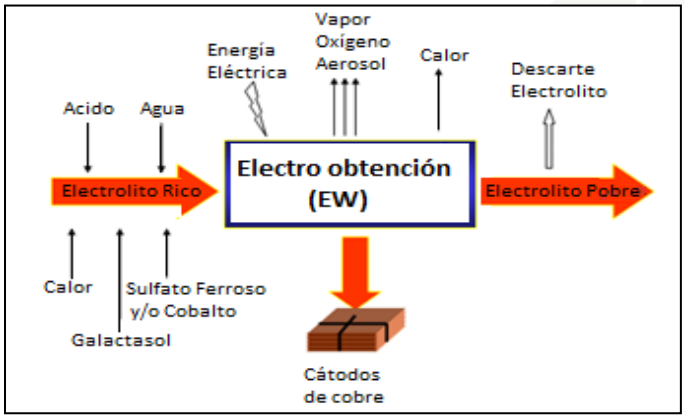


Figura 89 Esquema general de flujos de masa y energía

El cobre en solución (catión: 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).

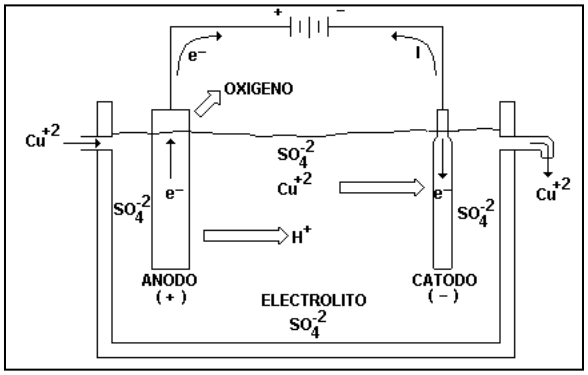


Figura 90 Movimientos iónicos en la celda EW

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 a4 cm, lo que proporciona un peso total de 70 a80 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 91 Integración de procesos hidrometalúrgicos

6.3 Cancha de almacenamiento y despacho de cátodos de cobre

Cuando los cátodos se han retirado de la cadena de salida, el operador de la grúa horquilla procede a contar los cátodos que éste contiene, posteriormente lo transporta al sector de pesaje y los traslada al lugar especificado en el patio de embarque para que sea clasificado, enzunchado y embarcado.

Los cátodos de cobre son apilados y embalados mediante zunchos metálicos para su transporte final al puerto de embarque, mediante camiones o ferrocarril. Previamente, se efectúa un muestreo sistemático de algunos cátodos para determinar contenido de cobre, que debe ser de 99,99%, e impurezas (menos de 0,01%, principalmente azufre). La clasificación físico química de la producción catódica corresponde única y exclusivamente a los Inspectores de Calidad, generalmente de servicio externo.

Para cumplir con las exigencias del mercado, los cátodos deben ser agrupados en paquetes, los cuales contienen alrededor de 32 unidades, con un peso promedio de 2500 kilos.

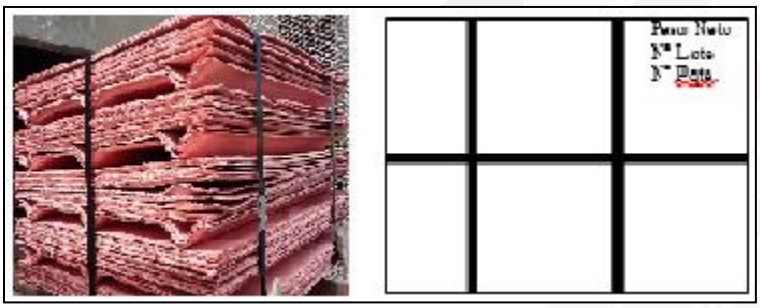


Figura 92 Enzunchado y rotulación de los paquetes de cátodos

Repaso de 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 matales 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.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por las diferentes etapas y secuencia del proceso hidrometalúrgico de minerales oxidados de cobre.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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 lo 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 pirometalúrgico

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

Conceptos Claves		
PIROMETALURGIA	OBJETIVO DEL PROCESO DE REFINACIÓN	OBJETIVOS DE LA ELECTRO REFINACIÓN O REFINACIÓN ELECTROLÍTICA
La pirometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, donde se obtiene y purifica metales mediante calor (fundición).	La refinación es un proceso discontinuo, donde se incrementa la pureza del cobre blister proveniente de la etapa de conversión, eliminando el porcentaje de oxígeno que contiene.	Eliminar las impurezas que dañan las propiedades eléctricas y mecánicas del cobre, y separar las impurezas valiosas del cobre.

Introducción

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_2O). 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 pirorrefinacion, realiza diferentes etapas operacionales con el propósito de generar un condicionamiento del cobre blíster para las etapas posteriores de electrorrefinacion, ajustando el grado de oxidación del metal mediante una eliminación selectiva de impurezas presentes y posterior reducción de los oxido de cobre, con el resultado final de un cobre anódico de calidad en sus características mecánica y físico-química.

7.1 Objetivos del proceso de fundición de concentrados de cobre

El objetivo del proceso Fusión-Conversión es producir metal blanco con un contenido de cobre entre 72 y 76%. Las reacciones de oxidación en el proceso de fusión-conversión se regulan mediante la razón másica de la carga alimentada y el flujo de oxígeno inyectado. El calor generado en el Horno se debe a las reacciones de oxidación que ocurren en él y su velocidad de generación depende del flujo de oxígeno y de la ley del metal blanco. El balance de calor se ajusta mediante la adición de los circulantes fríos generados en el proceso de fundición, por el grado de enriquecimiento del aire de soplado y por el uso del quemador sumergido.
El objetivo de la pirorrefinación es incrementar la pureza del cobre blíster de 98.7 % a un cobre refinado a fuego o cobre anódico en rangos de pureza igual a 99.7%. El producto final que se obtiene de este proceso es el cobre moldeado en placas denominado ánodos, donde al cobre liquido es solidificado en ruedas de moldeo con sus correspondientes controles físicos. Este ánodo es la materia prima de la etapa de electro refinación, proceso en la que se obtiene el cátodo con una pureza de 99,99 % de cobre.

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 cobre relativamente puro (cobre blíster), y por otra parte escoria fayalítica.

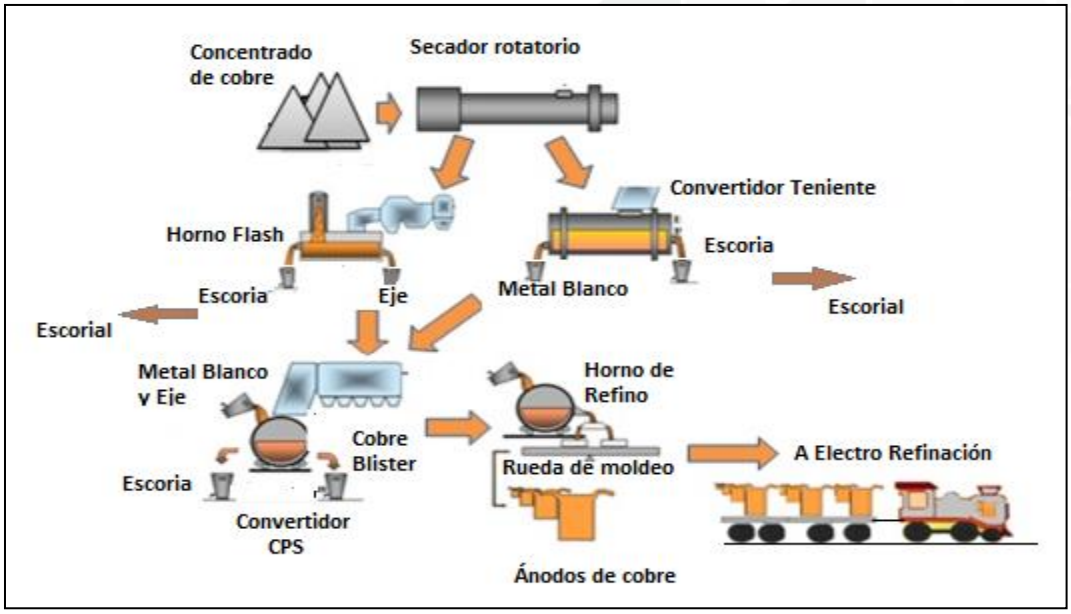


Figura 93 Diagrama del proceso de fundición y refinación de concentrado de cobre

Las etapas del proceso de fundición son las siguientes:

Inyección de concentrado en hornos de fundición (reacción)

La fusión de concentrado se realiza en un Horno Basculante CPS (convertidor Peirce Smith) o en un Convertidor tipo Teniente. Este funciona normalmente con inyección de concentrado seco de 0.2% de humedad vía toberas y se realiza a través de los sistemas de inyección de concentrado, y como opción alternativa o simultánea, con carguío de concentrado húmedo de 8 a 10% de humedad vía Garr Gun.

Cada sistema está constituido por una tolva de almacenamiento de concentrado seco. A su vez, cada tolva alimenta el concentrado a los vasos presurizados que impulsan concentrado seco a las toberas habilitadas en el horno. En general se dispone de cierta cantidad de vasos presurizados para cada una de las toberas, que permiten inyectar hasta 50 ton/h concentrado seco.

La secuencia de inyección se inicia con el almacenamiento de concentrado seco en la tolva, ocupando entre 60 y 90% de su capacidad total. La fluidización evita la aglomeración del concentrado en la salida permitiendo una descarga fluida a cada uno de los dos vasos presurizados conectados a la tolva. La fluidización se realiza sólo cuando los vasos están en proceso de carga.

Una vez alcanzado el nivel de llenado en cada vaso, se presuriza con aire comprimido de vaciado en cada vaso y termina cuando se llega a un mínimo de toneladas, luego de lo cual se despresuriza, reingresando el aire con polvo de concentrado a la tolva de almacenamiento.

El proceso de inyección de concentrado desde los vasos hacia el horno se efectúa en forma alternada en cada sistema, permitiendo que mientras un vaso se encuentra en proceso de inyección de concentrado, el otro está en proceso de carga, logrando una alimentación continua del horno.

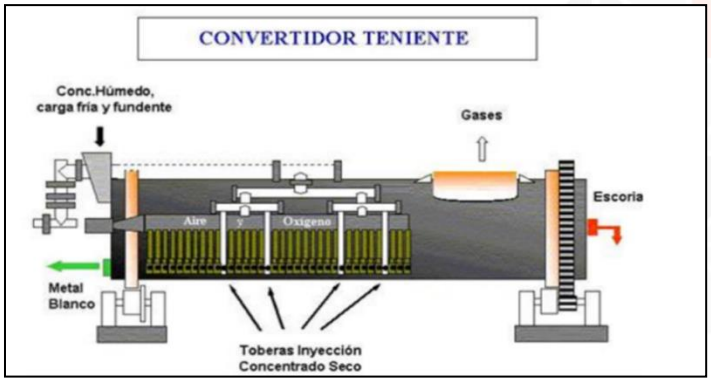


Figura 94 Convertidor tipo Teniente

Soplado

El proceso de soplado se realiza con el fin de proporcionar el oxígeno necesario para llevar a cabo la fusión y conversión del concentrado; para ello el horno tiene disponibles cierta cantidad de toberas de soplado situadas en el manto del horno, por las cuales se suministra el aire de soplado.

El aire de soplado es proporcionado por un turbo soplador centrifugo, que extrae el aire del ambiente y lo impulsa hacia las toberas a un flujo requerido. Junto con el aire de soplado, se suministra oxígeno proveniente de la Planta de Oxígeno, el que es utilizado para enriquecer el aire de soplado, aumentando la velocidad de las reacciones químicas en el baño líquido.

Es importante destacar que de las toberas de soplado, se destinan dos para la ubicación de pirómetros, que miden la temperatura del baño del líquido que debe fluctuar entre 1220 – 1240 °C. Esta información es relevante para el control de los parámetros operacionales del Horno.

Además el horno cuenta con la operación de una maquina punzadora o maquina Gaspé, que mediante el ingreso secuenciado de barras por las toberas logra el retiro de acreciones formados en el interior de éstas, evitando bloqueos que destruyan el flujo de aire necesario para los procesos desarrollados en el Horno.

Cuando el concentrado de cobre es inyectado al baño fundido en el horno continuo, se producen una serie de reacciones que forman sulfuros líquidos, sean sulfuros de cobre (Cu_2S) y sulfuros de fierro (FeS) así como azufre (S).

Con la incorporación de oxígeno (O_2) al baño líquido, se produce una asociación entre éste y el fierro (Fe) y con el azufre (S), contenido como sulfuros en el baño. Obteniéndose de éstas asociaciones óxido ferroso (FeO) y dióxido de azufre (SO_2), respectivamente.

Los óxidos de fierro generados (FeO) junto con el fundente sílice (SiO_2), adicionado al baño vía Garr Gun, forman un producto denominado Escoria. Con el oxígeno adicionado al baño fundido también como sulfuro, se obtiene el metal blanco (Cu_2S) y dióxido de azufre (SO_2) en estado gaseoso.

Una vez que en el horno existe un nivel óptimo de escoria (aproximadamente 1.8 m sobre el nivel de ladrillo), una máquina perforadora (picarroca) abre el pasaje denominado sangría, situado en el lado culata del horno para liberar el chorro líquido que es la escoria producida durante la fusión de concentrado, la que es vaciada en una olla posicionada bajo el horno.

Mientras se sangra la escoria se toman muestras del material, introduciendo el chorro líquido en una paleta de muestreo. Esta muestra es enfriada y pulverizada en un molino de discos, y es enviada al laboratorio químico para análisis químico y metalúrgicos.
Una vez que la olla alcanza el nivel de transporte, el pasaje de salida de escoria se cubre con greda, utilizando la Maquina Taponeadora. Para ello, se moldea un tapón de greda en el extremo de la lanza de la máquina, la cual es posicionada frente al pasaje de sangrado, insertando el tapón en el pasaje y deteniendo la salida de escoria.

Vaciado de metal blanco

Para la descarga de metal blanco desde el horno existen dos sangrías disponibles, una ubicada en la culata (costado) y otra en el manto del horno. La descarga de metal blanco requiere de la abertura de estos pasajes con una máquina perforadora abriendo paso el chorro líquido que se conduce gravitacionalmente a la olla de transporte. Estas ollas tienen una capacidad de 6 m^3 aproximadamente y son ubicadas sobre un carro porta ollas que se sitúa bajo el horno y las moviliza hacia áreas que permitan el levante y transporte mediante un puente grúa.
El cierre de la sangría del metal blanco es realizado mediante el bloqueo del pasaje con un tapón de greda que es moldeado al interior del estanque de la máquina taponeadora para proceder a su colocación y sellado.

El muestreo de metal blanco se realiza cada 30 minutos ingresando una cuchara de muestreo al baño durante el sangrado o introduciendo en forma continua varias veces una varilla de 1.5 m de longitud de ¾” de diámetro, en una tobera de soplado especialmente habilitada, hasta formar una película de metal que proporcione una cantidad suficiente de muestra. El procedimiento que sigue para ambas muestras es enfriar la muestra y pulverizarla en un pulverizador de discos, para su rotulación y envío al laboratorio químico.

Evacuación de gases

Los gases generados durante el proceso de fusión de concentrado salen del baño líquido a temperaturas del orden de los 1220°C. Estos son captados por el sistema de extracción de gases, enfriados y limpiados, antes de ser enviados a la Planta de Ácido Sulfúrico.
Este proceso se inicia en la Campana de Refrigeración, situado sobre la boca del horno, la cual captura los gases generados por el baño líquido. Los gases son enviados a la Planta de Ácido Sulfúrico gracias a la acción de los ventiladores de tiro inducido (VTI), que operan paralelamente. La depresión generada capta los gases con aire de infiltración en la Campana, y se operan de acuerdo a las necesidades de la Planta de Ácido.
A la salida de la Campana, los gases mezclados con aire inducido alcanzan una temperatura promedio de 850°C.
La refrigeración de la campana se realiza a través de un circuito cerrado de agua, el cual consta de un Estanque de Almacenamiento, desde donde es impulsada por bombas a radiadores para ser enfriada y reenviada a la campana como agua de enfriamiento, completando el circuito cerrado.
Una vez que salen de la Campana Refrigeradora, los gases pasan por la Cámara de Enfriamiento Evaporativo, que consta con cinco lanzas dispuestas en línea desde donde se proyecta agua

atomizada con aire comprimido para enfriar los gases (Sistema Sonic), reduciendo su temperatura a menos de 400 °C, adecuada para entrar a los Precipitadores Electrostáticos.
Los Precipitadores Electrostáticos son los encargados de retener y extraer las partículas arrastradas por la corriente gaseosa. El polvo es removido por un transportador de rastras hasta un tolvín portátil, éste último se envía hacia la bodega de almacenamiento de materias primas para su tratamiento externo o reingresar al proceso de fusión.

7.2 Proceso de refinación y moldeo.

La Refinación a Fuego (RAF) del cobre blíster es un proceso discontinuo, donde se incrementa la pureza del cobre blíster proveniente de la etapa de conversión, eliminando el porcentaje de oxígeno que contiene, llegando a concentraciones en cobre de 99,7%. Este proceso comprende el uso de hornos rotatorio y/o hornos basculante de ánodos, unidades que permiten mayor flexibilidad operativa que los hornos estacionarios y/o hornos reverberos y en general costos menores, pero de capacidad útil de tratamiento inferior que estos últimos.
El movimiento y/o accionamiento realizado desde ambos lados de horno, esta generado por un sistema de engranaje y pista de rodadura, conectado a motor eléctrico y sus ángulos de giro, están en razón directa a los requerimientos de las etapas operativas de refinación a fuego.
Por la gran cantidad de material frio que se genera en los procesos, que cae y se esparce por zona inferior de horno; se debe asegurar permanente limpieza, especialmente en las líneas de desplazamiento y en su periferia.
Los circuitos de alimentación de combustible y aire a tobera, están insertas en el manto de lado sangría y las líneas de nitrógeno en su parte inferior.

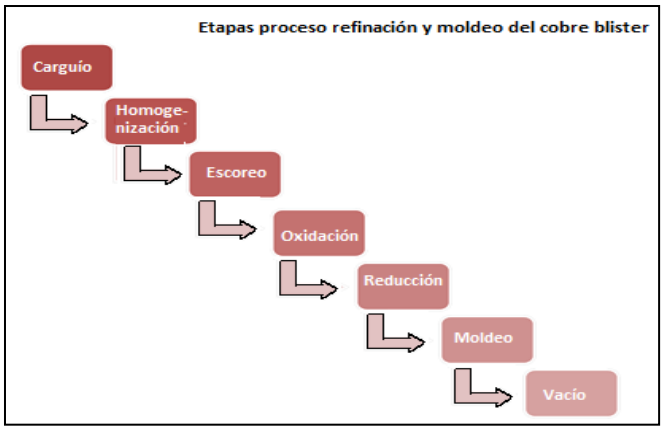


Figura 95 Etapas del proceso de refinación y moldeo

Etapa de carguío

Esta primera etapa es fundamental en el proceso general, ya que marca la tendencia de tiempos en los ciclos de las cargas para los hornos de refino, confiriendo relevante información para la programación del proceso de moldeo.

La etapa de carga al horno basculante se realiza exclusivamente con cobre blíster líquido, materia prima proveniente directamente del proceso realizado en el convertidor Peirce Smith del área de fundición, y/o del cobre blíster almacenado en el horno de retención.
La carga alimentada al horno puede realizarse y ser completada con carga en "forma continua" y de una vez. Esta situación (que no es generalizada) se puede dar en la medida que se disponga de suficiente carga liquida desde el horno de retención.
Esto se realiza en "forma secuencial", lo que implica un tiempo de carguío en forma periódica, coordinación en el uso de grúa puente para instalación y/o retiro de la tapa de carga, en un mayor número de veces, y personal dedicado a esta operación un mayor uso en tiempo.
El programa de inicio y alimentación de la materia prima al horno basculante se realiza por medio de coordinación de jefaturas de turnos de las áreas de fundición y refino.
La carga alimentada a horno debe solo ser hasta el vaciado del líquido fundido, con especial cuidado de no vaciar carga fuera de horno, y también especial cuidado de no ingresar cascarones de la olla al interior del horno basculante de refinación.
Finalizada esta etapa, el personal del horno basculante se coordina con gruero refinación para colocar la tapa de carga sobre boca de carga del horno, asegurando un adecuado asentamiento, con el propósito de reducir o eliminar pérdidas calóricas.

El cobre blíster proveniente desde los hornos de fusión debe cumplir exigencias de calidad y temperatura, los cuales se indican:

- Cobre subido. Corresponde al blíster en rangos aceptables de azufre, con baja presencia de humos, es poco viscoso y de color amarillo brillante.

- **Cobre bajo**. Se visualiza exceso de humo en la olla que lo transporta, debido a su alto contenido de azufre.

- **Cobre frio**. Es espeso y de color anaranjado opaco.

- **Cobre limpio**. Sin escoria o mínimo de esta.

- **Cobre caliente**. En rangos de temperaturas de operación (≈1.200 °C), con el propósito de no disponer de tiempos en calentamiento de carga.

Etapa de homogenización

Finalizada la carga del horno basculante, esta debe ser homogenizada con el propósito de lograr que adquiera iguales propiedades en todo su conjunto. Esta operación se aplica por tiempos cortos (5 a 10 min) al cabo del cual se toma muestra, la que debiera ser representativa del conjunto de la carga.
Esta operación permitirá además visualizar la calidad de carga, niveles de escoria y temperatura de baño líquido.

Etapa de escoreo o escoriado

Esta etapa se realiza al comprobar visualmente presencia de escoria sobre la superficie del baño líquido. Lo correspondiente es que durante el traspaso de toda la carga, el cobre blíster alimentado al horno basculante debe ser limpio, sin presencia de este material.
La escoria en general ocasiona impedimentos para el normal proceso de refinación, incidiendo en el incremento de tiempos de operación, de consumo de combustibles, toma de muestras no representativa algunas veces, traspaso de cobre a escoria, incremento de tiempos en limpieza de boca de carga, etc.
El escoreo se realiza las veces necesarias hasta lograr eliminar la escoria desde el interior del horno basculante de refinación. En esta operación se puede ocupar una o más ollas, dependiendo de la cantidad de escoria que contenga la carga.
Finalizada esta etapa, el operador del horno basculante procede a tomar muestra del cobre fundido y observa la superficie de solidificación de esta, donde en base a un patrón de prácticas operativas, se estipula el tiempo aproximado de oxidación de la carga.
El personal del horno basculante controla la temperatura por medio de termocupla, que introduce por la boca de escoreo y bajo el nivel del líquido (≈2”).

Etapa de oxidación o desulfuración

La etapadeoxidacióntiene la finalidad de abatir las impurezas contenidas en el cobre blíster, especialmente la eliminación a rangos estandarizados del azufre por medio de volatilización (gases) y acercarsea unacondicióndesaturaciónenoxígenodelcobre (set copper)
Esta condición se debe lograr, inyectando por intermedio de una tobera ubicada en lado de moldeo de horno , flujos de aire en rangos de gran volumen y presión , tendientes a producir agitación y turbulenta en el seno del baño , para generar las reacciones de oxidación requeridas.
El tiempo de oxidación de esta etapa está en relación directa con la muestra inicial que se tomó al final de la etapa de escoreo.
El operador debe realizar muestreo en tiempos acotados para visualizar el avance de la oxidación. Este control se realiza con el propósito de no sobre oxidar el cobre en el proceso.
La muestra en la etapa intermedia o avanzada de oxidación se caracteriza por que adquiere un color café oscuro y resulta fácil de fracturar.
Se efectúan 2 a 3 muestreos secuenciales durante esta etapa, hasta la obtención de la muestra final que denota un aspecto de rechupe en la parte central de la superficie al solidificar, característica correspondiente a la contracción natural del líquido que contiene alto nivel deoclusiones de oxígeno.
Finalizada esta etapa, el operador del horno basculante procede a tomar muestra de líquido (cobre fundido) y observa la superficie de solidificación de ésta, donde, en base a un patrón de prácticas operativas, se estipula el tiempo aproximado de la operación de reducción de la carga.
La alta concentración de azufre en el inicio de esta etapa (0.01 - 0.05%), hace necesario realizar una sobre oxidación del cobre blíster para asegurar el contenido de este elemento en las composiciones deseadas, operación que genera principalmente dos condiciones adversas:

- Presencia de Cu_2O en las escorias RAF, y
- Altas concentraciones de oxígeno en el baño metálico (≈ 7.000 a 9.000 ppm).

Estas condiciones adversas, se minimizan al realizar un estricto control mediante muestro y control de los tiempos de esta etapa.
En la etapa de oxidación y acorde al nivel de impurezas contenidas en el cobre blíster, se generan otras reacciones que van en razón directa del nivel de solubilidad de los componentes que acompañan al metal cobre.
En otras fundiciones, por el alto porcentaje de As y Sb en el cobre blíster, se realiza el agregado de fundentes en el horno basculante a objeto de reducir los niveles de impurezas que originan un nivel de dificultad y complejidad en la refinación a fuego y electro refinación del ánodo.

Reducción o desoxidación

El oxígeno en exceso disuelto durante la oxidación, debe ser reducido en esta etapa a niveles necesarios para eliminar contenido y presencia de óxido de cobre durante la solidificación (moldeo) del cobre anódico.
La refinación se realiza por inyección de gas natural (aporte de hidrocarburos), mezclado con aire para provocar reacciones de reformado (combustión incompleta), las que ayudan a realizar un proceso controlado que evite y/o disminuya la emisión de humos negros al medio ambiente.
El operador del horno basculante debe verificar y asegurar una completa unión entre la tapa y la boca de carga de horno. Esta actividad debe permitir y asegurar una completa evacuación de los gases a través del ducto "S" acoplado al horno y embutido en la boca de la chimenea.
Para mantener los rangos de temperatura requeridos para el moldeo, se opera con quemador.
El operador del horno basculante en relación al tiempo inicial estipulado de operación, ayudado además por la intensidad y color de los gases, bascula el horno ubicándolo en posición para muestreo de cobre líquido. Ésta actividad la debe realizar las veces necesarias hasta obtener el afino requerido para moldeo de los ánodos.
La muestra a tomar desde el líquido de horno se realiza con un cucharon estandarizado y un receptáculo que contiene una figura cónica. Ambas herramientas deben estar limpias y calientes para ser pintadas con desmoldante. Se saca la muestra del baño líquido por la boca de escoreo por medio de un cucharón, vaciando este a un receptáculo, el cual al término de la solidificación entrega un cobre en forma de cono.

Moldeo

El moldeo de ánodos, corresponde a la etapa operativa final del ciclo de piro refinación del cobre blíster procesado en el horno basculante.
Esta operación se realiza en el momento en que las condiciones de temperatura y características físico-química del cobre líquido estén en los rangos de calidad para producir cobre anódico acorde a los requerimientos de la refinación electrolítica (electrorrefinación).

A través de la sangría de horno, el cobre líquido se desplaza hacia la canala refractaria que lo transportan hacia la cuchara intermedia y de colada, las cuales mediante una controlada operación mecánica-instrumental alimentan a los moldes instalados en la rueda de moldeo, con flujos de cobre líquido en rangos de pesos estandarizados para producir ánodos comerciales y hojas madres.

Etapa de vacío

Esta es una etapa corta que comprende desde el término del moldeo hasta que el horno es alimentado con cobre blíster.
En este tiempo se sella la sangría con mezcla, se revisa condiciones de la tobera, de los tapones porosos, del quemador, del fogón, del ducto de gases, de la boca de carga, de la boca de escoreo, retiro de las tapas desde las canalas para reparación, etc.
Se inspecciona el horno y circuitos en general pa

ra asegurar la continuidad del proceso.

7.3 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.

Principios de la refinación electrolítica

La aplicación de un potencial eléctrico entre un ánodo de cobre (electrodo positivo) y un cátodo de cobre (electrodo negativo), sumergidos en una celda que contenga una solución de sulfato de cobre ácida, origina que tengan lugar las siguientes reacciones y procesos:

a) El cobre del ánodo se disuelve electroquímicamente dentro de la solución con lo que se producen cationes de cobre, más electrones.

b) Los electrones producidos por la reacción, son conducidos hacia el cátodo a través del circuito y suministro de energía externo.

c) Los cationes Cu^{2+} en la solución, emigran por difusión y convección hacia el electrodo negativo (cátodo).

d) Los electrones y los iones Cu^{2+} se recombinan en la superficie del cátodo para producir el cobre metálico que se deposita sobre el cátodo.

En síntesis, se produce la disolución electroquímica del cobre en el ánodo, la emigración de electrones e iones de cobre hacia el cátodo, y el depósito de cobre sobre la superficie del cátodo.

La electro refinación se lleva a cabo mediante el sistema múltiple (paralelo), en el que ánodos y cátodos están intercalados eléctricamente en paralelo en el interior de la celda electrolítica. Con este sistema, todos los ánodos están a un solo potencial eléctrico y todos los cátodos están en otro potencial más bajo. Cada ánodo está colocado entre dos cátodos, de manera que se disuelven electroquímicamente a velocidad similar. Las celdas están conectadas en serie para formar secciones. Cada serie, de 26 a 42 celdas, constituye una parte independiente que puede ser aislada eléctrica y químicamente para las operaciones de colocación y retiro de electrodos, limpieza de residuos y mantenimiento.

Las secciones están conectadas eléctricamente para que la tensión total sea del orden de 100 a 250 V dependiendo del equipo de rectificación CA/CD de la planta. Las celdas de refinación electrolítica están hechas de concreto reforzado (en forma de bloques o de monolito), revestidas con plomo antimonial (de 3 a 6 % de Sb) o láminas de PVC blando.

Figura 96 Celdas de electro refinación. Codelco Norte

Procedimientos proceso electro refinación

La electro refinación comienza con el flujo de electrolito a través de la hilera o sección de celdas de la refinería recientemente limpiadas, seguida por la colocación en grupo de un conjunto completo de ánodos y cátodos en cada celda.
Una vez instalados los ánodos y cátodos, se conecta la energía eléctrica y el cobre se corroe gradualmente en los ánodos para depositarse sobre los cátodos. Lo usual es que un ánodo permita producir dos cátodos, proceso que se extiende por 12 a 14 días.

Al final de un ciclo, cada ánodo ha sido disuelto electroquímicamente en casi el 85 %. Los restos de los ánodos sin disolver (chatarra) se retiran de las celdas y después de lavados, se funden y se vuelven a vaciar como ánodos nuevos. Se retira el electrolito de las celdas y los residuos del ánodo se canalizan hacia un sistema de donde se recolectan y desde donde son transportados a la planta de recuperación de metales preciosos. Entonces comienza de nuevo el ciclo de refinación. Los cátodos finales pesan entre 100 y165 kg. lo que facilita su manejo posterior.

Repaso de Conceptos Claves		
PIROMETALURGIA	OBJETIVO DEL PROCESO DE REFINACIÓN	OBJETIVOS DE LA ELECTRO REFINACIÓN O REFINACIÓN ELECTROLÍTICA
La pirometalurgia es una rama de la metalurgia extractiva, donde se obtiene y purifica metales mediante calor (fundición).	La refinación es un proceso discontinuo, donde se incrementa la pureza del cobre blister proveniente de la etapa de conversión, eliminando el porcentaje de oxígeno que contiene.	Eliminar las impurezas que dañan las propiedades eléctricas y mecánicas del cobre, y separar las impurezas valiosas del cobre.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por las diferentes etapas y secuencia del proceso pirometalúrgico del concentrado de cobre.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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

<table>
<tr><th>Etapa</th><th>Especificaciones</th></tr>
<tr><td>Inicio</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>Desarrollo de la actividad</td><td>El participante deberá definir secuencialmente las operaciones unitarias del proceso pirometalúrgico, en la siguiente tabla:
<table>
<tr><th>Nombre de la operación unitaria de la pirometalurgia del cobre</th><th>Definición de la operación unitaria del proceso de fundición de concentrados de cobre</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></td></tr>
<tr><td>Duración de la actividad</td><td>60 minutos.</td></tr>
</table>

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 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.

7.4 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.

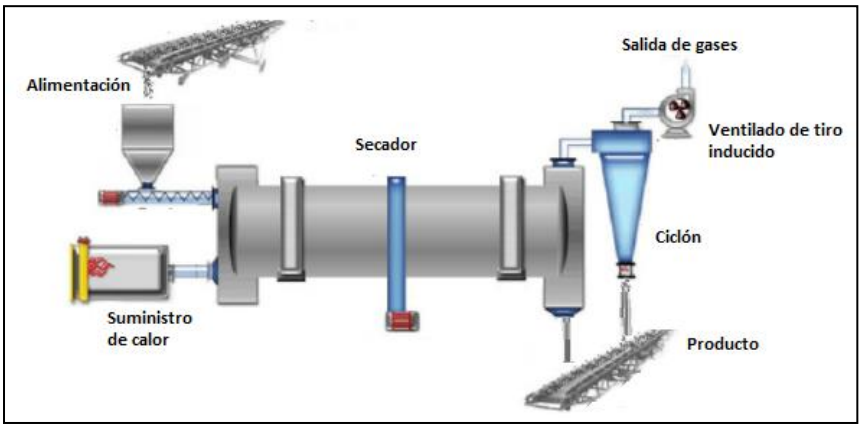


Figura 97 Secador

En los secadores adiabáticos los sólidos están expuestos al gas de alguna de estas formas:

1. El gas circula sobre la superficie de un lecho o una lámina del sólido, o bien sobre una o ambas caras de una lámina o película continua. Este proceso se llama secado con circulación superficial.

2. El gas circula a través de un lecho de sólidos granulares gruesos que están soportados sobre una rejilla. Recibe el nombre de secado con circulación a través. Como en el caso del secado con circulación superficial, la velocidad del gas se mantiene baja para evitar el arrastre de partículas sólidas.

3. Los sólidos descienden en forma de lluvia a través de una corriente gaseosa que se mueve lentamente, con frecuencia dando lugar a un arrastre no deseado de las partículas finas.

4. El gas pasa a través de los sólidos con una velocidad suficiente para fluidizar el lecho. Inevitablemente se produce arrastre de las partículas más finas.

5. Los sólidos son totalmente arrastrados por una corriente gaseosa de alta velocidad y neumáticamente transportados desde un dispositivo de mezcla hasta un separador mecánico.

En los secadores no adiabáticos el único gas a separar es el agua que se vaporiza, aunque en ocasiones se hace circular a través de la unidad una pequeña cantidad de "gas de barrido" (frecuentemente aire o nitrógeno). Los secaderos no adiabáticos difieren básicamente en la forma en la que los sólidos se exponen a la superficie caliente o a otra fuente de calor, pudiendo ser alguna de las siguientes:

1. Los sólidos se esparcen sobre una superficie horizontal estacionaria o que se desplaza lentamente y se "cuecen" hasta que se secan. El calor puede aplicarse por medio de un calentador radiante situado encima del sólido.

2. Los sólidos se mueven sobre una superficie caliente, generalmente cilíndrica, por medio de un agitador o un transportador de tornillo d de palas.

3. Los sólidos deslizan por gravedad sobre una superficie inclinada caliente o bien son transportados en sentido ascendente por la superficie y deslizándose posteriormente hasta una nueva localización.

Transmisión de calor en secadores

El secado de sólidos húmedos es, por definición, un proceso térmico. Aunque con frecuencia se complica por la difusión en el sólido o a través del gas, es posible secar muchos materiales simplemente calentándolos por encima de la temperatura de ebullición del líquido, tal vez bastante por encima con el fin de liberar las últimas trazas de material adsorbido. Por ejemplo, los sólidos húmedos pueden secarse con vapor de agua altamente sobrecalentado. En este caso no hay difusión, sino que el problema es exclusivamente de transmisión de calor. En el secado adiabático la difusión está casi siempre presente, pero con frecuencia la velocidad de secado está controlada por la transmisión de calor en lugar de por la transferencia de materia. Muchos de los secaderos, tal vez la mayoría, se diseñan sobre la base exclusiva de consideraciones de transmisión de calor.

Mecanismos de transferencia de calor

La transferencia de calor es el estudio de las velocidades a las cuales el calor se intercambia entre fuentes de calor y recibidores, tratados usualmente de manera independiente. Los procesos de transferencia de calorse relacionan con las razones de intercambio térmico, tales como los que ocurren en equipo de transferencia de calor, tanto en ingeniería mecánica como en los procesos químicos. Este enfoque realza la importancia de las diferencias de temperatura entre la fuente y el recibidor, lo que es, después de todo, el potencial por el cual la transferencia de calor se lleva a efecto. Un problema típico de procesos de transferencia de calor involucra las cantidades de calor que deben transferirse, las razones a las cuales pueden transferirse debido a la naturaleza de los cuerpos, la diferencia de potencial, la extensión y arreglo de las superficies que separan la fuente y el recibidor, y la cantidad de energía mecánica que debe disiparse para facilitar la transferencia de calor. Puesto que la transferencia de calor considera un intercambio en un sistema**,** la perdida de calor por un cuerpo deberá ser igual al calor absorbido por otro dentro de los confines del mismo sistema**.**

El proceso por el que se intercambia energía en forma de calor entre distintos cuerpos, o entre diferentes partes de un mismo cuerpo que están a distinta temperatura. Por lo cual existen tres mecanismos de transferencia los cuales son:

- Conducción, en donde el calor pasa a través de la sustancia misma del cuerpo.
- Convección, en el cual el calor es transferido por el movimiento relativo de partes del cuerpo calentado.
- Radiación, mecanismo por el calor se transfiere directamente entre partes distantes del cuerpo por radiación electromagnética.

Aunque estos tres procesos pueden tener lugar simultáneamente, puede ocurrir que uno de los mecanismos predomine sobre los otros dos. Por ejemplo, el calor se transmite a través de la pared de una casa fundamentalmente por conducción, el agua de una cacerola situada sobre un quemador de gas se calienta en gran medida por convección, y la Tierra recibe calor del sol casi exclusivamente por radiación.

Transferencia de calor por conducción

La conducción es el modo de transferencia térmica en el que el calor se mueve o viaja desde una capa de temperatura elevada del cerramiento a otra capa de inferior temperatura debido al contacto directo de las moléculas del material. La relación existente entre la velocidad de transferencia térmica por conducción y la distribución de temperaturas en el cerramiento depende de las características geométricas y las propiedades de los materiales que lo constituyen, obedeciendo la denominada la Ley de Fourier.

En los sólidos, la única forma de transferencia de calor es la conducción. Si se calienta un extremo de una varilla metálica, de forma que aumente su temperatura, el calor se transmite hasta el extremo más frío por conducción. No se comprende en su totalidad el mecanismo exacto de la conducción de calor en los sólidos, pero se cree que se debe, en parte, al movimiento de los electrones libres que transportan energía cuando existe una diferencia de temperatura.

Transferencia de calor por convección

Cuando el aire de un ambiente se pone en contacto con la superficie de un cerramiento a una temperatura distinta, el proceso resultante de intercambio de calor se denomina transmisión de calor por convección.

Cuando exista una fuerza motriz exterior, como el viento, que mueva al aire sobre una superficie a diferente temperatura se producirá una convección forzada, que debido al incremento de la velocidad del aire se transmitirá una mayor cantidad de calor que en la convección libre para una determinada diferencia de temperatura. En el caso que se superpongan ambas fuerzas motrices, por ser de magnitudes semejantes, el proceso se denomina convección mixta.

El calentamiento de una habitación mediante un radiador no depende tanto de la radiación como de las corrientes naturales de convección, que hacen que el aire caliente suba hacia el techo y el aire frío del resto de la habitación se dirija hacia el radiador. Debido a que el aire caliente tiende a subir y el aire frío a bajar, los radiadores deben colocarse cerca del suelo y los aparatos de aire acondicionado cerca del techo para que la eficiencia sea máxima.

Transferencia de calor por radiación

Se denomina transmisión de calor porradiación cuando la superficie del cerramiento intercambia calor con el entorno mediante la absorción y emisión de energía por ondas electromagnéticas. Mientras que en la conducción y la convección era precisa la existencia de un medio material para transportar la energía, en la radiación el calor se transmite a través del vacío, o atravesando un medio transparente como el aire.

En el ambiente se puede considerar la presencia de radiaciones de onda corta, correspondiente al espectro de radiación visible e infrarrojo cercano, procedente de fuentes de elevada temperatura como el sol y el alumbrado artificial, para las cuales los cerramientos se comportan solo como absorbentes en función de una propiedad superficial denominada absorbancia.

La radiación presenta una diferencia fundamental respecto a la conducción y la convección: las sustancias que intercambian calor no tienen que estar en contacto, sino que pueden estar separadas por un vacío. La radiación es un término que se aplica genéricamente a toda clase de fenómenos relacionados con ondas electromagnéticas.

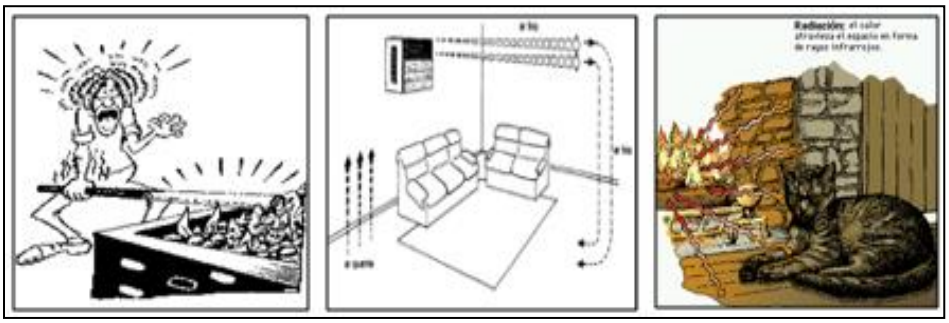


Figura 98 Transferencia de calor por conducción, por convección y por radiación.

Repaso de Concepos Claves

SECADO DE SÓLIDOS	TRANSFERENCIA DE CALOR EN LOS SECADORES	MECANISMOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR
Consiste en separar pequeñas cantidades de agua o otro líquido de un material sólido con el fin de reducir el contenido de líquido residual hasta un valor aceptablemente bajo.	Es secado de sólidos húmedos es un proceso térmico. Aunque con frecuencia existe difusión de calor en el sólido o a través del gas, es posible secar muchos materiales simplemente calentándolos sobre la temperatura de ebullición del líquido.	Estos mecanismos son 3: - Conducción: en donde el calor pasa pasa a través de la sustancia misma del cuerpo. - Convección: en el cual el calor es transferido por el movimiento relativo de partes del cuerpo calentado. - Radiación: mecanismo por el cual el calor se transfiere directamente entre partes distantes del cuerpo por radiación electro magnética.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir conceptos aplicados en el secado de materiales sólidos, como concentrado de cobre.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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

<table>
<tr><th>Etapa</th><th>Especificaciones</th></tr>
<tr><td>Inicio</td><td>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.</td></tr>
<tr><td>Desarrollo de la actividad</td><td>El participante deberá definir los modos de transferencia de calor que se aplican en los tambores secadores, en la siguiente tabla:
<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></td></tr>
<tr><td>Duración de la actividad</td><td>60 minutos.</td></tr>
</table>

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 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.

7.5 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 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°C desprende vapores y por encima de 200°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.

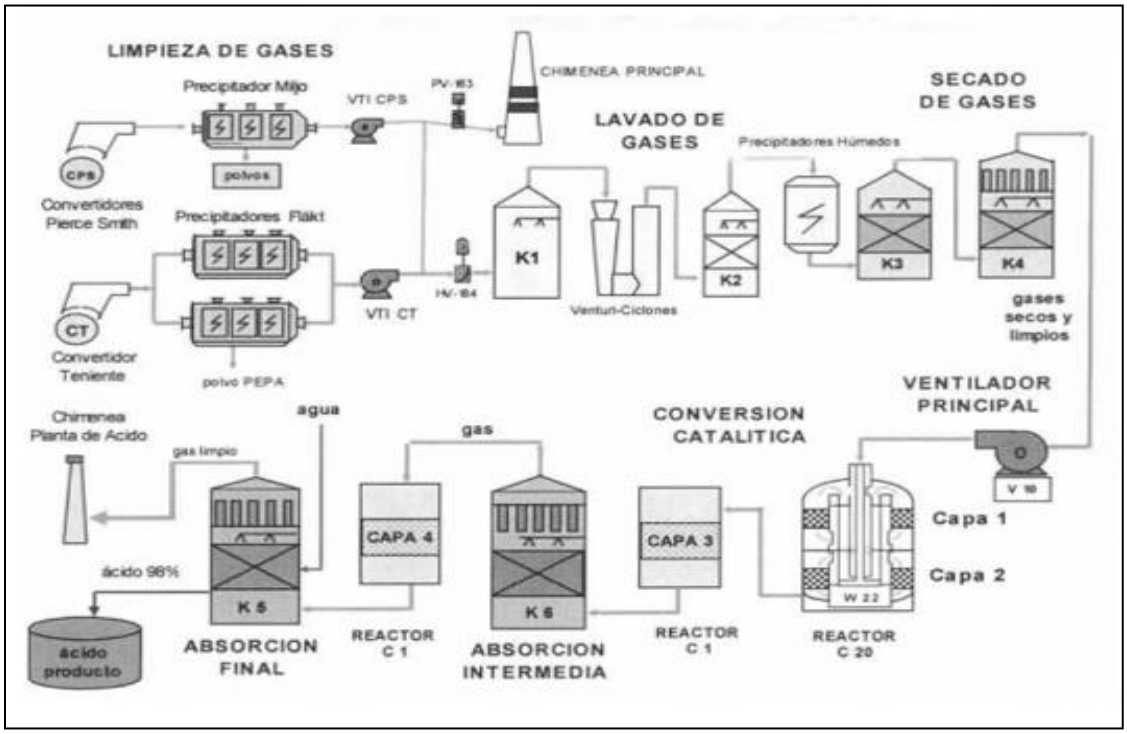


Figura 99 Diagrama de flujo planta de ácido sulfúrico. Codelco fundición Ventanas

Etapa de limpieza y secado de gases

Las etapas de limpieza húmeda y de secado están diseñadas para:

- Captar los gases desde la boca de los convertidores de la fundición, con eficiencias de captación de 90 y 95% respectivamente.

- Conducir los gases desde la fundición hacia las etapas de limpieza de gases mediante ventiladores de tiro inducido (VTI).

- Retirar desde los gases las partículas sólidas arrastradas desde la fundición mediante precipitadores electroestáticos.

Los gases en la fundición son captados, tras su paso por las Torres de Acondicionamiento de la fundición desde los convertidores mediante sistemas de gases independiente.
Cada sistema de gases consta de ventiladores de tiro inducido que conducen los gases a través de un ducto de alta velocidad hasta los precipitadores electrostáticos en los que se retira el polvo contenido.
A la salida de los precipitadores los gases pasan a través de los VTI y son descargados con contenidos de polvo menores. Luego se unen los gases de ambos sistemas y se conducen hacia la siguiente etapa de Lavado de Gases. En caso de existir un excedente de gases, este puede ser descargado a la atmosfera mediante la chimenea principal utilizando válvulas de gases para este efecto.
Los gases llegan generalmente limpios de polvos desde la salida de la limpieza seca y con una temperatura baja. Sin embargo, estos gases aún pueden llevar finas partículas sólidas y compuestos gaseosos que deben ser removidos antes de ingresar a la planta de contacto, donde se produce la conversión catalítica de SO_2 a SO_3.
La limpieza húmeda, que generalmente se realiza en un lavador Venturi (scrubber), permite eliminar la mayor parte de los contaminantes al contactar el gas con una solución de lavado con lo cual se produce una acidificación de la solución y una disolución de los compuestos gaseosos no deseados. Esta disolución debe ser removida ya sea por descarte de parte de la solución de lavado o por neutralización y precipitación. Los efluentes líquidos y/o sólidos producidos en la limpieza húmeda de los gases contienen arsénico y otros metales y deben ser manejados y dispuestos en forma adecuada.

Una vez que los gases producidos en el convertidor llegan a la planta de ácido, se inicia la etapa de limpieza y enfriamiento con el ingreso a la Torre de Humidificación de los gases a temperaturas que bordean los 375°C y un contenido aproximado de dióxido de azufre (SO_2), del 12%.

En la torre de humidificación los gases son rociados en contracorriente con ácido débil de 5.7 g/l de ácido sulfúrico mediante toberas ubicadas en la parte superior. Como resultado del contacto directo entre los gases y el ácido débil, se produce un enfriamiento adiabático de los gases hasta 66 °C y capta la mayoría de las impurezas de polvo presentes en los gases.
El ácido débil rociado a la torre de humidificación es impulsado por bombas. Además de las toberas de inyección de ácido débil, existen toberas de inyección de agua, estas se utilizan en caso de un aumento excesivo de temperatura, donde los gases son rociados con agua almacenada en un recipiente de emergencia. En la torre de humidificación existe un stripper de efluente, donde se rebalsa el líquido excedente del proceso de enfriamiento, enviándolo a continuación a la Planta de Tratamiento de Efluente.

El flujo de gases de salida de la torre de humidificación ingresa por la parte superior del Lavador de Flujo Radial en contracorriente con un flujo de ácido a 57°C. El lavador dispone de un plato plano

perpendicular al flujo de gases, el cual puede variar su posición, permitiendo ajustar el flujo de gases de acuerdo a un rendimiento esperado para la captación de partículas finas.
El ácido diluido se recoge en el pozo del secador y se recircula mediante bombas de ácido. El exceso de líquido obtenido se envía a la torre humidificación por gravedad. Los gotas arrastrados por los gases son retenidas por un atrapa gotas, evitando así su ingreso a la Torre de Enfriamiento de Gases.
Luego, del atrapa gotas los gases ingresan a la Torre de Enfriamiento, aquí los gases húmedos son enfriados desde los 65.8 °C hasta los 35°C. El líquido de enfriamiento es ácido sulfúrico diluido que ingresa a 25°C en contracorriente con los gases y se riega en forma uniforme sobre el relleno de la Torre. El ácido de lavado se recircula previo enfriamiento en dos intercambiadores de calor de placa, utilizando agua como agente enfriamiento.

Posteriormente los gases ingresan a la última fase de enfriamiento y limpieza en los Precipitadores Electrostáticos Húmedos. El objetivo en esta fase es eliminar completamente la neblina ácida remanente, es decir, las gotas de ácido sulfúrico que viajan con el gas saturado y, además eliminar algunas impurezas sólidos de mayor tamaño que resultarán perjudiciales para los equipos de las áreas de conversión y absorción.
Los precipitadores están compuestos por un banco de electrodos concéntricos (tubos). Cada tubo, a su vez está compuesto por dos electrodos, un electrodo de precipitado y un electrodo de ionización. En su recorrido la niebla y las partículas se van cargando eléctricamente y son sometidas a un campo eléctrico de alto voltaje de 15.000 volts, efecto por el cual migran hacia el electrodo de precipitación.

El gas frio proveniente de la Torre de Enfriamiento se divide uniformemente en cada una de las etapas de precipitadores e ingresa por abajo al primer grupo de precipitadores en paralelo y luego ingresa por arriba al segundo grupo de la serie. El ácido débil contaminado, resultante de la etapa de enfriamiento y limpieza de gases que concluye en los Precipitadores Electrostáticos Húmedos se canaliza en contracorriente al sentido del gas y se evacuas a la Planta de Tratamiento de Efluentes, previa recuperación del SO_2 absorbido en el Stripper de SO_2 de la Torre de Humidificación.
Los gases salen de los precipitadores a temperaturas del orden de 35°C para ingresar a la Torre de Secado. En esta Torre los gases se ponen en contacto en contracorriente con ácido al 96% y a una temperatura de 55 °C, fluyendo sobre un lecho relleno de material cerámico. El contacto directo de los gases aún húmedos con ácido, genera una reacción exotérmica como consecuencia de la absorción de la humedad de los gases por parte del ácido, lo que aumenta la temperatura de ambos. De esta forma la temperatura de salida de los gases es del orden de los 55°C y del ácido utilizado es del orden de los 90°C.

Una fracción del ácido utilizado en el secado del gas, pasa por una etapa de captación del SO_2, absorbido. Para ello, se utiliza un Stripper en el cual una corriente de aire permite retornar el SO_2, diluido a la corriente gaseosa de ingreso a la Torre de Secado. Cabe destacar, que una parte de ácido almacenado en la Torre de Secado, puede destinarse al estanque de ácido de la Torre de

Absorción para disminuir la concentración de ácido que se emplea en esta última, el que aumenta su concentración debido a la absorción del SO_3.
Luego el gas seco es impulsado por un soplador principal que tiene por objetivo proveer de energía necesaria para el transporte del flujo de gases a través de la Planta de Ácido, desde la fundición hasta la etapa final de absorción del SO_3 y producción de ácido sulfúrico (H_2SO_4). La compresión de los gases los calienta desde los 55° a 100 °C, temperatura a la cual ingresan a la etapa de conversión.

Después de la etapa de limpieza húmeda, los gases pasan por una etapa de secado que consiste en contactar en contracorriente el flujo de gases húmedos con una solución concentrada de ácido sulfúrico que permite absorber toda la humedad del gas. Generalmente se utiliza una fracción del ácido producido por la misma planta.
La Sección de Secado de Gases está diseñada para retirar la humedad y el vapor de mercurio remanente desde el flujo degas. Para cumplir su cometido se dispone de Torres con relleno cerámico, en las cuales el flujo de gas fluye hacia arriba a través del relleno, en contacto con un flujo de ácido sulfúrico que escurre hacia abajo. Las funciones de estas Torres son:

Torredesecadoprimario: Esta Torre remueve el 90% del vapor de agua desde el gas saturado y enfriado que viene de los Precipitadores Electrostáticos Húmedos. El agua es absorbida por ácido sulfúrico que es circulado dentro de la Torre.
La absorción del vapor de agua por el ácido desprende calor haciendo que aumente la temperatura del ácido circulante. Este calor es removido del ácido por enfriadores de ácido tipo placa.

Torredesecado secundario:
Esta torre remueve el vapor de agua restante como asimismo cualquier vapor de mercurio que pudiera estar presente en el gas que sale de la Torre de Secado Primario. El vapor de agua y el mercurio son absorbidos por ácido sulfúrico que es circulado dentro de la torre. El gas seco que sale de esta torre pasa através de un filtro eliminador de neblina ubicado en la parte superior de la Torre para remover cualquier gota de ácido retenida en el gas. En el caso de esta Torre hay tan poca agua a remover del flujo de gas que la pequeña cantidad de calor generada es llevada por el gas que sale de la parte superior de la torre por lo cual no se requiere un enfriador de ácido.
A continuación de las torres de secado el gas pasa por sopladores de gases, instalados en paralelo. El soplador principal es el que mueve los gases através de la Planta. La finalidad del soplador secundario es solamente para servicio auxiliar.
El Soplador Principal provee suficiente succión para extraer el gas de la Fundición y suficiente presión de descarga para forzar el gas através de los equipos en que está compuesta la Sección de Contacto. La capacidad del Soplador principal es regulada mediante el ajuste de la abertura de las aspas de la válvula de succión ubicada en la zona de aspiración de gases.

Conversión de SO_2 a SO_3.

La planta de contacto es el módulo principal de una planta de ácido y es allí donde el dióxido de azufre que transportan los gases se convierte a trióxido de azufre en presencia de un catalizador. La reacción de oxidación es una reacción de equilibrio:

$$SO_2 + ½\ O_2 = SO_3$$

Dentro del Convertidor, el catalizador (pentóxido de vanadio), promueve la reacción de SO_2 con O_2 para formar SO_3. Esta reacción es exotérmica, y el gas sale del primer lecho catalizador a alrededor de 625° C con aproximadamente un 55% del SO_2 original convertido a SO_3.
El equilibrio depende de la temperatura y la conversión es mayor a baja temperatura. Como la reacción es exotérmica, es necesario enfriar los gases para lograr una mayor conversión global.
Para mantener una buena operación es fundamental tener una buena limpieza de los gases debido a que los contaminantes, como por ejemplo el arsénico, pueden producir una desactivación de los catalizadores con lo cual no se alcanza el equilibrio y disminuye la conversión global.

Los gases limpios y secos ingresan al área de Conversión, en donde el SO_2 y oxígeno (O_2) presentes reaccionan para formar el SO_3. El promotor de esta reacción es un catalizador con aproximadamente 8% de pentóxido de vanadio (V_2O_5) y el resto sílice.
El gas que sale del Soplador Principalpasa porlos Intercambiadores de calor en donde se calienta hasta la temperatura requerida de reacción y enseguida entra al primer lecho catalizador del Convertidor. Dentro del Convertidor, el catalizador pentóxido de vanadio, promueve la reacción de SO_2 con O_2 paraformar $S0_3$. Esta reacción es exotérmica, y el gas sale del primer lecho catalizador a alrededor de 625°C. con aproximadamente un 55%del SO_2 original convertido a SO_3.

El gas es enfriado entonces en el intercambiador de calor antes de entrar al segundo lecho catalizador. El gas se calienta en el segundo lecho catalizador al ocurrir la reacción del SO2 a SO3 y es nuevamente enfriado a medida que pasa a través del intercambiador antes de entrar a los terceros lechos catalizadores en paralelo en el Convertidor.
El gas que sale del tercer lecho es enfriado en los intercambiadores de calor con aire donde se enfría a alrededor de 210°C para ser enviado a la Torre de Absorción Intermedia, en donde todo el S03 es absorbido.

Absorción del SO_3

La última operación unitaria consiste en absorber el trióxido de azufre con agua para obtener el ácido sulfúrico. La reacción producida es la siguiente:

$$O_3 + H_2O = H_2SO_4$$

El ácido sulfúrico obtenido es generalmente de alta concentración (96 a 98,5% en peso) y contiene bajas concentraciones de impurezas. Luego que el gas ha pasado por las etapas de impureza,

secado y conversión debe ingresar a la última etapa del proceso: Absorción y producción del ácido sulfúrico.
El gas ingresa a Torres de Absorción con una temperatura aproximada de 200°C y es sometido a contacto con un lecho relleno en contracorriente con ácido sulfúrico de 98.5% de concentración. El SO_3 contenido en los gases reacciona con el agua existente en el ácido sulfúrico, para así formar ácido sulfúrico. La absorción del SO_3 da como resultado un aumento en la concentración del ácido hasta 99.0 %.

Los gases de salida de la Torre de Absorción, pasan por un filtro de velas de alta eficiencia para atrapar neblinas de ácido y gotas que puedan estar contenidas en ellos, proceso previo a su descarga a la atmósfera por la chimenea de la planta a una temperatura aproximada de 62°C. Eleliminador deneblina remueve lasgotas de ácido retenidas enelgascomo asimismo cualquier neblina muy fina.Así el gas que es expulsado por la chimenea contiene menos de 1.200 ppm de $S0_2$ y esencialmente nada de SO_3 o neblina ácida.

El ácido producto se toma desde la torre de absorción como ácido sulfúrico al 98.5%, o dela Torre de Secado como ácido sulfúrico al 96%. En ambos casos se lleva el ácido producto al estanque de ácido de circulación en la Torre de Absorción, el cual se impulsa hacia un enfriador para alcanzar una temperatura final de 35°C, para su almacenamiento y despacho.
Además existe la altenativa de enviar una fracción del ácido de la Torre de Absorción al estanque de Torre de Secado para aumentar la concentración de ácido en esta Torre. El ácido producto se almacena en estanques con una concentración de 96 a 98,5% dependiendo de los requerimientos del los clientes y de la concentración alcanzada. La producción de ácido sulfúrico esta relacionada con las condiciones máximas de SO_2 .

El producto final de la planta de ácido abastece a los estanques de almacenamiento, con capacidades nominales según el diseño de planta. Finalmente y en relación al sistema de enfriamiento de agua utilizado en la Planta, éste es realizado por la Torre de Enfriamiento. Esta torre posee ventiladores de enfriamiento seteado a un 80% de capacidad. Enfría las zonas de los intercambiadores de placa de la Torre de Enfriamiento y el enfriamiento de los intercambiadores del estanque de ácido producto y a los de las Torres de Secado, Absorción y Soplador Principal.

7.6 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 100 Retiro de ánodos a electro refinación desde cancha de almacenamiento

Repaso de Conceptos Claves

CARACTERÍSTICAS DEL ÁCIDO SULFÚRICO

Es un líquido viscoso, de densidad 1,84 gr/cc a 98% de pureza, incoloro cuando se encuentra puro. Se calienta por encima de 30° C desprendiendo vapores.

Tiene gran afinidad con el agua, por esta razón extrae el agua de las materias orgánicas, carbonizándolas.

Bastante corrosivo sobre los metales.

Genera hidrógeno molecular, gas altamente inflamable.

PRINCIPALES ETAPAS DE LA PLANTA DE ÁCIDO SULFÚRICO

Los gases metalúrgicos provenientes de la fundición, pasan por las siguientes etapas:

- Etapa de limpieza de gases.
- Etapa de lavado de gases.
- Etapa de secado de gases.
- Etapa de conversión catalítica.
- Etapa de absorción.

ETAPA DE ABSORCIÓN DEL SO_3

Es la ultima operación unitaria en la planta de ácido sulfúrico y consiste en absorver el trióxido de azufre (SO3) con agua para obtener el ácido sulfúrico (H2SO4).

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir que entiende por las diferentes etapas y secuencia del proceso de fabricación de ácido sulfúrico por medio de los gases metalúrgicos de fundición..

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

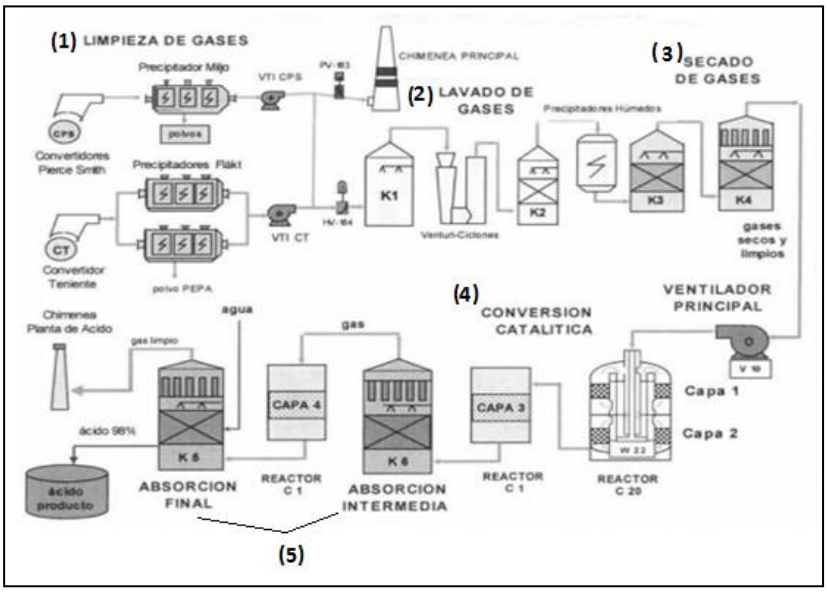
   - Identificar conceptos de las etapas y secuencia de la producción del ácido sulfúrico, a partir de los gases metalúrgicos extraídos de la etapa de fusión y conversión de la fundición de concentrados de cobre.

2. **Materiales y recursos**

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

3. Descripción de la Actividad

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 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 lo 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	MODELO DE GESTIÓN PROVEEDORES-PROCESO-CIENTES	COSTOS
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.	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 costos dentro del modelo proveedores-procesos-clientes son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado.

Introducción

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 subobjetivos, 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.

8.1 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.

Repaso de Conceptos Claves

PROCESO PRODUCTIVO	MODELO DE GESTIÓN PROVEEDORES-PROCESO-CIENTES	COSTOS
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.	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 costos dentro del modelo proveedores-procesos-clientes son los controladores del proceso, ya que son los mejores indicadores de su estado.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad de Aprendizaje: Definición delos factores que siempre están presentes en todo proceso productivo de un negocio minero.

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir el conjunto de actividades sobre las cuales interactúan diversos factores internos y externos que permitirán obtener productos de calidad.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
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:

Factor de la Actividad del proceso minero	**Forma de interactuar del factor productivo en el proceso productivo.**
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 lo 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 qwue cumplan o superen las expectativas de sus clientes internos y externos. Estos factores va 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	COSTOS ASOCIADOS AL NEGOCIO MINERO EN OPERACIÓN	CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS SEGÚN EL GRADO DE VARIABILIDAD DEL NEGOCIO MINERO
Las etapas de inversión son: - Exploración. - Cuantificación de reservas. - Estudio de factibilidad. - Financiamiento. - Desarrollo y construcción.	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.	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.

Introducción

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.

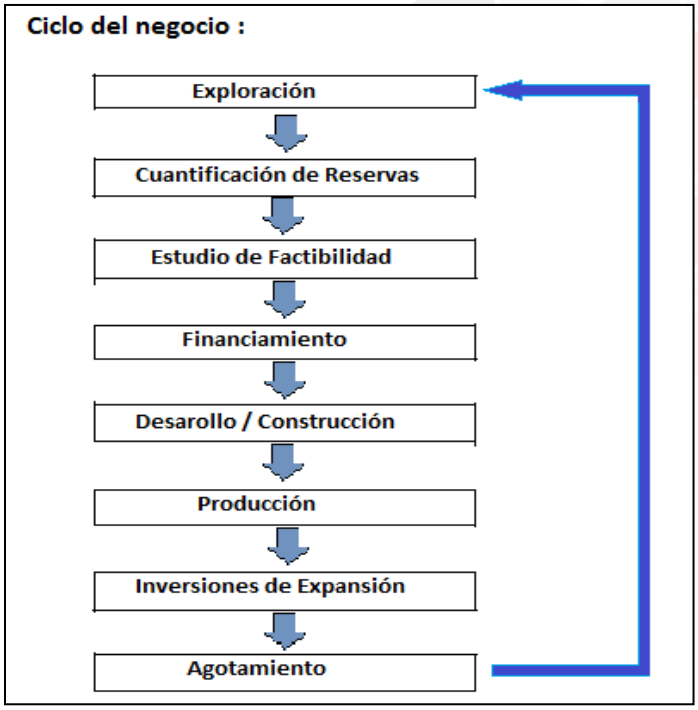


Figura 101. Ciclo del negocio minero

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

9.1 Etapas de la inversión

a) Exploración

Es el conocimiento geológico del yacimiento mineral, ya que determina su valor económico bajo las circunstancias actuales del mercado minero mundial. La exploración supone un elevado riesgo económico, principalmente derivado éste del hecho de realización cierta de gastos que solamente se recuperan en caso de que la exploración minera tenga éxito y derive en una explotación minera fructífera.

b) Cuantificación de reservas

Cuantificar y categorizar las reservas minerales, que inducen a la apertura de una mina, dependiendo de la evaluación técnica, bajo los conceptos de utilidad y rentabilidad económica

c) Estudio de factibilidad

El estudio de factibilidad implica:

- **Evaluación técnica**,la cual consiste si existe el proceso y tecnología apropiados para explotar el yacimiento.

- **Evaluación económica**, la cual consiste en evaluar si se obtendrán utilidades económicas por la explotación propiamente tal.

d) Financiamiento

Toda actividad productiva requiere de un capital asociado a la inversión. Para esto se puede contar con **capital propio** o **capital proporcionado por sus accionistas**, o también, puede conseguirlo en el sistema financiero, es decir, a través de los bancos u otras entidades (capital prestado).

e) Desarrollo y construcción

Una vez tomada la decisión de invertir se inicia la etapa de explotación que incluye la preparación y desarrollo del yacimiento, la **construcción de las plantas** y su puesta en marcha. En este período se demandan los mayores montos de **inversión** y es aquel en el que la inversión destinada a obras de infraestructura tiene una fuerte participación.

9.2 Costos asociados al negocio minero en operación

a) Producción

Una vez construida en su totalidad la planta de beneficio del mineral, viene el proceso de elaboración o de obtención de productos.

El costo es el gasto económico que representa la obtención de un producto o la prestación de un servicio, dicho en otras palabras, el costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la fabricación de un producto, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo, en palabras simples *"Se define como el recurso que se sacrifica, o al que se renuncia para alcanzar un objetivo específico ".*

b) Inversiones de expansión de la empresa

Las inversiones de expansión son aquéllas que incorporan nuevos elementos a los ya existentes para incrementar la capacidad productiva de la empresa, destinada para dar respuesta a una mayor demanda o en incrementar el potencial mercado, mediante la producción de nuevos productos o la captación de nuevos mercados.

c) Agotamiento de los recursos

El agotamiento de los recursos minerales no renovables o de las materias primas cuya extracción resulta cada vez más costosa, resulta en un encarecimiento progresivo de las diferentes etapas de extracción y beneficio. Las empresas mineras continuamente están realizando prospecciones en busca de nuevos yacimientos para mantener o aumentar los niveles de producción.

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.

Repaso de 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.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

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

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes guiados por el instructor de manera individual o de forma grupal deberán definir los ciclos del negocio minero, asociando conceptos económicos de inversión y conceptos económicos de la empresa en operación.

- **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	✓
Taller de trabajo	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

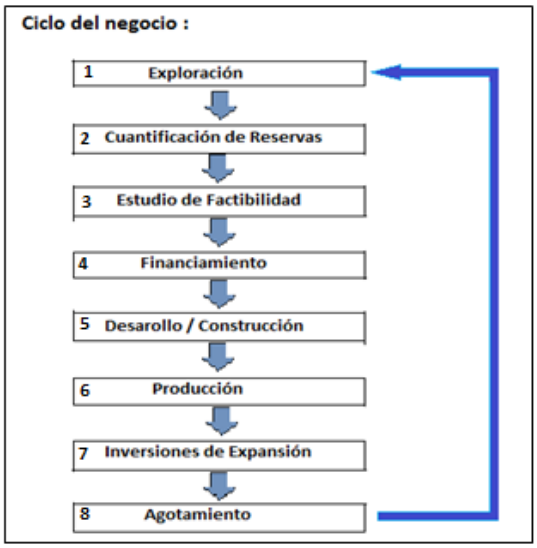
   - Identificar conceptos de evaluación económica en las etapas de inversión y en la etapa de operación del proceso productivo. .

2. **Materiales y recursos**

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

3. Descripción de la Actividad

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 l requerido en la tabla siguiente



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 refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas, explicando además la importancia del entendimiento de los conceptos económicos de inversión (costos de inversión) y de los conceptos económicos de la etapa de producción, involucrados en cada etapa del ciclo del negocio.

Fuentes referenciales

Cuaderno del Instructor. Cadena de Valor del Negocio Minero. CCM. 2015. CEIM.

Manual Introducción a la Metalurgia. Programa Operador Planta Minero Industrial. 2017. CEIM.

Cuaderno del Instructor. Planta de Fundición. MCM. 2016. CEIM.

Cuaderno del Instructor. Operador Base Planta N2. CCM. Versión AGO/2013. CEIM.

Página Web. Codelco Educa. Fundamentos de la Fundición.

MÓDULO:

INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE EQUIPO JUMBO

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE EQUIPO JUMBO

1. Reconocer partes principales, movimientos básicos del equipo y coordinaciones de traslado.

Aprendizaje esperado: Identificar partes principales, movimientos básicos y coordinaciones de traslados.

Conceptos Claves

PARTES PRINCIPALES	MOVIMIENTOS BÁSICOS	FORMAS DE TRASLADO Y COORDINACIONES.
Revisión estructural Revisión de la viga de perforación. Revisión de la barra de perforación.	Movimientos de dirección Movimientos de transmisión. Movimientos de frenado. Revisión de presiones de barrido, perforacíón y empuje..	Aplicar formas de traslado en plano. Traslados en rampa. Técnicas de traslado con escolta.

Introducción

Los equipos de perforación Jumbo, fueron creados para realizar perforaciones en rocas de distinto calibre y de rápida ejecución. Esta labor alivió y reformuló la perforación que en tiempos pasados se realizaba en forma manual, con masas y cinceles.

Esta tarea de perforar con equipos jumbo, hoy se utilizan para desarrollo de túneles horizontales, perforaciones radiales, perforaciones para la instalación de pernos de fortificación, perforación para reducción secundarias, perforación de desquinches y perforaciones especiales, considerando tamaño del equipo y sus características.

Este equipo en especial requiere de personal Instruido, calificado y entrenado en práctica para la correcta utilización y sacar el mejor rendimiento de componentes de perforación y el equipo en general.

1.1. Revisión Estructural.

Antes de toda operación, es deber del operador revisar el equipo cautelosamente para detectar condiciones anómalas, esta revisión se debe realizar con equipo detenido en sector limpio y sin obstáculos. La revisión se desarrolla desde los chequeos de niveles de aceite de motor, aceite hidráulico, aceite de lubricación para la perforadora, agua para el barrio de la perforación, Refrigerante de motor, estos componentes se detallan en los check list del equipo, con el objetivo de tener una formula metódica para la revisión.

Toda la inspección de las estructuras es de vital importancia para detectar condiciones que expongan al operador con estructuras y partes oviles del equipo.

NOMBRE		GRUPO		TURNO	
N° EQUIPO		ÁREA		FECHA	
HOROMETRO MOTOR DIESEL		INICIO		FINAL	
HOROMETRO PERCUSION		INICIO		FINAL	
HOROMETRO COMPRESOR		INICIO		FINAL	

Lista de verificación Superintendencia de Operaciones Mina Subterránea.

INSPECCIÓN DE SISTEMAS CRÍTICOS (se prohíbe el uso del equipo en caso de falla de alguno de estos elementos o dispositivos D.S 132 Art.39 y 374)	Inicio T.		Observaciones	Final T.		Observaciones
	SI	NO		SI	NO	
Luces en general, todas operativas						
Sistema de frenos (pedal y de mano)						
Revisión sello chequeo de gases						
Bocina						
Dirección						
INSPECCIÓN DE ESTRUCTURAL	**Inicio T.**		**Observaciones**	**Final T.**		**Observaciones**
	SI	**NO**		**SI**	**NO**	
Daños mayores estructurales						
Neumáticos (Desgaste o cortes)						
Limpieza y estado de focos						
Limpieza general (lavado de viga)						
Pasamanos						
Comando modulo perforación						
Cabina (techo)						
Mangueras en general						
Pisadera						
Pasamuros						
Cilindros						
Pernos y tuercas de ruedas						
Estabilizadores delanteros y traseros						
Pluma viga						
Perforadora						
INSPECCIÓN FUNCIONAL	**Inicio T.**		**Observaciones**	**Final T.**		**Observaciones**
	SI	**NO**		**SI**	**NO**	
Niveles (motor, transmisión, compresor, diésel, lubricación y refrigerante)						
Sistemas de dirección, juego, ruido						
Comandos de luces del tablero						
Marcadores - indicadores						
Corta corriente						
Freno de servicio y estacionamiento						
Fugas de aceite						
Baterías						
Bocina						
Cilindros (avance, basculación)						
Estabilizadores delanteros y traseros						
INSPECCIÓN OPERACIÓN PERFORADORA	**Inicio T.**		**Observaciones**	**Final T.**		**Observaciones**
	SI	**NO**		**SI**	**NO**	
Rotación						
Percusión						
Avance						
Sistema de barrido(aire y agua)						
Retorno automático						
Pernos de anclaje						
Tirantes de perforadora						
Culatin						
Pistón amortiguador						

Página 1

- Check List tipo para la revisión del equipo Jumbo de perforación.

El objetivo de esta revisión pre operacional, es evitar los tiempos muertos durante la operación y las pérdidas de tiempos por demoras en reparaciones no planificadas, dado que esta condición conlleva a pérdidas productivas en los procesos.

1.2. Revisión de la viga de perforación.

La viga de perforación es de mucha importancia al minuto de revisarla en sus ángulos de correderas, teflones de ajuste y desgaste que soportan la perforadora, las guías de barra de perforación y todos los componentes que mantiene la viga para el correcto funcionamiento equilibrado para tener una perforación horizontal en forma correcta.

- Vista de revisiones que se deben considerar en la viga.

figura 102 **figura 103**

Revisión de la goma tope de la viga Revisión de las correderas de la viga.

figura 104 **figura 105**

Revisión de los soportes y correderas de la perforadora Vista general de la viga.

- Componentes de la viga que se deben revisar y tener conocimiento.

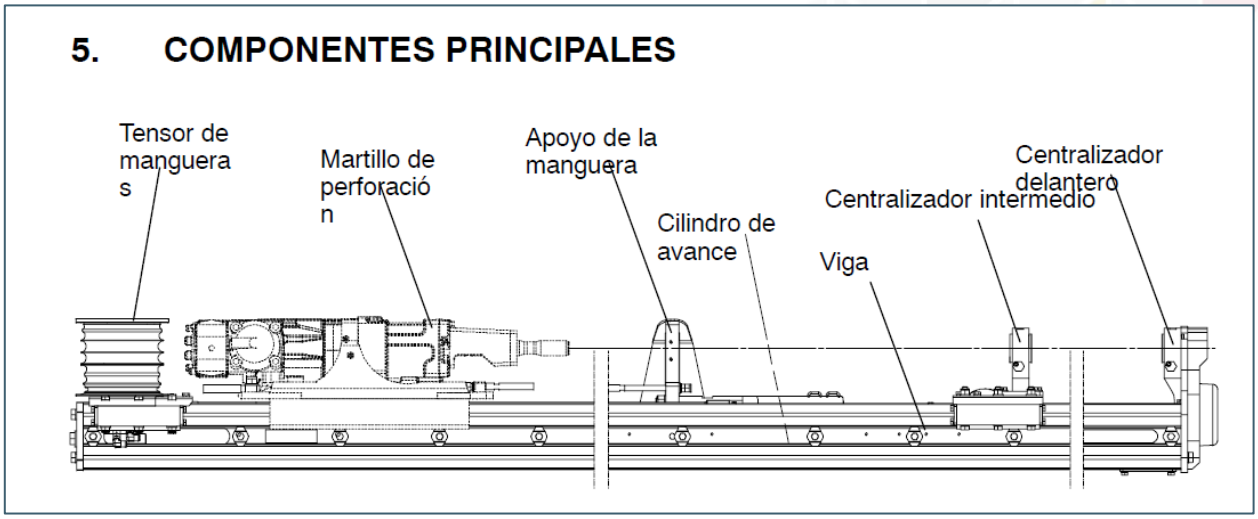
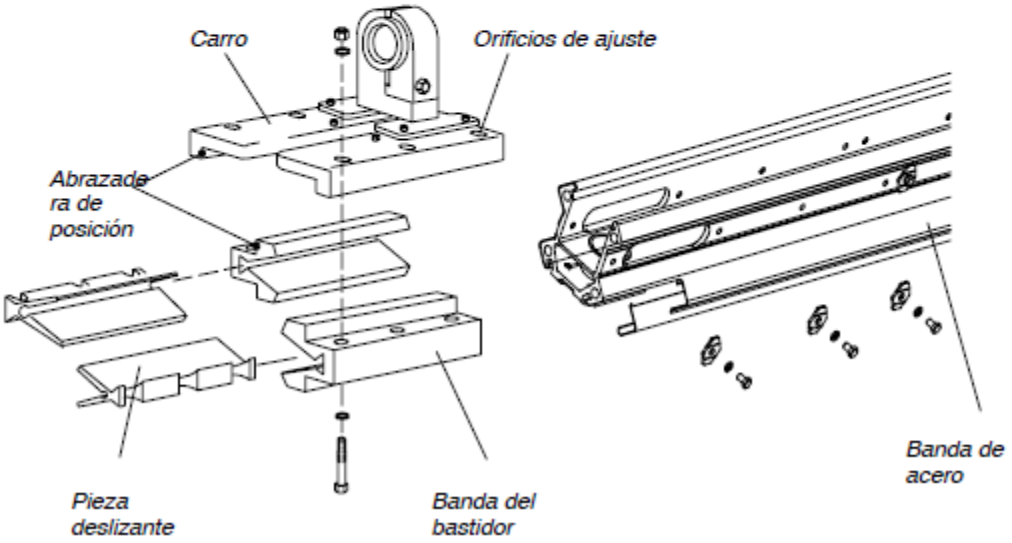


figura 106

7.1. Generalidades

La viga del TF 500 está fabricada en acero con las superficies deslizantes revestidas con bandas de acero inoxidable.

Los transportadores del martillo perforador, el enrollador de la manguera y el centralizador intermedio se desplazan a lo largo de la viga del avance sobre piezas similares. Cada pieza deslizante está ajustada al tansportador con tornillos y tuercas, atravesando la banda del bastidor. Los tornillos fijan la pieza deslizante longitudinalmente. La forma de las piezas deslizantes y sus soportes sirven como bloqueo lateral.



1.3. Revisión de las barras de perforación.

- La revisión de las barras de perforación es fundamental, al minuto de la revisión del equipo se debe verificar el estado de esta en forma visual y luego en movimiento, para detectar que esta no se encuentre doblada o torcida ya que depende de esta condición para la ejecución de una perforación recta y precisa sin desviaciones.

- Se demuestra una sarta de barras de perforación con sus funciones.

figura 107

- El adaptador de culata, pieza fundamental para la instalación de la sarta de barras de perforación.

figura 108

- Se representan medidas de hilos y roscas para las conexiones de barras y sus calibres de perforación, este conocimiento debe saberlo el operador, para así determinar los diámetros de perforación que requerirá para disponer del explosivo que utilizará a posterior de la perforación.

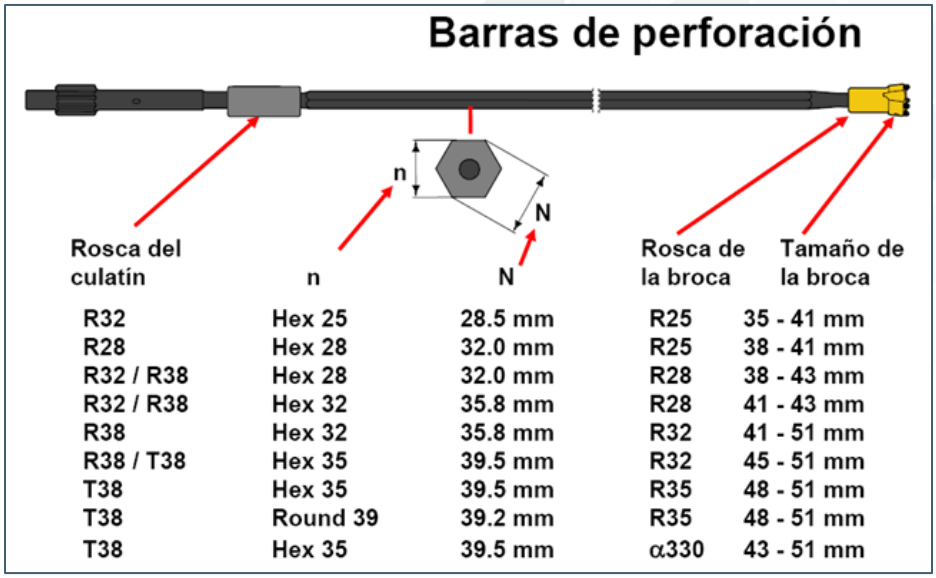


figura 109

1.4. Revisión de Movimientos básicos.

La prueba de movimientos básicos es vital para determinar si el equipo está en estándar de trasladarse o ejecutar la tarea para evitar tiempos muertos por fallas mecánicas del equipo.

Antes de poner el equipo o motor en marcha, se debe alertar de los movimientos que se ejecutarán aplicando código de bocinas correspondientes.

A. Pruebas de dirección: Esta prueba consiste en tener el equipo con motor andando y se ejecutan movimientos direccionales para ambos lados, así el operador evalúa si la dirección responde al requerimiento que solicita en la ejecución el operador.

B. Prueba de Frenos de Servicio: esta prueba se ejecuta aplicando movimiento hacia adelante y atrás, una vez ejecutado el movimiento se aplica freno de servicio el que debe responder al requerimiento del operador si este no responde o su respuesta es tardía (Lo mismo se debe ejecutar con el freno de aparcamiento).

C. Pruebas de transmisión: es generar desplazamiento con el equipo y evaluar su comportamiento en la transmisión.

D. Pruebas de los sistemas hidráulicos: La prueba consiste en generar movimientos de levante y bajada del boom, cilindros de soporte de vigas.

E. probar todos los movimientos que tiene el equipo.

F. Prueba de sistema de luces de traslado y trabajo del equipo: Prueba esencial ya que de esto depende gran parte del buen desarrollo de las tareas de perforación.

G. Prueba de cilindros de apoyo o gatos de elevación: Consiste en apoyar y elevar los gatos de apoyo para la perforación mecanismos vitales para la instalación en el punto de perforación.

1.5. Revisión de sistema de perforación.

El sistema de perforación en avance percusión y rotación, deben ser probados antes de operar con dos objetivos claros, uno de ellos es para determinar las correctas presiones de avance, percusión, y rotación que se mantenga dentro de los parámetros diseñados por el fabricante.

El otro objetivo, es verificar el correcto funcionamiento de los controles o manijas de operación que respondan al requerimiento del operador.

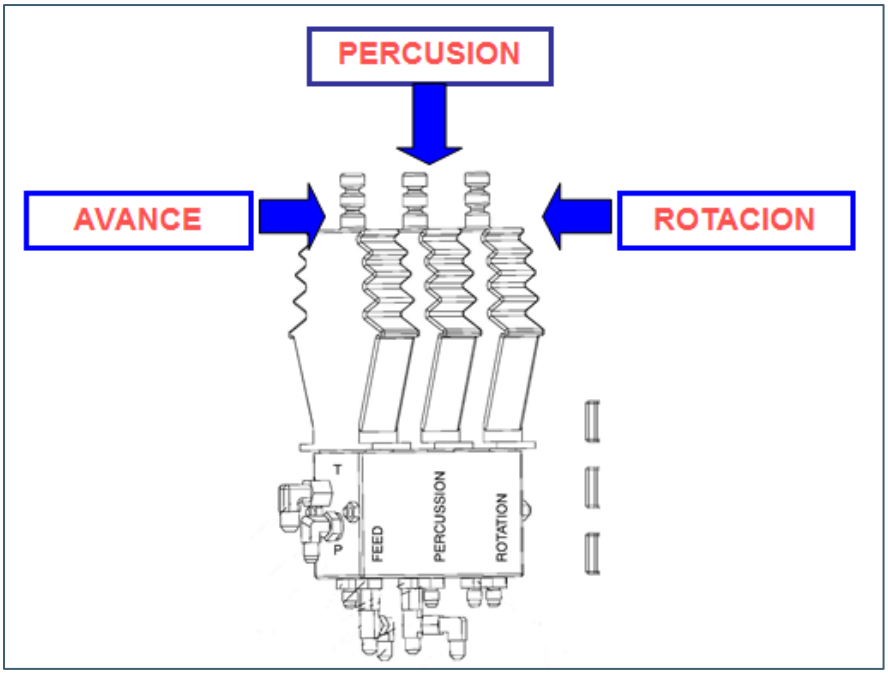


figura 110

Sistemas que deben ser probados para iniciar el proceso de traslado a postura de perforación, en la imagen siguiente se demuestran los mecanismos para el sistema de barrido y perforación.

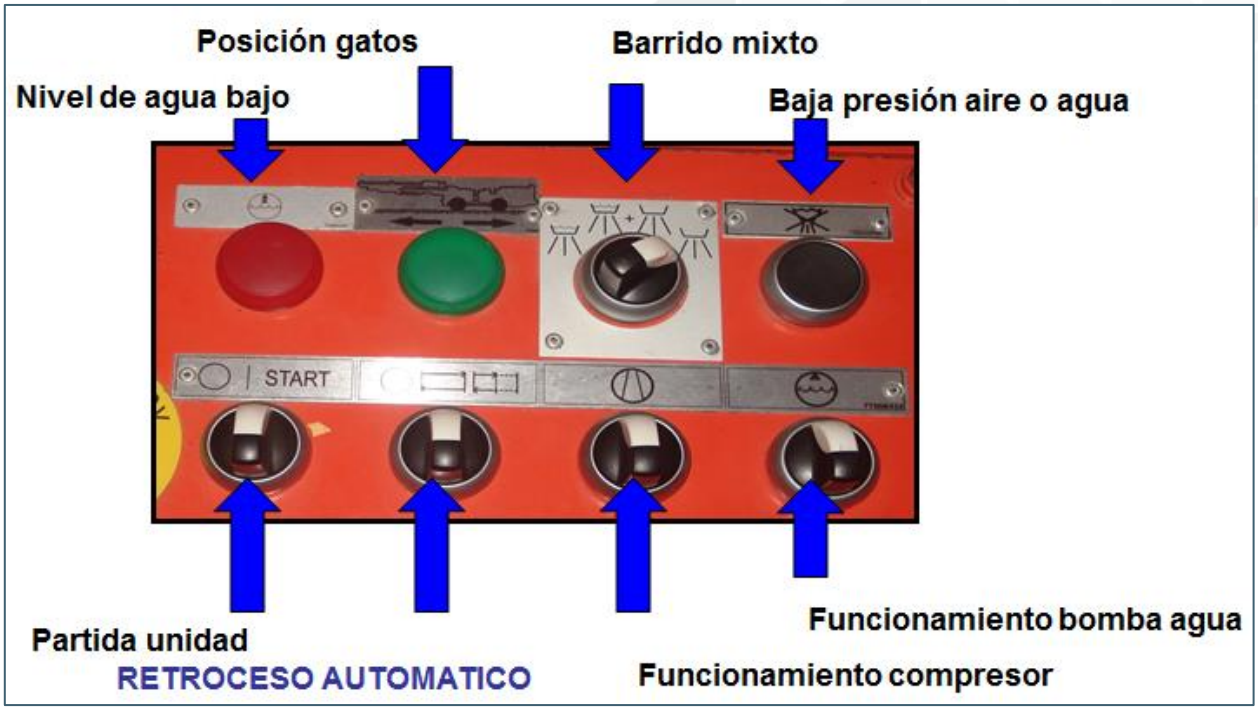


figura 111

1.6. Formas de Traslados del equipo.

Desplazamiento en plano:

Estos equipos por su envergadura y diseño no poseen grandes velocidades de desplazamiento ya que sus componentes y peso estructural del componente de perforación son móviles y tienen la tendencia a desplazar el equipo y la posibilidad de hacer perder el control de la unidad de perforación.

Su desplazamiento en plano es con viga adelante y cuando toque enfrentar rampas con pendientes positivas, el equipo debe permanecer siempre con la viga adelante para tratar que siempre se mantenga el centro de gravedad del equipo estable.

Desplazamientos de Rampa:

Cuando se enfrente a rampas con pendientes negativas (Bajando), el equipo debe mantener la mínima marcha enganchado para soportar el peso y estabilidad del equipo, para así no perder el control del móvil.

Desplazamientos con escolta.

Al trasladarse con escolta, el operador del equipo escolta y el equipo escoltado, deben ponerse de acuerdo en la forma que ejecutaran el traslado definiendo una misma frecuencia radial.

Definen vías de tránsito y reportan las zonas por donde transitarán.

La escolta debe mantener una velocidad estable y permanente sin alejarse de su objetivo para mantener resguardado en todo el trayecto al equipo escoltado.

Por su parte el equipo escoltado debe mantenerse a distancia no mayor a 25 metros de distancia, para evitar que se interpongan agentes extraños entre escolta y escoltado, además para evitar posibles colisiones durante el traslado por ambos equipos.

Repaso Conceptos Claves

PARTES PRINCIPALES	MOVIMIENTOS BÁSICOS	FORMAS DE TRASLADO Y COORDINACIONES.
Revisión estructural Revisión de la viga de perforación. Revisión de la barra de perforación.	Movimientos de dirección Movimientos de transmisión. Movimientos de frenado. Revisión de presiones de barrido, perforacíón y empuje..	Aplicar formas de traslado en plano. Traslados en rampa. Técnicas de traslado con escolta.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Componentes de las revisiones claves y sus funciones, posibles fallas y las coordinaciones para la planificación de los traslados.

- **Estrategia Metodológica**
  El alumno mediante información de los manuales y presentaciones o apuntes seleccionara detalles primordiales de inspección y su importancia. Además, realizara planificación de los traslados.

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

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

1. **Objetivo**

   - Los alumnos deben Identificar y comprender los conceptos fundamentales para las inspecciones del equipo y planificaciones de traslados.

2. **Materiales y recursos**

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

3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los alumnos a través de sus manuales y libros realizaran selección de puntos críticos para las revisiones y las planificaciones de traslado. La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Los alumnos en grupos de a dos personas realizarán una presentación de los componentes críticos del equipo y demostraran puntos clave de planificación de traslados. 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)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a. Reúnen y seleccionan el material con los cuales se trabajará la presentación de los componentes. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Toman, evaluaciones de los conceptos adquiridos en identificación de componentes.

	d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas y observaciones del proceso de revisión. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Termino de la actividad i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	60 minutos.

4. Cierre de la Actividad

El Instructor refuerza conceptos y objetivos claves para el buen desempeño de las revisiones e importancia que tienen éstas antes de operar, además refuerza la planificación para los traslados y puntualidad en ellos.

2. Perforación con Jumbo

Aprendizaje esperado: Identificar posturas correctas del equipo en relación a diagramas de disparo, ángulos, tipo de perforación diámetros y largos para lograr efectividad en la tronadura del avance de la labor.

Conceptos Claves

IDENTIFICAR DIAGRAMAS DE DISPARO Y DEMOSTRAR SU IMPORTANCIA EN LA DISTRIBUCIÓN.	IDENTIFICAR LOS DISTINTOS ACEROS O BIT DE PERFORACIÓN EN SUS FORMAS Y ESTRUCTURAS DIAMETROS Y RENDIMIENTOS	IDENTIFICAR LOS PUNTOS PERFORADOS ACORDE AL LARGO Y DERECCIÓN Y ÁNGULOS PARA LA CORRECTA SALIDA Y GRANULOMETRIA.
Identificar culidades del diagrama de disparo. Identificar ángulos del diagrama. identificar largos de las perforaciones perforación.	Identificar tipos de aceros componentes y durezas. Identificar desgastes y duración de los metales de desgaste. Identificar calidad del ditritus.	Revisión del largo de las perforaciones. Revisión de la frente perforada y quemada con resultados de granulometrías. Revisión de salida total del disparo.

Introducción:

La Tarea de perforar que se ve a simple vista de fácil ejecución, requiere de personal instruido teórico y práctico para que adquiera las destrezas de operación de estos equipos.

Hoy en día si las maquinas se operan bien y el operador tiene un conocimiento acabado en el manejo de dicha maquinaria, se puede lograr alta eficiencia y rendimiento del jumbo en su labor de perforación. El operador requiere conocer y distinguir en los diagramas de disparos, su ángulos, largos y separaciones entre perforaciones, cautelando una distribución para el logro final del resultado de la quemada de buen tamaño de granulometría para no generar colpas ni desprendimientos de las labores del macizo rocoso o socavones que obliguen a tomar otras medidas, además al estructurar bien el diagrama y ejecutarlo dentro de los parámetros correspondientes el macizo rocoso no queda debilitado para producir planchoneos en la labor aumentando el peligro en los operadores que deben ejecutar extracción de marinas o acopio de mineral.

2.1. Identificar Cualidades de un Diagrama de Disparo.

Los diagramas de disparo son diseñados por ingenieros calculistas de planificación y desarrollo minero, estos diagramas vienen diseñados en largos de la perforación, ángulos de perforación, separación entre perforaciones del diagrama y viene secuenciada su ubicación para que cuando se queme o cargue con explosivos la frente esta tenga buen resultado como producto final el avance de la labor en la construcción del túnel de desarrollo.

Una frente de perforación depende de su tamaño la distribución y el diseño del Diagrama de disparo por lo general se diseña el largo acorde al avance que quieran producir sin tener desviaciones en los avances horizontales.

En la imagen siguiente se demuestra una frente con los diseños y sus explicaciones de ubicación y función de cada posición de perforación.

- Nombres que se asignan a las perforaciones según su ubicación.

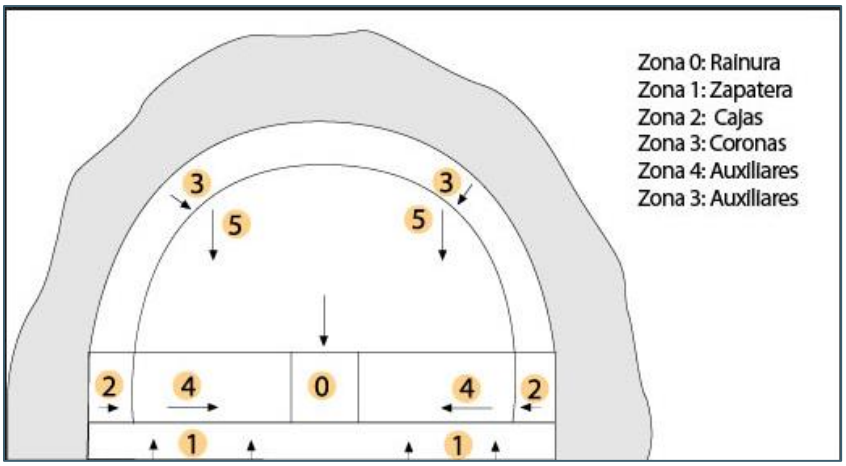


figura 112

- En la imagen siguiente se demuestra un diagrama de dispara con sus ubicaciones y función, cantidad de barrenos.

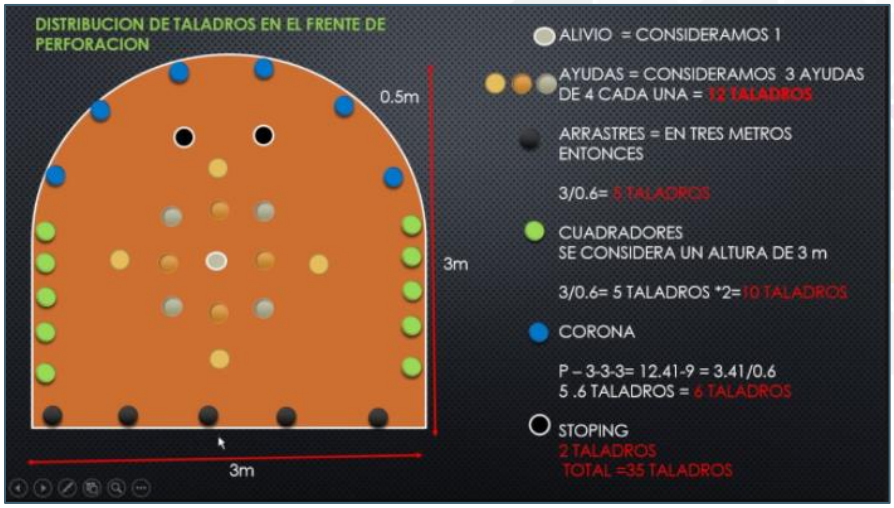


figura 113

- Efectos de salidas secuenciadas por retardos en las conexiones de disparo.

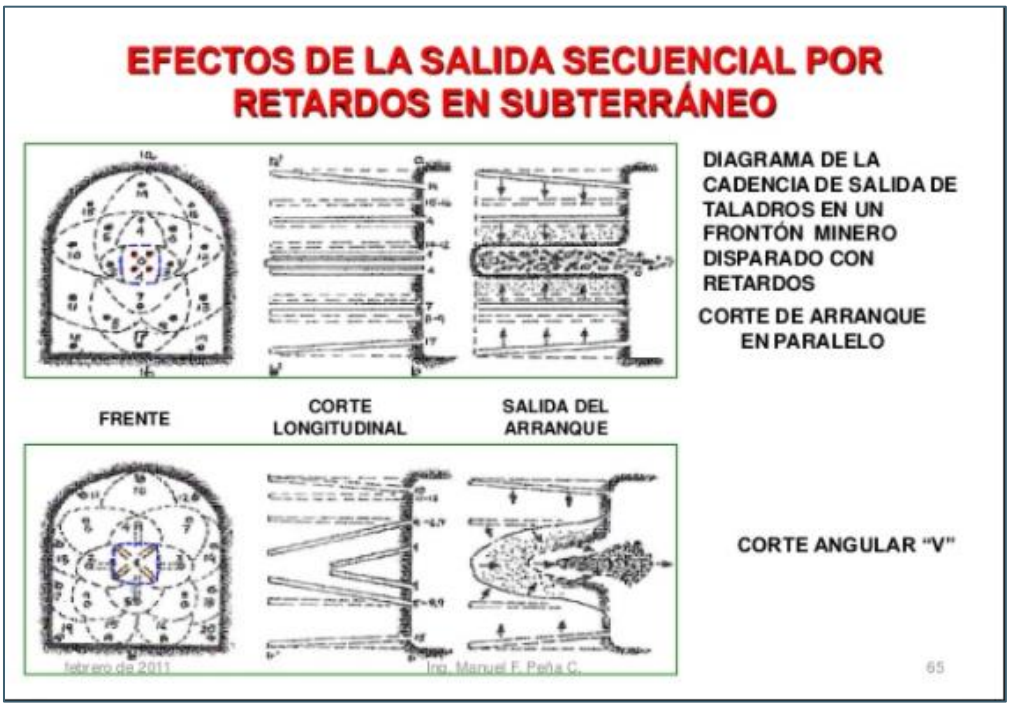


figura 114

- En la imagen siguiente se demuestra un diagrama de perforación con una angulación distinta de los anteriores en sus ranuras para la salida del disparo y generar la cara libre de botada de mineral.

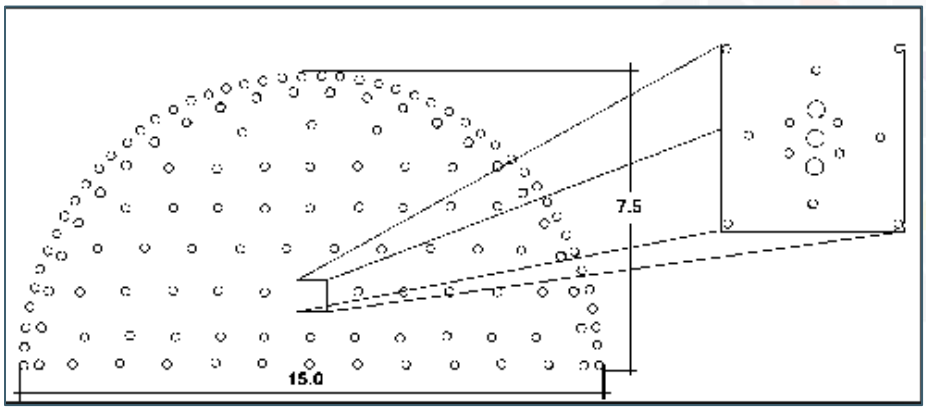


figura 115

En la imagen siguiente se demuestra la instalación de un jumbo de doble brazo y canastillo de carga de explosivos para la frente.

Recuerde que el operador debe instalar el equipo en condiciones con los gatos o cilindros hidráulicos apoyados en el piso y el equipo semi levantado donde los neumáticos no estén apoyados en el piso para así evitar generar vibraciones exageradas al equipo, y perder el control de la perforación o desviación del Angulo de perforación.

figura 116

En la imagen anterior se demuestra un diagrama de perforación para una frente subterránea este tipo de diagrama se denomina frente completo de perforación.

2.2. Identificar ángulos del diagrama. Identificar largos de las perforaciones.

Los largos están definidos por el diseño, calidad de la roca o el macizo rocoso, dependiendo de esta condición y considerando los niveles de avance de la labor es que se designa el largo de la perforación.

De los ángulos requeridos para una perforación horizontal, se requiere siempre de mantener el paralelismo de las perforaciones y su angulación, esto es dirigido por la pericia del perforista, en leves ángulos para el escurrimiento total del agua de la perforación.

Otra consideración es que las perforaciones de coronas generalmente tienen una Angulo de 2% en ascendencia, ya que el equipo en esa condición de perforación por estructura de diseño de equipo, no da la rectitud de la perforación.

Lo mismo ocurre con las perforaciones de las cajas y Zapateras, Estas están con angulaciones por sus posiciones para el escurrimiento del agua y en el caso de las zapateras para el mantenimiento del nivel de piso.

Las perforaciones de Ranuras o caras libres tienen una angulación conocía para lograr el espaciamiento de la cara libre ya que es la primera etapa de salida de la explosión para lograr el desprendimiento del macizo rocoso.

La idea de mantener el paralelismo, es generar una granulometría media uniforme sin generar agrietamientos en las cajas, coronas o zapateras.

Importante el perforista debe ser consciente de su trabajo como profesional y realizar las perforaciones del largo correspondiente ya que por demostrar avances muchas veces dejan las perforaciones cortas generando desviaciones en el proceso siguiente que es la salida de la quemada. Lo mismo pasa con las perforaciones de cajas, Coronas, zapateras si no mantiene una angulación de inclinación y continuidad de la rectitud del túnel se genera desviaciones o ceceroneos del cerro como se les llama normalmente.

2.3. Perforación.

Definición: La perforación es la 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.

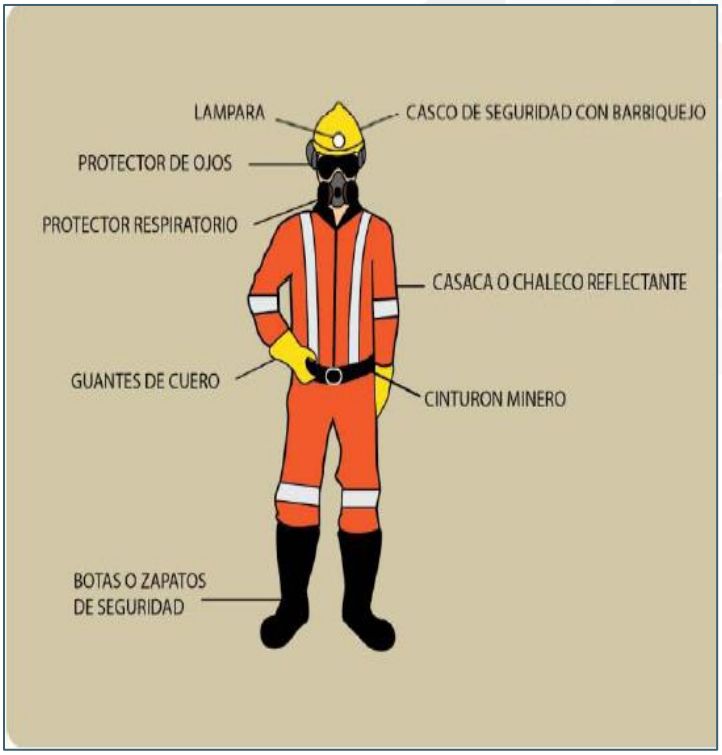
En pequeña minería, el sistema usual de perforación es el de roto percusión que emplea energía neumática y cuyos componentes principales son la perforadora manual, que es la fuente de la energía mecánica, las barras, que es el medio de transmisión de esa energía a partir de la acción de un pistón, el bit, que recibe la energía y es el elemento cortante de la roca, y el fluido de

barrido que efectúa la limpieza y evacuación del “detritus” o “fragmentos de la perforación” producido.

En algunas operaciones de pequeña minería se ha incorporado el uso de pequeños jumbos de perforación (neumáticos o hidráulicos), lo que requiere personal con capacitación especial para operar estos equipos, además de las instalaciones adicionales que requiere su operación.

- **Consideraciones**: En minería subterránea, la perforación se utiliza en los avances de los frentes de explotación, así como en la construcción de chimeneas y piques. Esta operación se realiza en húmedo para mantener la calidad del aire, minimizando el riesgo de enfermedades profesionales. La adición de agua, permite además el barrido del mineral molido, la refrigeración de las barras y el sellado de las paredes del tiro en terrenos fracturados, evitando el atascamiento de las barras.

Para realizar los trabajos de perforación, el personal a cargo deberá estar equipado con la ropa de trabajo, zapatos de seguridad (o botas), cascos, protección auditiva apropiada y antiparras, y verificar que no existan condiciones de trabajo insegura en el área a perforar.


LAMPARA
CASCO DE SEGURIDAD CON BARBIQUEJO
PROTECTOR DE OJOS
PROTECTOR RESPIRATORIO
CASACA O CHALECO REFLECTANTE
GUANTES DE CUERO
CINTURON MINERO
BOTAS O ZAPATOS
DE SEGURIDAD

AUTORESCATADOR
BATERIA LAMPARA
CUERDA DE VIDA

figura 117

2.4. Verificaciones Previas.

Antes de iniciar una operación de perforación, el personal a cargo deberá:

- Revisar la galería en toda su longitud, lavar con agua la frente del disparo anterior para detectar restos de explosivos, procediendo a eliminarlos, y acuñar los sectores que sean necesarios.

- Revisar el equipo de perforación, el nivel de aceite en el pato lubricador, y la cantidad suficiente de agua disponible para la operación. También deberá verificar que tiene todas las herramientas y accesorios necesarios como barrenos, acuñadores y llave extractora de barrenos.

- Soplar las mangueras de aire antes de acoplar a la máquina para evitar que ingresen piedrecillas al interior de la perforadora, y revisar cañerías, uniones, collarines, arranques, coplas (chicago) y mangueras para evitar posibles fugas de aire. Deberá procederse de manera similar respecto de la red de agua.

- Verificar la dirección e inclinación de la labor, la distribución de los tiros en la frente, y ubicar la pata neumática de la perforadora con la inclinación adecuada para lograr el empuje necesario, de tal forma que el trabajador realice el menor esfuerzo posible.

figura 118

Verificación de la Gradiente.

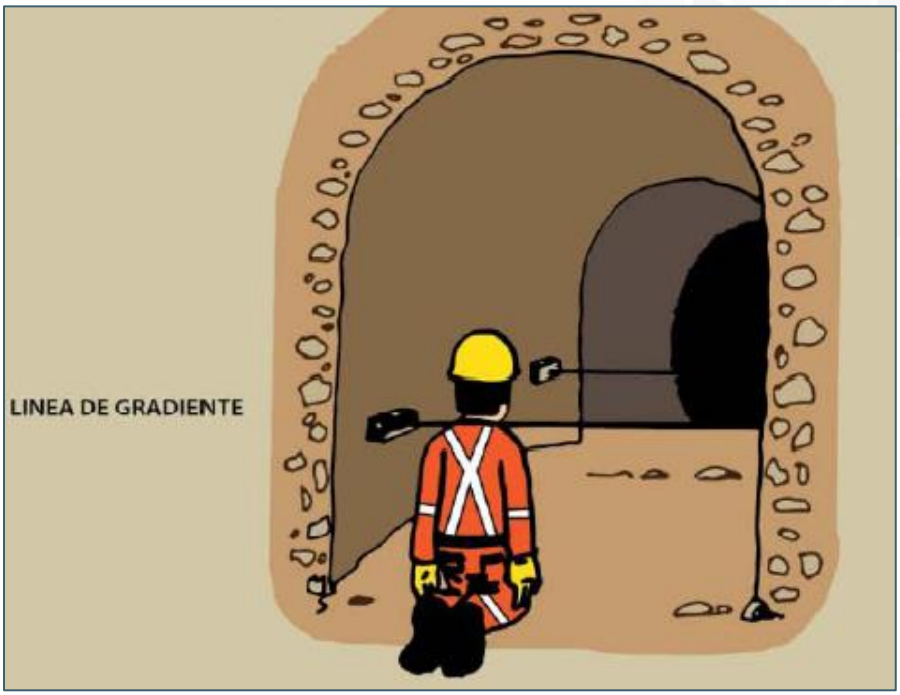


figura 119

2.5. Consideraciones en el proceso de perforación.

No se deberá realizar trabajos de perforación:

- Donde se esté cargando explosivos.
- Cuando la frente se encuentre cargada con explosivos.
- Si en la frente se encuentra un tiro quedado.

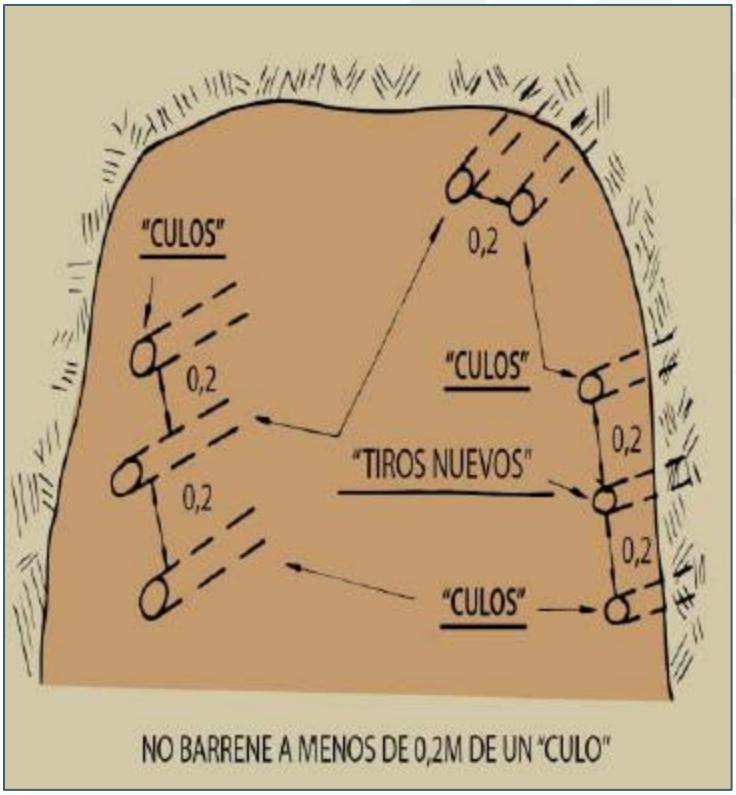


figura 120

- Los tiros, deberán perforarse a más de 20 centímetros de restos de tiros (culos).
- Al realizar la perforación de los tiros se debe ocupar toda la serie correspondiente de barras, partiendo siempre con la patera, para mantener la seguridad de la operación.
- Todo tiro deberá ser de diámetro apropiado, de modo que los cartuchos de explosivos puedan ser insertos hasta el fondo del mismo, sin ser forzados, para no dañar el cebo.
- Al realizar la operación de barrido de los tiros, el perforista y su ayudante, deberán tomar las precauciones de seguridad, ubicándose a un costado del tiro que se está perforando.
- Al terminar de perforar un tiro, la máquina debe ponerse en el mínimo de rotación, si la barra se atasca, se debe detener la máquina para desacoplarla y retirarla con el extractor.

figura 121

2.6. Perforación con equipo Jumbo.

Antes de iniciar la operación, el operador del equipo deberá realizar al menos la siguiente inspección:

- Revisar luces, frenos, neumáticos, niveles de combustible, aceite del motor diésel, aceite hidráulico (bombas y compresor), refrigerante del motor diésel, aceite de lubricación y aceite de transmisión.
- Revisar el estado del compresor, plumas, mangueras y perforadoras.
- Revisar el estado del sistema eléctrico del equipo y su conexión a la red.
- Chequear los elementos de apoyo con los que se debe contar: acuñador, pedestales, pala punta de huevo, manguera de goma de alta presión, bolsas para tapar las zapateras, bit escariador, loro "Equipo Trabajando", bitácora, cuchara.

Para la perforación con el jumbo se debe tener presente:

- Perforar manteniendo la viga a la frente con extensión del brazo presionando tope de goma en la frente.
- Comenzar la perforación en los tiros de zapatera siguiendo una secuencia hacia los tiros superiores.
- No perforar en restos de perforación (culos).
- No acuñar con el equipo.
- No ingresar a la frente mientras se esté realizando la operación de perforación.

figura 122

2.7. Identificar tipos de aceros componentes y durezas.

- Bit de perforación y sarta de barrenos o barras de perforación.

figura 123

- Componentes de una sarta de barras de perforación broca Bit Dientes de Carburo Tungsteno como diente de corte.

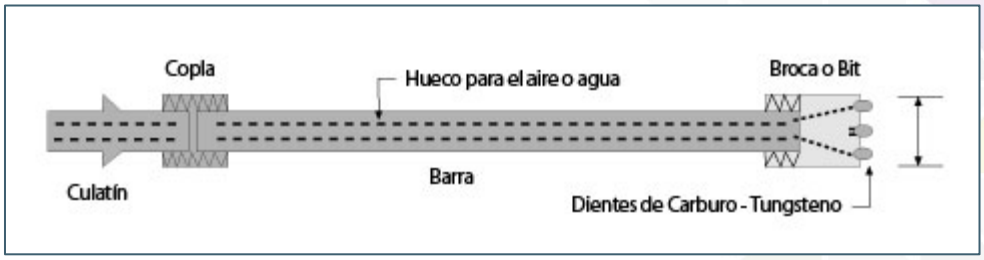


figura 124

figura 125

Componentes del Bit con sus puntas de desbaste de Carburo Tungsteno. De ultra dureza.

- Dependiendo del tipo de perforación y la inclinación sea esta en tiros Radiales ascendentes, tiros descendentes, tiros horizontales, tiros con escariadores o espaciadores, tiros con inclinación vertical descendente.

- Bit para la ejecución de tiros horizontales. En vista lateral.

figura 126

- Vista superior del bit de perforación el objetivo de cada una de las puntas de desbaste de Carburo Tungsteno tiene el objetivo de generar el corte de la roca, esta acción va a depender de la percusión y empuje que tenga la perforadora, mientras más percusión tenga y una presión de empuje adecuada, se obtiene un detritus de calidad fina y licuada. No obstaculizando la perforación y evitando de quedar pegado por sacar un detritus muy grueso incapaz de ser barrido por la fuerza del agua y aire.

- En la imagen siguiente se demuestra una vista superior del Bit demostrando las puntas de desbaste y los orificios de impulsión de agua aire del sistema de barrido del tiro perforado.

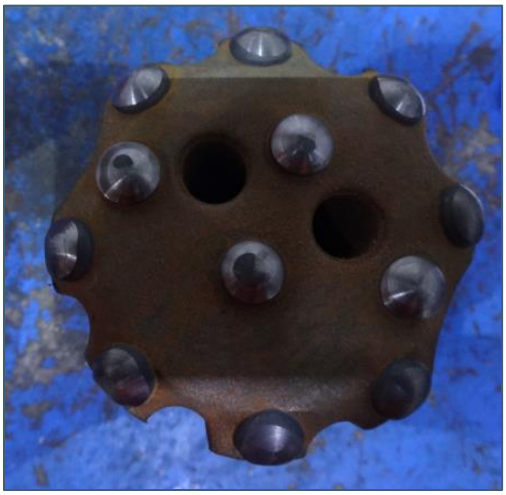


figura 127

Bit de Perforación radial ascendente.

- En la siguiente imagen se demuestra la forma y distribución de las puntas de desbaste y la forma cónica de la cabeza del bit con el objetivo de optimizar el barrido en esta posición de perforación.

figura 128

- Vista superior del Bit de perforación para tiros radiales ascendentes en esta imagen se aprecia las distribuciones de las puntas de desbaste y tiene tres orificios de barrido agua aire para lograr tener mejor barrido de Detritus.

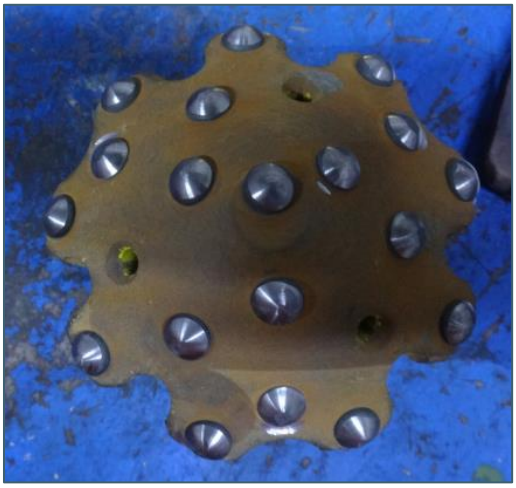


figura 129

Bit de perforación con taladro guía y espaciador en la imagen siguiente se demuestra un bit con la broca guía y espaciador normalmente utilizado en perforaciones radiales ascendentes en rocas muy duras, esta forma ayuda a generar la penetración en un diámetro menor y con la parte del espaciador un diámetro final de la perforación.

figura 130

Vista superior del barreno guía y el bit espaciador para el diámetro final de la perforación del tiro.

figura 131

2.8. Identificar desgastes y duración de los metales de perforación

Los metales de perforación se deben utilizar acorde a los metros de perforación estipulados por el fabricante, estos pueden fluctuar dependiendo de la utilización del equipo en metros de perforación que van desde los 30 metros a 60 metros, en donde el bit debe ser cambiado por otro nuevo o afilado para tener una perforación de mejor calidad y efectividad de la máquina, de lo contrario al no generar este cambio se pierde precisión de la perforación y el detritus es de una calidad gruesa que impide un buen barrido y un poco penetración del bit en la roca o macizo rocos arriesgando quedar atrapado o pegado con el componente de desgaste y barras.

- Cada vez que se ejecute afilado del Bit es para que las puntas de desbaste tengan una conicidad para generar la penetración en la roca, esta conicidad pasada los 30 metros se pierde por lo que es necesario cambiar el bit.

- Por cada afilada de Bit se le puede sacar rendimientos en horas de operación a una cabeza de Bit o acero de perforación del orden de 400 metros, en donde ya las puntas están gastadas y no se pueden ya afilar más. Quedando este bit en disposición del afilador o broquero para ser dado de baja, o dejarlo fuera de servicio.

2.9. Identificar calidad del detritus.

En la calidad del detritus se aprecia la cantidad de empuje, rotación y barrido para controlar por parte del operador, estos parámetros que se indican en los manómetros de perforación que tiene el equipo y que el fabricante recomienda para la ejecución de la perforación

El detritus que sale producto de la perforación, es un referente para el operador, si este, es licuado y fluido corriente constante, el detritus está indicando que las presiones de empuje, velocidad de rotación y presión de barrido son correctas.

Cuando las presiones de empuje y la velocidad de rotación son lenta, el detritus que se genera es atillado o perticulado más grueso y polvoriento, esto indica que las presiones de empuje, velocidad de rotación y presión de barrido, es insuficiente, lo que puede producir atascamiento de la sarta de barras de perforación.

Cuando se tienen alta velocidad de rotación, poco empuje, y alta presión de barrido, el detritus es seco polvoriento y astillado fino lajado.

2.10. Revisión del largo de las perforaciones.

La revisión de las perforaciones, es de vital importancia para detectar tiros cortos en su longitud. Esto conlleva a que cuando se cargue con explosivos la frente queden puntas o callos en la labor.

Esta condición de revisión de tiros se descubre que pueden haber quedado tiros cortados por desmoronamiento del tiro de perforación o tiro cortado.

La complicación de este tiro es que cuando se cargue con explosivos, no se podrá cargar completamente en su longitud, y el resultado es quedar rocas o callos de gran magnitud en la frente, o en su defecto dejar pilares y para la continuidad de los avances de perforación producen atrasos en la siguiente etapa de perforación de la labor o avance del túnel horizontal.

2.11. Cargo de Explosivo y Preparación de Tronadura.

La tronadura involucra el uso de explosivos, por lo que las personas encargada de manipular estos productos deberán necesariamente contar con licencia vigente como manipulador de explosivo, otorgada por la autoridad fiscalizadora.

Actividades previas: Antes de realizar una tronadura, el personal a cargo deberá:

- Aislar convenientemente el área a tronar, desde el momento en que se inicien los preparativos de carguío, colocando las señalizaciones de advertencia que corresponda y suspendiendo toda actividad ajena en el sector comprometido.
- Sólo permitir en el área aislada al personal autorizado e involucrado en la manipulación del explosivo.

Carguío de los Tiros.

- Se debe definir y señalizar el área de acceso restringido al lugar donde se cargará el disparo.
- Antes de efectuar el carguío, los barrenos deberán ser soplados con aire comprimido para limpiarlos.

Bajo ninguna circunstancia se deberá soplar y cargar en la misma frente simultáneamente.

- En el área de carguío no se podrán efectuar trabajos diferentes a dicha operación.
- La distancia donde debe estar el explosivo que se está cargando en la frente, no debe ser inferior a 8 metros del tiro más cercano.

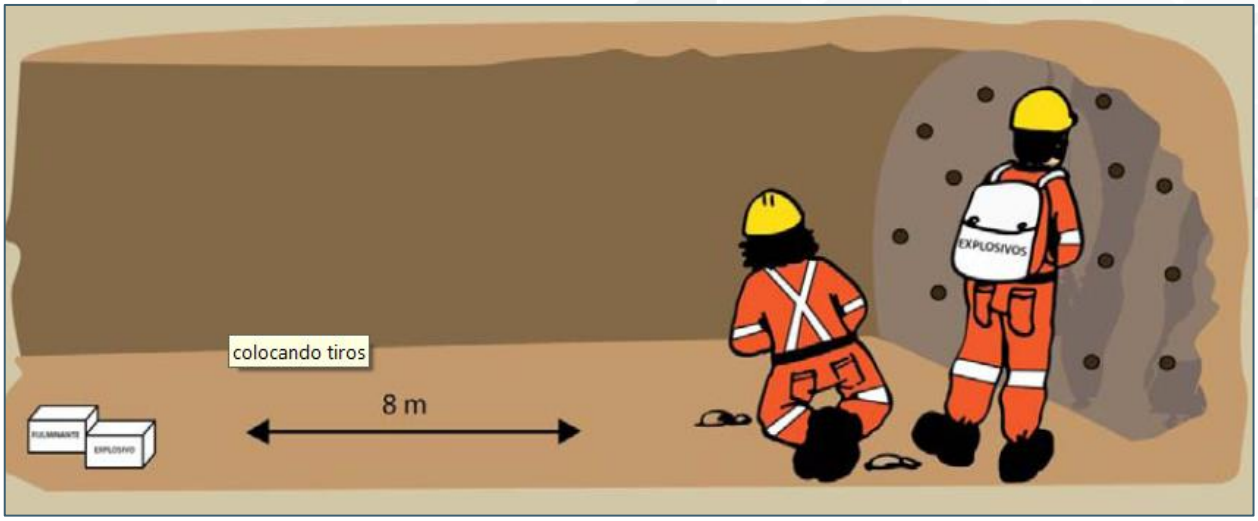


figura 132

Preparación del Cebo o Prima.

Mecha de seguridad o guía a fuego

Tiene por objeto transmitir el fuego que le hemos aplicado con el encendedor o fósforo, hasta el fulminante, a fin de producir la explosión de este.

La guía consiste en un cordón continuo en cuyo centro se ubica la pólvora, protegido por varias capas de diferentes materiales, como papel impermeabilizante, hilo de algodón, brea o material plástico.

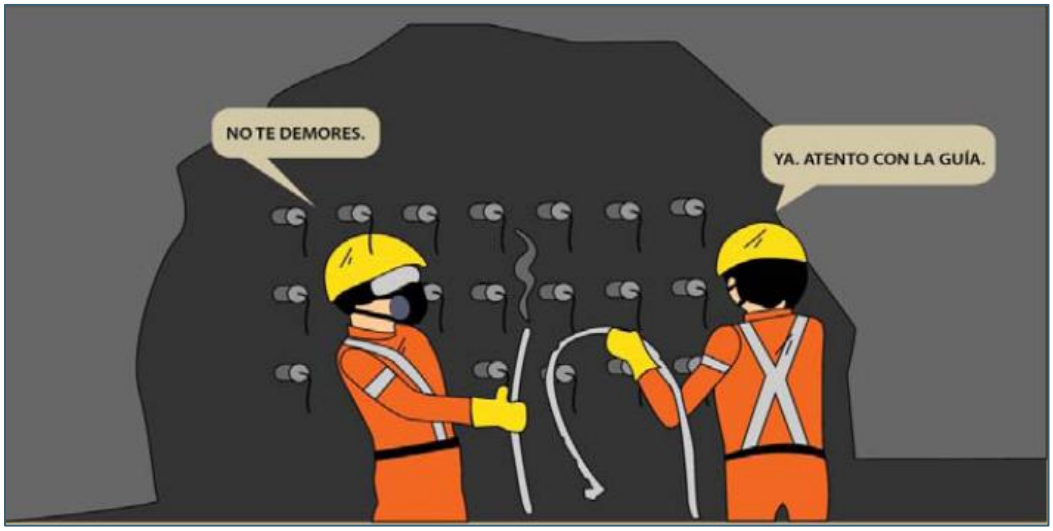


figura 133

- Los cebos para la tronadura deberán prepararse inmediatamente antes de ser usados, en cantidad no mayor a los necesarios para la tronadura que se realizará. Esta preparación debe hacerse solo cercano al área a tronar y el lugar elegido debe estar libre de caídas de rocas y otros riesgos.

- En caso de usar cartucho de dinamita como cebo, insertar los fulminantes dentro de un orificio practicado en el cartucho con un punzón de madera, cobre, bronce o alguna aleación metálica que no produzca chispas.

figura 134

- Al utilizar un nuevo rollo de guía, se debe definir si la guía es rápida o lenta. Debiendo confirmar la velocidad de propagación de quemado de la guía, cortando 1 [m] de la misma y midiendo el tiempo que demora en consumirse.

- Cortar las guías en una longitud equivalente al largo de los tiros más 0,75 [m] como mínimo, cerciorándose que el extremo esté seco y el corte debe ser perpendicular a su eje.

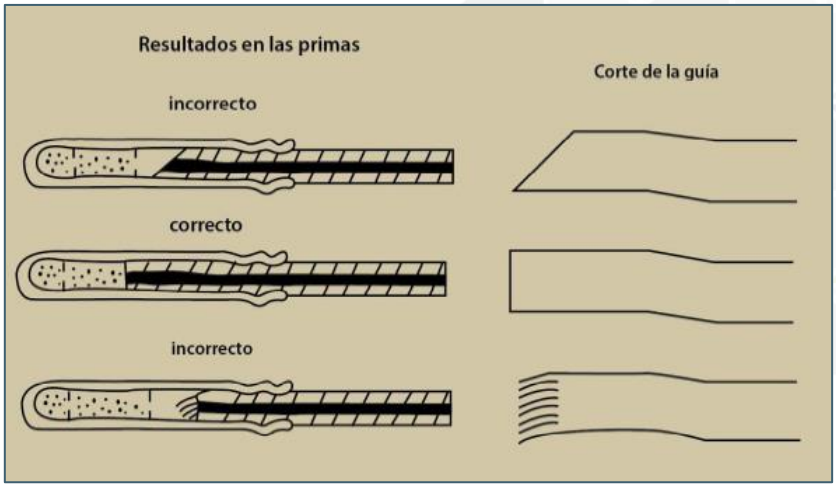


figura 135

- La guía se inserta hasta tocar suavemente la carga del fulminante y una vez colocada evitar torcerla.
- Para fijar la guía con el fulminante, se debe utilizar un alicate especial. Cerciorarse que el fulminante quede bien fijo a la mecha para evitar que se desprenda o se humedezca.

2.12. Iniciador Con Nonel.

- Es un iniciador no eléctrico, formado por un fulminante conectado a un tubo capaz de conducir una onda explosiva.
- El uso de noneles requiere incluir un explosivo secundario de alta velocidad (por ejemplo, la dinamita).
- Para iniciar los noneles se deben unir todos con una línea de cordón detonante que se conecta a su vez con un fulminante a fuego.
- Al manipular los noneles no deben ser golpeados de manera de evitar su iniciación prematura o la pérdida del accesorio.

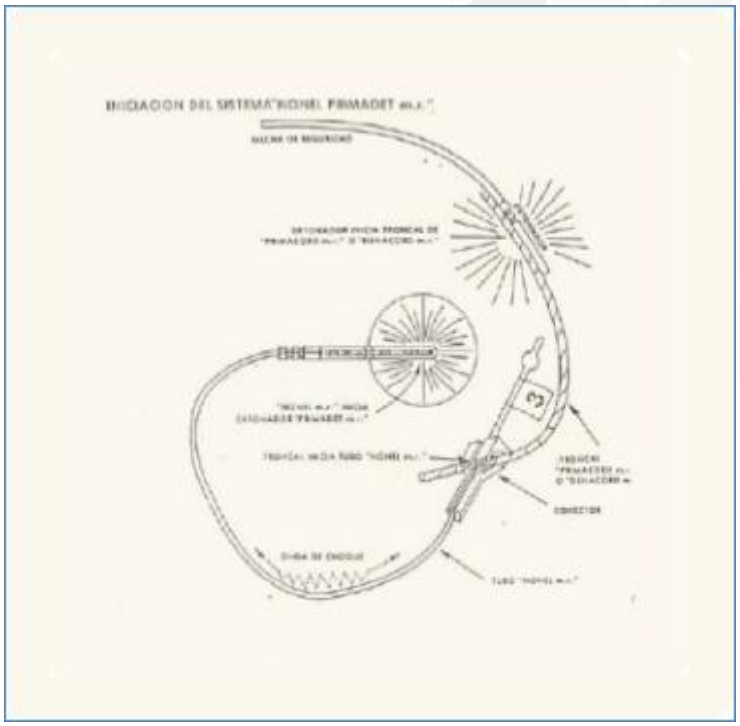


figura 136

2.13. Taqueado de los Tiros.

- Se prohíbe estrictamente taquear los cebos de tronadura, los que deberán ser depositados suavemente en la perforación.
- Para esta operación se utilizará arena, tierra, barro u otro mineral incombustible apropiado.
- Para efectuar el taqueado de los tiros se debe usar elementos no metálicos como ser un colihue.
- No deberá introducirse piedras u otros objetos junto con el material de retacado.

2.14. Encendido de los Tiros y/o Tronadura de la frente.

- Antes de efectuar el encendido de los tiros se debe tomar las siguientes consideraciones:
- Los explosivos excedentes deben encontrarse fuera del área y en un lugar seguro, y todas las personas y vehículos deben estar a una distancia segura.
- Proteger todas las vías de acceso a la zona amagada con loros vivos (personas), perfectamente instruidos por el Responsable de la Faena u operador a cargo. En casos debidamente justificados, se podrán utilizar loros físicos como “tapados”, barreras o letreros prohibitivos.

- No se procederá a disparar sin una señal de autorización del Encargado de la Faena o de quien lo reemplace.
- Antes de quemar se deberá verificar que la salida este expedita y/o la existencia de un lugar seguro de resguardo.
- El detonador o detonadores requeridos para el encendido del disparo no deberán ser unidos al cordón hasta que todas las personas, excepto el disparador y ayudante, se hayan alejado a una distancia segura.

Al realizar el encendido:

- Se debe emplear como mínimo dos personas, cualquiera sea la cantidad de tiros.
- Las tronaduras deben ser avisadas por medios específicos, que alerten a los trabajadores tanto la iniciación de los tiros como la cesación del peligro.

figura 137

2.15. Posterior a la tronadura.

- Los loros físicos y/o humanos serán retirados por la misma persona que los colocó.
- El ingreso del personal a las frentes o rajos no deberá ser antes de 30 minutos después de la tronada.
- El responsable de la tronadura debe revisar la frente tronada para verificar la presencia de tiros quedados.

2.16. Eliminación de Tiros Quedados.

- El Responsable de la Faena o persona a cargo de la tronadura que detecte un tiro quedado, procederá a detener toda actividad en el lugar, dar aviso a los otros trabajadores y a resguardar el área.

- El tiro quedado debe ser eliminado en el turno que se detecte. Si por alguna razón no es posible hacerlo, la persona encargada de la tronadura debe permanecer en el lugar, para informar personalmente al otro turno.

- En los tiros quedados, cargados con mezclas explosivas a base de nitratos (Anfo, Sanfo), se sacará el taco y a continuación se anegará con agua, se colocará un cebo y se tronará. Cuando se trate de tiros quedados cargados con explosivos que no sean en base a nitratos, se debe sacar el taco, dejar el explosivo a la vista, colocar un cebo y luego tronar.

- El cartucho del cebo para iniciar un tiro quedado debe ser de igual o de mayor potencia que el utilizado en el cebo original.

- Los restos de explosivos que se encuentran en la marina después de una tronadura, se deberán recoger y proceder a su eliminación (quemándolo).

figura 138

2.17. Revisión de la frente perforada y quemada con resultados de granulometrías.

figura 139

Resultado de Tronadura de avance horizontal. Se aprecia que la quemada salió en buena calidad dejando las marcas precisas para la continuidad del desarrollo horizontal.

figura 140

Quemada de una frente secuenciada electrónicamente. Su inicio por secuencias, se inicia desde el centro de las ranuras, para luego quemar el primer cuadrante, luego el segundo cuadrante, y el tercer cuadrante generando caras libres para la continuidad de la salida de los tiros siguiendo por los auxiliares, cajas, corona y la última que sale para invertir la saca son las zapateras.

2.18. Revisión de salida total del disparo.

figura 141

Una vez salida la tronadura o voladura se debe inspeccionar el resultado de ella en donde se inicia la tarea con generar un regadío de la marina resultante, para disipar gases, polvo, y verificar si existen tiros quedados en la frente o tiros que salieron sin detonar entremedio de la marina.

Esta tarea se debe ejecutar con mucha precaución por las posibilidades que queden tiros entremedios de la marina que pueda producir una detonación espontánea.

Repaso Conceptos Claves

IDENTIFICAR DIAGRAMAS DE DISPARO Y DEMOSTRAR SU IMPORTANCIA EN LA DISTRIBUCIÓN.	IDENTIFICAR LOS DISTINTOS ACEROS O BIT DE PERFORACIÓN EN SUS FORMAS Y ESTRUCTURAS DIAMETROS Y RENDIMIENTOS	IDENTIFICAR LOS PUNTOS PERFORADOS ACORDE AL LARGO Y DERECCIÓN Y ÁNGULOS PARA LA CORRECTA SALIDA Y GRANULOMETRIA.
Identificar culidades del diagrama de disparo. Identificar ángulos del diagrama. identificar largos de las perforaciones perforación.	Identificar tipos de aceros componentes y durezas. Identificar desgastes y duración de los metales de desgaste. Identificar calidad del ditritus.	Revisión del largo de las perforaciones. Revisión de la frente perforada y quemada con resultados de granulometrías. Revisión de salida total del disparo.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Los alumnos reunirán información de tipos de perforaciones, aceros y sus características y resultado de las quemadas.

- **Estrategia Metodológica**
  Los alumnos a través de sus manuales y apuntes realizaran una selección de tipos de perforación y aceros para la correcta ejecución de perforación.

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

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Simuladores de perforación, Videos, fichas técnicas. Del proveedor. de	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

   - Identificar y comprender la correcta utilización de perforación y los aceros para los distintos tipos de perforaciones según corresponda.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante
   - PC y proyector
   - Acceso a Internet.
   - Fichas técnicas
   - Simuladores.
   - Videos.

3. **Descripción de la Actividad:**

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes en grupos de dos personas trabajarán lo solicitado por el instructor generando una presentación. La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: identificación de tipos de perforación y aceros a utilizar según corresponda. 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)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a. Reúnen información de tipos de perforación con equipos jumbo. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Usan de referencia los manuales y libros del alumno para lograr la descripción. d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los compañeros de otros grupos.

	f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Termino de la actividad i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	45 minutos.

4. **Cierre de la Actividad:** Se genera un cierre de brechas detectadas en los detalles de las informaciones entregadas o entendidas por los alumnos.

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

3. Identificación de componentes de extinción y entrega del equipo al término del turno.

Aprendizaje esperado: Identificar ubicación y capacidad de los sistemas de extinción y entrega del equipo a final de turno.

Conceptos Claves

COMPONENTES DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN	CERTIFICACIONES DE SISTEMAS DE EXTINCIÓN.	ENTREGA DE EQUIPO AL FINAL DE TURNO.
Partes del sistema de extinción Ubicación de las boquillas aspersoras. Cantidad de polvo químico seco y su composición.	Chequeos y acreditación de calidad.	Check List del equipo Información de final de turno.

Introducción:

En toda mina subterránea, es obligación que los equipos porten sistemas centralizados contra incendio, acorde a las cargas de fuego que este equipo posea.

Las cargas de fuego son calculadas por la cantidad de componentes que son inflamables en el equipo como los aceites, lubricantes, combustibles, espumas de asientos, neumáticos y cables eléctricos. Todos estos componentes son multiplicados por un factor numérico de base en kilocalorías.

Por esta razón los dispositivos de extinción tienen una capacidad mínima de almacenaje de entre 30 y 40 kilos de polvo químico seco

Esta suma de PQS, significa que un kilo de PQS es la equivalencia de 10 litro de agua.

Entonces, tenemos que el equipo tiene una capacidad de extinción de 300 litro de agua, al minuto que se actúa el sistema, además por seguridad y protección a la persona, se debe proporcionar un extintor manual de capacidad de 10 Kilos de PQS. Adicionales.

3.1. Partes del sistema de extinción.

figura 142

Acumuladores de Polvo Químico Seco (PQS) acorde a las cargas de fuego por lo general son tres depósitos con Polvo Químico Seco. De 10 kilos cada una.

La capsula de aire comprimido de alta presión. Es de capacidad de 3.200 Psi para activar los tres depósitos de PQS.

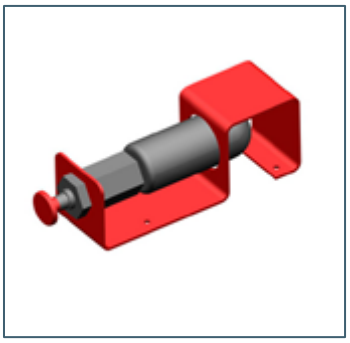


figura 143

Percutor de aire comprimido con una presión de 70 a 80 Psi este dispositivo se instala en sectores claves del equipo que no queden expuestos a inflamaciones así el operador o alguien que advierta la condición de fuego en el equipo lo pueda activar

Las posiciones que generalmente se instalan estos dispositivos son:

- Un percutor en la cabina de mandos del operador.
- Un percutor en la zona cercana al master switch (Corta Corrientes del equipo)
- Un percutor en la parte trasera del equipo o cola.

figura 144

Extintor manual de 10 kilos con capsula de aire comprimido, esta capsula tiene presiones de 70 a 80m Psi Para activar el PQS y lograr generar la extinción del incendio.

3.2. Ubicación de las boquillas aspersoras.

figura 145

- Distribución de boquillas para sistemas centralizados contra incendio de equipos. Acorde a las condiciones y estudio de temperaturas y posibles inflamaciones.
- Por lo general, se ubican en zonas para proteger el:

A.- motor de arranque del equipo.

B.- Alternador y sus correas.

C.- Baterías.

D.- Caracola de escape del Turbo.

E.- Zona de transmisión.

F.- Zona de filtros de aceites lubricantes.

G.- Estanque de combustible.

H.- Estanque de aceite Hidráulico.

3.3. Cantidad de Polvo Químico Seco y su composición.

A.- La cantidad de polvo químico: va a estar designada por la carga de fuego que tenga el equipo y este PQS, debe reunir características sofocantes de fuegos en inicio o con llamas para evitar todo

posible propagación del siniestro, que para una mina subterránea es letal un incendio de un equipo.

B.- El polvo seco es: una mezcla de polvos que se emplea como agente extintor; se aplica por medio de extintores portátiles, mangueras manuales o sistemas fijos. Los primeros agentes de este tipo que se desarrollaron fueron a base de bórax y de bicarbonato sódico. El bicarbonato sódico llegó a ser el más empleado por su mayor eficacia como agente extintor. En 1960 se modificó el polvo seco a base de bicarbonato sódico, para hacerlo compatible con las espumas proteínicas de baja expansión y permitir su empleo en los ataques de dobles agentes. Entonces, aparecieron los polvos polivalentes (a base de fosfato monoamónico y "Purple - K" (a base de bicarbonato potásico) para su uso como agente extintor. Poco después apareció el Super-K (a base de cloruro potásico), con igual eficacia que el Purple-K. A finales de los 60 los británicos crearon un polvo seco a base de bicarbonato de urea-potasio. Actualmente, hay cinco variedades básicas de agentes extintores de polvo seco.

C.- TOXICIDAD: Los ingredientes que se emplean actualmente en los polvos secos no son tóxicos. Sin embargo, su descarga puede causar algunas dificultades temporales de la respiración durante e inmediatamente después de la descarga y puede interferir gravemente con la visibilidad.

Nunca debe aplicarse polvo químico seco a una quemadura o sofocar a una persona que se encuentre afectada por el fuego, ya que estos extintores están compuestos básicamente por bicarbonato (sodio – potasio). Una parte de ellos el C03 ion carbonato es una molécula que, en medio acuoso, hidroliza hasta formar ácido carbónico. Este es un ácido débil, pero al contacto con una piel dañada por efecto de quemaduras adiciona una quemadura química.

D.- PROPIEDADES FISICAS DE LOS PRODUCTOS QUIMICOS SECOS

Los principales productos químicos que se emplean en la producción de polvos secos actualmente disponibles son: bicarbonato sódico, bicarbonato potásico, cloruro potásico, bicarbonato de urea-potasio y fosfato monoamónico.

figura 146

Estos productos se mezclan con varios aditivos para mejorar sus características de almacenamiento, de fluencia y de repulsión al agua. Los aditivos más comúnmente empleados son estearatos metálicos, fosfato tricálcico o siliconas, que recubren las partículas de polvo seco para conferirles fluidez y resistencia a los efectos de endurecimiento y formación de costras por humedad y vibración.

E.- PROPIEDADES EXTINTORAS

Las pruebas realizadas en fuegos de líquidos inflamables han demostrado que los polvos secos a base de bicarbonato potásico son más eficaces que los de bicarbonato sódico. La eficacia del cloruro potásico es aproximadamente igual a la del bicarbonato potásico y el bicarbonato de potasio-urea posee la mayor eficacia de todos los polvos secos que se han probado.

Cuando se arroja directamente sobre el área incendiada, el polvo apaga la llama casi instantáneamente. El mecanismo y la química de esta acción extintora no se conocen con exactitud.

La sofocación, el enfriamiento y la obstrucción de la radiación contribuyen a la eficacia extintora de estos productos, pero los estudios realizados sugieren que la reacción de rotura de la cadena en la llama puede ser la causa principal de extinción.

F.- PROPIEDADES EXTINTORAS

Las pruebas realizadas en fuegos de líquidos inflamables han demostrado que los polvos secos a base de bicarbonato potásico son más eficaces que los de bicarbonato sódico. La eficacia del cloruro potásico es aproximadamente igual a la del bicarbonato potásico y el bicarbonato de potasio-urea posee la mayor eficacia de todos los polvos secos que se han probado.

Cuando se arroja directamente sobre el área incendiada, el polvo apaga la llama casi instantáneamente. El mecanismo y la química de esta acción extintora no se conocen con exactitud. La sofocación, el enfriamiento y la obstrucción de la radiación contribuyen a la eficacia extintora de estos productos, pero los estudios realizados sugieren que la reacción de rotura de la cadena en la llama puede ser la causa principal de extinción.

G.- ACCION SOFOCANTE

Ha sido una creencia generalizada durante muchos años que las propiedades extintoras de los polvos secos regulares se basaban en la acción sofocante del anhídrido carbónico que se produce cuando el bicarbonato sódico recibe el calor del fuego. Sin duda alguna, el anhídrido carbónico contribuye a la eficacia del agente al igual que lo hace el volumen de vapor de agua que se emite al calentarse el polvo seco. Sin embargo, generalmente, las pruebas han desmentido la creencia de que estos gases sean un factor fundamental de extinción.

3.4. Chequeos y acreditación de calidad.

Es fundamental para los operadores mineros subterráneos verificar el estado del sistema de extinción tanto manual como centralizada y por esta razón se debe exigir una mantención periódica de estos componentes del equipo siendo un punto importante dentro de las revisiones diarias del operador. El que debe verificar mediante los logos autoadhesivos los controles ejecutados por las empresas que dan servicio de mantención de estos componentes.

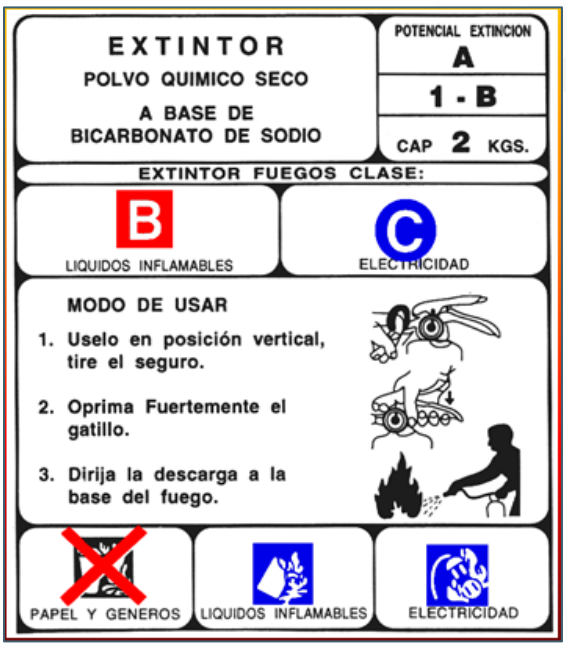


figura 147

CUMPLE CON EL DECRETO Nº 369 / 96 DEL MINISTERIO DE ECONOMIA FOMENTO Y RECONSTRUCCION Y CON LA RESOLUCION Nº 10 / 95 DEL MINISTERIO DE TRANSPORTE Y TELECOMUNICACIONES.

CUADRO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS
EXTINTOR RECARGABLE

NATURALEZA DEL AGENTE DE EXTINCION	
• POLVO QUIMICO SECO	MULTIPROPOSITO
NOMBRE QUIMICO Y CONTENIDO PORCENTUAL	
• FOSFATO MONO AMONICO	AL 90 %
• PARA FUEGOS CLASES	A B C
• POTENCIAL DE EXTINCION	1 - A : 2-B : C
• Tº LIMITE DE OPERACION	-20º C + 60º C
• MASA NOMINAL DEL EXTINTOR CARGADO	1,80 kg
• MASA NOMINAL DEL EXTINTOR DESCARGADO	0,80 kg
• CAPACIDAD NOMINAL DEL EXTINTOR	1 kg
• AISLANTE ELECTRICO	Hasta 100.000 Volts
• GAS PROPULSOR	NITROGENO

IMPORTANTE:

- SI LA AGUJA DEL MANOMETRO ESTA AL LADO IZQUIERDO DE COLOR VERDE LLAME AL SERVICIO AUTORIZADO
- CONTROLAR QUE LA AGUJA DEL MANOMETRO SIEMPRE ESTE EN LA ZONA DE OPERACION COLOR VERDE
- LA VIOLACION DEL SELLO DE SEGURIDAD ANULA LA GARANTIA
- NO RECOMENDABLE SU USO EN EQUIPOS DE COMPUTACION

figura 148

figura 149

3.5. Check List del equipo Información de final de turno.

A.- El check list de cierre de las operaciones es deber de todo operador dejar registro de información del estado final del equipo, ya sea para reportar condiciones anómalas al servicio de mantenimiento o para la continuidad de los trabajos de perforación que deben continuar con los turnos siguientes para el desarrollo de la mina, recuerde usted que este equipo es de importancia para los avances y crecimiento del yacimiento.

B.- El reporte final de turno mediante la bitácora de trabajos realizados, se debe llenar y dejar con mucha claridad los metros perforados, ubicación del equipo y las condiciones que se pueden haber generado en el transcurso del turno, esta información se debe entregar al supervisor a cargo del trabajador y del proceso de perforación.

Repaso Conceptos Claves

COMPONENTES DEL SISTEMA DE EXTINCIÓN	CERTIFICACIONES DE SISTEMAS DE EXTINCIÓN.	ENTREGA DE EQUIPO AL FINAL DE TURNO.
Partes del sistema de extinción Ubicación de las boquillas aspersoras. Cantidad de polvo químico seco y su composición.	Chequeos y acreditación de calidad.	Check List del equipo Información de final de turno.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Los alumnos reunirán información de tipos de perforaciones, aceros y sus características y resultado de las quemadas**.**

- **Estrategia Metodológica**
  Los alumnos a través de sus manuales y apuntes realizaran una selección de tipos de perforación y aceros para la correcta ejecución de perforación.

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

Estrategia de implementación:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Simuladores de perforación, Videos, fichas técnicas. Del proveedor.	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

   - Identificar y comprender la correcta utilización de perforación y los aceros para los distintos tipos de perforaciones según corresponda.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante
   - PC y proyector
   - Acceso a Internet.
   - Fichas técnicas
   - Simuladores.
   - Videos.

3. **Descripción de la Actividad:**

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes en grupos de dos personas trabajarán lo solicitado por el instructor generando una presentación. La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: identificación de tipos de perforación y aceros a utilizar según corresponda. 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)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a) Reúnen información de tipos de perforación con equipos jumbo. b) Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c) Usan de referencia los manuales y libros del alumno para lograr la descripción. d) Registran los resultados en formato definido para ese efecto e) Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los compañeros de otros grupos.

	f) Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g) Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h) Termino de la actividad i) Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
Duración de la actividad	45 minutos.

4. Cierre de la Actividad:

Se genera un cierre de brechas detectadas en los detalles de las informaciones entregadas o entendidas por los alumnos.

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

Fuentes referenciales

Manuales y fichas técnicas de proveedores

Procedimiento e instructivos División Andina

Páginas web

MÓDULO:

OPERAR EQUIPO JUMBO

MÓDULO: OPERAR EQUIPO JUMBO

1. Partes principales, movimientos básicos del equipo y coordinaciones de traslado.

Conceptos Claves

PARTES PRINCIPALES .	MOVIMIENTOS BÁSICOS .	FORMAS DE TRASLADO Y COORDINACIONES.
Revisión estructural, de la viga de perforación y de la barra de perforación.	Revisión demovimientos de dirección, transmisión y de frenado, revisión de presiones de barrido, perforación y empuje.	Aplicar formas de traslado en plano, trasnlado en rampa y técnicas de traslado con escolta.

Resumen

Los equipos de perforación Jumbo, fueron creados para realizar perforaciones en rocas de distinto calibre y de rápida ejecución. Esta labor alivió y reformuló la perforación que en tiempos pasados se realizaba en forma manual, con masas y cinceles.

Esta tarea de perforar con equipos jumbo, hoy se utilizan para desarrollo de túneles horizontales, perforaciones radiales, perforaciones para la instalación de pernos de fortificación, perforación para reducción secundarias, perforación de desquinches y perforaciones especiales, considerando tamaño del equipo y sus características.

Este equipo en especial requiere de personal Instruido, calificado y entrenado en práctica para la correcta utilización y sacar el mejor rendimiento de componentes de perforación y el equipo en general.

Antes de toda operación, es deber del operador revisar el equipo cautelosamente para detectar condiciones anómalas, esta revisión se debe realizar con equipo detenido en sector limpio y sin obstáculos. La revisión se desarrolla desde los chequeos de niveles de aceite de motor, aceite hidráulico, aceite de lubricación para la perforadora, agua para el barrio de la perforación, Refrigerante de motor, estos componentes se detallan en los check list del equipo, con el objetivo de tener una formula metódica para la revisión.

Toda la inspección de las estructuras es de vital importancia para detectar condiciones que expongan al operador con estructuras y partes oviles del equipo.

El objetivo de esta revisión pre operacional, es evitar los tiempos muertos durante la operación y las pérdidas de tiempos por demoras en reparaciones no planificadas, dado que esta condición conlleva a pérdidas productivas en los procesos.

La viga de perforación es de mucha importancia al minuto de revisarla en sus ángulos de correderas, teflones de ajuste y desgaste que soportan la perforadora, las guías de barra de perforación y todos los componentes que mantiene la viga para el correcto funcionamiento equilibrado para tener una perforación horizontal en forma correcta.

- Vista de revisiones que se deben considerar en la viga.

- La revisión de las barras de perforación es fundamental, al minuto de la revisión del equipo se debe verificar el estado de esta en forma visual y luego en movimiento, para detectar que esta no se encuentre doblada o torcida ya que depende de esta condición para la ejecución de una perforación recta y precisa sin desviaciones.

- Se demuestra una sarta de barras de perforación con sus funciones.

- El adaptador de culata, pieza fundamental para la instalación de la sarta de barras de perforación.

Se representan medidas de hilos y roscas para las conexiones de barras y sus calibres de perforación, este conocimiento debe saberlo el operador, para así determinar los diámetros de perforación que requerirá para disponer del explosivo que utilizará a posterior de la perforación.

La prueba de movimientos básicos es vital para determinar si el equipo está en estándar de trasladarse o ejecutar la tarea para evitar tiempos muertos por fallas mecánicas del equipo.

Antes de poner el equipo o motor en marcha, se debe alertar de los movimientos que se ejecutarán aplicando código de bocinas correspondientes.

A. Pruebas de dirección: Esta prueba consiste en tener el equipo con motor andando y se ejecutan movimientos direccionales para ambos lados, así el operador evalúa si la dirección responde al requerimiento que solicita en la ejecución el operador.

B. Prueba de Frenos de Servicio: esta prueba se ejecuta aplicando movimiento hacia adelante y atrás, una vez ejecutado el movimiento se aplica freno de servicio el que debe responder al requerimiento del operador si este no responde o su respuesta es tardía (Lo mismo se debe ejecutar con el freno de aparcamiento).

C. Pruebas de transmisión: es generar desplazamiento con el equipo y evaluar su comportamiento en la transmisión.

D. Pruebas de los sistemas hidráulicos: La prueba consiste en generar movimientos de levante y bajada del boom, cilindros de soporte de vigas.

E. probar todos los movimientos que tiene el equipo.

F. Prueba de sistema de luces de traslado y trabajo del equipo: Prueba esencial ya que de esto depende gran parte del buen desarrollo de las tareas de perforación.

G. Prueba de cilindros de apoyo o gatos de elevación: Consiste en apoyar y elevar los gatos de apoyo para la perforación mecanismos vitales para la instalación en el punto de perforación.

El sistema de perforación en avance percusión y rotación, deben ser probados antes de operar con dos objetivos claros, uno de ellos es para determinar las correctas presiones de avance, percusión, y rotación que se mantenga dentro de los parámetros diseñados por el fabricante.

El otro objetivo, es verificar el correcto funcionamiento de los controles o manijas de operación que respondan al requerimiento del operador.

Sistemas que deben ser probados para iniciar el proceso de traslado a postura de perforación, en la imagen siguiente se demuestran los mecanismos para el sistema de barrido y perforación.

Desplazamiento en plano: Estos equipos por su envergadura y diseño no poseen grandes velocidades de desplazamiento ya que sus componentes y peso estructural del componente de perforación son móviles y tienen la tendencia a desplazar el equipo y la posibilidad de hacer perder el control de la unidad de perforación.

Su desplazamiento en plano es con viga adelante y cuando toque enfrentar rampas con pendientes positivas, el equipo debe permanecer siempre con la viga adelante para tratar que siempre se mantenga el centro de gravedad del equipo estable.

Desplazamientos de Rampa: Cuando se enfrente a rampas con pendientes negativas (Bajando), el equipo debe mantener la mínima marcha enganchado para soportar el peso y estabilidad del equipo, para así no perder el control del móvil.

Desplazamientos con escolta: Al trasladarse con escolta, el operador del equipo escolta y el equipo escoltado, deben ponerse de acuerdo en la forma que ejecutaran el traslado definiendo una misma frecuencia radial, definen vías de tránsito y reportan las zonas por donde transitarán.

La escolta debe mantener una velocidad estable y permanente sin alejarse de su objetivo para mantener resguardado en todo el trayecto al equipo escoltado.

Por su parte el equipo escoltado debe mantenerse a distancia no mayor a 25 metros de distancia, para evitar que se interpongan agentes extraños entre escolta y escoltado, además para evitar posibles colisiones durante el traslado por ambos equipos.

ACTIVIDAD N°1.

Actividad de Aprendizaje:

-Aplicación de check list revisión del equipo turno a turno entregando información de desperfectos para intervención por parte de mantención.

Objetivo:

-Identificar componentes críticos y movimientos básicos para definir operación del equipo o detención

Materiales y recursos

-Check Lis t

- Manuales de equipo.

- Libro del Alumno

- **Estrategia Metodológica:**

  Los Alumnos realizarán una inspección diaria conocida como (La vuelta del Perro) Detectando condiciones que puedan poner en riesgo al operador y la operación del proceso.

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

Estrategia de implementación:	
Recursos Check List del equipo	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual simuladores	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	

INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: Los alumnos realizarán chequeo del equipo en forma metodológica, para identificar componentes críticos y movimientos básicos para determinar operar.

Inicio:

Agrupados de a dos revisarán la información para describir cualidades del equipo y realizarán informe final.

Desarrollo de la actividad:

A. Los alumnos aplican las hojas de chequeo diario para ejecución de revisión pre-operacional con el objetivo de calificar el equipo, para la correcta operación
B. Realiza inspección de Manómetros de presiones y revoluciones de perforación.
C. Realiza inspección de marcadores de temperatura del equipo.
D. Realiza inspección de estado de sistemas de bloqueos de seguridad del equipo y de la calle
E. Realiza Pruebas de movimientos básicos.
F. Con el instructor realiza un análisis de las observaciones encontradas.
G. Ingresa información relevante en check list del equipo y sala de control.
H. Reportar novedades del equipo a mantenimiento.

Cierre de la actividad:

Al término de la actividad, el alumno demostrará las observaciones que realiza para tomar decisiones de utilización del equipo.

Duración de la actividad
60 minutos.

RESUMEN

Revisión estructural, de la viga de perforación y de barra de perforación, revisión de los movimentos de dirección, transmisión y de frenado, aplicación de formas de traslado tales como en plano, rampa y escolta.

2. Perforación con Jumbo

Aprendizaje esperado: Reconocer el apoyo de la viga en la frente de perforación acorde a procedimiento para mantener ángulos de perforación y rangos de los manómetros del equipo.

Conceptos Claves

IDENTIFICAR DIAGRAMA DE DISPARO Y CUAL ES SU IMPORTANCIA .	IDENTIFICAR LOS DISTINTOS ACEROS O BITS DE PERFORACIÓN.	IDENTIFICAR LOS PUNTOS PERFORADOS ACORDE AL LARGO, DIRECCIÓN Y ÁNGULOS PARA UNA CORRECTA SALIDA.
Identificar cualidades y ángulos del diagrama de disparo, reconocer largos de perforaciones.	Identificar tipos de aceros, componentes y durezas. Identificar desgastes y duración de los metales de desgastes. Identificar calidad dd distritus.	Revisión del largo de las perforaciones Revisión de la frente perforada y queada con resultados de granulometría.

Resumen

La tarea de perforar que se ve a simple vista de fácil ejecución, requiere de personal instruido teórico y práctico para que adquiera las destrezas de operación de estos equipos.

Hoy en día si las maquinas se operan bien y el operador tiene un conocimiento acabado en el manejo de dicha maquinaria, se puede lograr alta eficiencia y rendimiento del jumbo en su labor de perforación. El operador requiere conocer y distinguir en los diagramas de disparos, su ángulos, largos y separaciones entre perforaciones, cautelando una distribución para el logro final del resultado de la quemada de buen tamaño de granulometría para no generar colpas ni desprendimientos de las labores del macizo rocoso o socavones que obliguen a tomar otras medidas, además al estructurar bien el diagrama y ejecutarlo dentro de los parámetros correspondientes el macizo rocoso no queda debilitado para producir planchoneos en la labor aumentando el peligro en los operadores que deben ejecutar extracción de marinas o acopio de mineral.

Los diagramas de disparo son diseñados por ingenieros calculistas de planificación y desarrollo minero, estos diagramas vienen diseñados en largos de la perforación, ángulos de perforación, separación entre perforaciones del diagrama y viene secuenciada su ubicación para que cuando se queme o cargue con explosivos la frente esta tenga buen resultado como producto final el avance de la labor en la construcción del túnel de desarrollo.

Una frente de perforación depende de su tamaño la distribución y el diseño del Diagrama de disparo por lo general se diseña el largo acorde al avance que quieran producir sin tener desviaciones en los avances horizontales, recuerde que el operador debe instalar el equipo en condiciones con los gatos o cilindros hidráulicos apoyados en el piso y el equipo semi levantado donde los neumáticos no estén apoyados en el piso para así evitar generar vibraciones exageradas al equipo, y perder el control de la perforación o desviación del Angulo de perforación, los largos están definidos por el diseño, calidad de la roca o el macizo rocoso, dependiendo de esta condición y considerando los niveles de avance de la labor es que se designa el largo de la perforación, de los ángulos requeridos para una perforación horizontal, se requiere siempre de mantener el paralelismo de las perforaciones y su angulación, esto es dirigido por la pericia del perforista, en leves ángulos para el escurrimiento total del agua de la perforación, otra consideración es que las perforaciones de coronas generalmente tienen una Angulo de 2% en ascendencia, ya que el equipo en esa condición de perforación por estructura de diseño de equipo, no da la rectitud de la perforación.

Lo mismo ocurre con las perforaciones de las cajas y Zapateras, Estas están con angulaciones por sus posiciones para el escurrimiento del agua y en el caso de las zapateras para el mantenimiento del nivel de piso, las perforaciones de Ranuras o caras libres tienen una angulación conocía para lograr el espaciamiento de la cara libre ya que es la primera etapa de salida de la explosión para lograr el desprendimiento del macizo rocoso, la idea de mantener el paralelismo, es generar una granulometría media uniforme sin generar agrietamientos en las cajas, coronas o zapateras.

Importante el perforista debe ser consciente de su trabajo como profesional y realizar las perforaciones del largo correspondiente ya que por demostrar avances muchas veces dejan las perforaciones cortas generando desviaciones en el proceso siguiente que es la salida de la quemada. Lo mismo pasa con las perforaciones de cajas, Coronas, zapateras si no mantiene una angulación de inclinación y continuidad de la rectitud del túnel se genera desviaciones o ceceroneos del cerro como se les llama normalmente.

Definición: La perforación es la 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.

En pequeña minería, el sistema usual de perforación es el de roto percusión que emplea energía neumática y cuyos componentes principales son la perforadora manual, que es la fuente de la energía mecánica, las barras, que es el medio de transmisión de esa energía a partir de la acción de un pistón, el bit, que recibe la energía y es el elemento cortante de la roca, y el fluido de barrido que efectúa la limpieza y evacuación del “detritus” o “fragmentos de la perforación” producido.

En algunas operaciones de pequeña minería se ha incorporado el uso de pequeños jumbos de perforación (neumáticos o hidráulicos), lo que requiere personal con capacitación especial para operar estos equipos, además de las instalaciones adicionales que requiere su operación.

- **Consideraciones**: En minería subterránea, la perforación se utiliza en los avances de los frentes de explotación, así como en la construcción de chimeneas y piques. Esta operación se realiza en húmedo para mantener la calidad del aire, minimizando el riesgo de enfermedades profesionales. La adición de agua, permite además el barrido del mineral

molido, la refrigeración de las barras y el sellado de las paredes del tiro en terrenos fracturados, evitando el atascamiento de las barras.

Para realizar los trabajos de perforación, el personal a cargo deberá estar equipado con la ropa de trabajo, zapatos de seguridad (o botas), cascos, protección auditiva apropiada y antiparras, y verificar que no existan condiciones de trabajo insegura en el área a perforar.

Los metales de perforación se deben utilizar acorde a los metros de perforación estipulados por el fabricante, estos pueden fluctuar dependiendo de la utilización del equipo en metros de perforación que van desde los 30 metros a 60 metros, en donde el bit debe ser cambiado por otro nuevo o afilado para tener una perforación de mejor calidad y efectividad de la máquina, de lo contrario al no generar este cambio se pierde precisión de la perforación y el detritus es de una calidad gruesa que impide un buen barrido y un poco penetración del bit en la roca o macizo rocos arriesgando quedar atrapado o pegado con el componente de desgaste y barras.

En la calidad del detritus se aprecia la cantidad de empuje, rotación y barrido para controlar por parte del operador, estos parámetros que se indican en los manómetros de perforación que tiene el equipo y que el fabricante recomienda para la ejecución de la perforación

El detritus que sale producto de la perforación, es un referente para el operador, si este, es licuado y fluido corriente constante, el detritus está indicando que las presiones de empuje, velocidad de rotación y presión de barrido son correctas.

Cuando las presiones de empuje y la velocidad de rotación son lentas, el detritus que se genera es atillado o perticulado más grueso y polvoriento, esto indica que las presiones de empuje, velocidad de rotación y presión de barrido, es insuficiente, lo que puede producir atascamiento de la sarta de barras de perforación.

Cuando se tienen alta velocidad de rotación, poco empuje, y alta presión de barrido, el detritus es seco polvoriento y astillado fino lajado.

La revisión de las perforaciones, es de vital importancia para detectar tiros cortos en su longitud. Esto conlleva a que cuando se cargue con explosivos la frente queden puntas o callos en la labor.

Esta condición de revisión de tiros se descubre que pueden haber quedado tiros cortados por desmoronamiento del tiro de perforación o tiro cortado.

La complicación de este tiro es que cuando se cargue con explosivos, no se podrá cargar completamente en su longitud, y el resultado es quedar rocas o callos de gran magnitud en la frente, o en su defecto dejar pilares y para la continuidad de los avances de perforación producen atrasos en la siguiente etapa de perforación de la labor o avance del túnel horizontal.

Preparación del Cebo o Prima.

Mecha de seguridad o guía a fuego

Tiene por objeto transmitir el fuego que le hemos aplicado con el encendedor o fósforo, hasta el fulminante, a fin de producir la explosión de este.

La guía consiste en un cordón continuo en cuyo centro se ubica la pólvora, protegido por varias capas de diferentes materiales, como papel impermeabilizante, hilo de algodón, brea o material plástico.

Resultado de Tronadura de avance horizontal. Se aprecia que la quemada salió en buena calidad dejando las marcas precisas para la continuidad del desarrollo horizontal, quemada de una frente secuenciada electrónicamente. Su inicio por secuencias, se inicia desde el centro de las ranuras, para luego quemar el primer cuadrante, luego el segundo cuadrante, y el tercer cuadrante generando caras libres para la continuidad de la salida de los tiros siguiendo por los auxiliares, cajas, corona y la última que sale para invertir la saca son las zapateras.

Una vez salida la tronadura o voladura se debe inspeccionar el resultado de ella en donde se inicia la tarea con generar un regadío de la marina resultante, para disipar gases, polvo, y verificar si existen tiros quedados en la frente o tiros que salieron sin detonar entremedio de la marina.

Esta tarea se debe ejecutar con mucha precaución por las posibilidades que queden tiros entremedios de la marina que pueda producir una detonación espontánea.

ACTIVIDAD N°2.

Actividad de Aprendizaje:

-Instalación del equipo en forma correcta para lograr perforación direccionada y angulada acorde a diagrama de disparo.

Objetivo:

-Aplicar posicionamiento del equipo y ejecutar perforación en frentes de avance.

Materiales y recursos:

-Diagramas de disparo.

- Manuales del equipo.

- Fichas tecnicas de perforación.

- **Estrategia Metodológica:**
  Los alumnos realizan posicionamiento para perforar correctamente en las frentes de carguío.

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

Estrategia de implementación:	
Recursos manuales del equipo.	
Explicación Demostrativa en Aula	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno y simuladores.	

INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: Los Alumnos realizan chequeo de diagrama para determinar inicio de las perforaciones. En la frente de carguío.

Inicio:

Los alumnos agrupados de a dos realizan el análisis de la carta de tiraje y estado de los puntos de extracción.

Desarrollo de la actividad:

Los alumnos aplican posicionamiento del equipo para lograr la correcta perforación en la frente de carguío.

A.- Realizar Instalación del equipo en posición de perforación.

B.- Realizar observación de los puntos de perforación.

C.- Realizar perforación con el equipo.

D.- Reportar en caso de condiciones anómalas de la perforadora.

E.- Re portabilidad por sistema de comunicación radial.

F.- Entrega de información al término del proceso perforación.

Cierre de la actividad:

Los alumnos al cierre de la actividad, realizan análisis junto a su instructor respecto de condiciones detectadas y la revisión de las perforaciones.

Duración de la actividad

60 minutos.

RESUMEN

Identificar diagrama de disparo y demostrar su importancia en la distribución, identificar los distintos tipos de aceros y como se manejan éstos, reconocer los puntos perforados acorde al largo dirección y el ángulo para la correcta salida del disparo y su granulometría.

Fuentes referenciales

Manuales y fichas técnicas de proveedores

Procedimiento e instructivos División Andina

Páginas web

MÓDULO:

INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE DE MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA

MÓDULO: INTRODUCCIÓN AL TRANSPORTE DE MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA

1. Reconocer Partes Principales del Equipo

Aprendizaje esperado: Reconocer estrategias y distribución de roles en el proceso de producción considerando cantidad de equipos y sus distribución.

Conceptos Claves

REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL EQUIPO.	PRUEBA DE MOVIMIENTOS BÁSICOS	REVISIÓN DE SISTEMAS DEL EQUIPO
Realizar revisión turno a turno del equipo en componentes estructurales para un buen desempeño y evitar tiempos muertos por fallas inesperadas	Ejecutar pruebas y observar respuestas para determinar utilización	Revisión de sistemas con los que opera el equipo.

Introducción:

En esta etapa del módulo aprenderemos a reconocer partes principales de los equipos y que revisten una alta importancia en la calidad de la inspección diaria, ya que de esto depende de la seguridad del conductor, del equipo y del proceso productivo.

Esta revisión debe ser realizada en altos estándares de calidad y sin titubeos, puesto que hay mucho involucrado durante la operación del equipo, como vidas humanas del conductor y del personal que circunda las labores productivas.

Además, estas condiciones están estipuladas como normas del reglamento de tránsito e ingreso de vehículos en minas subterráneas, las que rigen con parámetros obligatorios para cumplir y ejecutar en las revisiones. Por esta razón son de vital importancia cumplirlas y respetarlas a cabalidad.

1.1. Revisión estructural del equipo

Para estas revisiones existen Listas de chequeo que ayudan al operador a realizar una inspección más meticulosa de ciertos componentes y observaciones de condiciones que son relevantes al minuto de realizar este chequeo, por eso esta lista de chequeo debe ser llenada a conciencia por el operador, siempre pensando en su seguridad, la seguridad del equipo y la seguridad de la continuidad del proceso. Otra observación en esta lista de chequeo es que, al minuto de realizarla, los operadores vulneran muchas veces por un estado de complacencia, trabajar con condiciones anómalas en los equipos, exponiéndose a riesgos innecesarios.

1.2. Componentes claves para la revisión inicial del turno

- Revisión de pasa manos y peldaños de acceso a la cabina:

  Estos componentes que se ven muy someros, se deben revisar, ya que no deben tener condiciones que expongan al operador a accidentes en las manos o en los pies, por tener estas condiciones defectuosas con rebabas o doblados en el caso de las pasa manos y en el caso de los peldaños que se encuentren firmes para soportar el peso del operador sin resbalar o caer repentinamente.

- **Revisión de ruedas en posición 1**: (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).

- **Revisión de articulación central** (Enfriador de la Up y Drop box, Fugas por las mangueras, revisar pasadores superiores e inferiores de la articulación, cilindros de dirección bancadas de fijación, Cardan, Válvula de tope de dirección).

- **Seguro para bloqueo de dirección:** Articulación central. (Hueso de Perro)

- **Cilindro de levante y volteo de tolva**: (bancadas inferiores y superiores, pasadores con grasa, fugas por mangueras del sistema hidráulico).

- **Revisión rueda posición 3:** (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).

- **Limpieza de focos y sistemas de seguridad de la parte de atrás del equipo:** (Cámara de tv, baliza, luces de trocha y luces de marcha a tras).

- **Revisión rueda posición 4:** (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).

- **Cilindro de levante y volteo de tolva:** (bancadas inferiores y superiores, pasadores con grasa y fugas por mangueras del sistema hidráulico).

- **Revisión articulación central:** (Válvula de tope de dirección, fugas de aceite, niveles de aceite, caja de transferencia up y Drop box, cardan, grasa en pasadores y Revisión nivel estanque hidráulico).

- **Revisión rueda posición 2:(**banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).

- **Revisión de la zona de mantenimiento:** (Nivel aceite de motor, Limpiar push de sistema centralizado contra incendio, revisión de filtros de aire, revisión de nivel de petróleo, revisión nivel de refrigerante de motor, revisión de peldaños y pasa manos, Correas de ventilación y alternador).

  Hoy en día, los equipos en su gran mayoría, estas revisiones son realizadas desde el piso, para evitar que el operador se esté subiendo a revisar aceites y otros componentes, exponiéndose a malas posturas para ejecutar estas revisiones.

- **Limpieza de vidrios de Cabina:** Un operador consiente de su calidad operativa, siempre debe tener el mejor margen de visión, por esta razón es que se deben limpiar todos los vidrios del equipo tanto exterior como interior.

- **Limpieza de cámara de carga de la tolva y Marcha a tras:** Es vital ya que, por el tamaño de estos equipos, los puntos ciegos del operador se ven aumentados, por lo tanto, estas cámaras ayudan bastante en la conducción.

- **Revisión estado de tolva:** Es vital ya que, de esta revisión, depende que el equipo no traslade caras parásitas o enllampes, que no ayudan a la producción del equipo.

- **Chequeo nivel de aceite de caja de transmisión:** En caso que el equipo se revise desde arriba, como existe en algunos modelos.

1.3. Pruebas de Movimientos básicos

Las pruebas de movimientos básicos para equipos de minería subterránea, son exigidas por el DS 132 del SERNAGEOMIN, con el objetivo de evitar detenciones no esperadas o condicione de riesgos innecesarias, ya que las faenas productivas subterránea, no tienen las mismas condiciones de espacios abiertos y sus labores son estrechas, por lo que los riesgos aumentan desde el minuto que se pueda perder el control del equipo, la probabilidad de estrellarse contra las labores de macizo rocoso son altas y sus consecuencias pueden ser fatales.

Prueba de sistema de sonido Bocina

Este componente que pareciera irrelevante en la operación del equipo, hoy reviste una gran importancia desde el punto de vista de alertar ciertas condiciones de operación, por esta razón hoy debe estar operativa 100%

- El objetivo de emitir estos sonidos es alertar al personal que circunda por el sector del equipo y tome los resguardos pertinentes, ya que el operador en el habitáculo de cabina tiene puntos ciegos que él no ve y con el apoyo de cámaras es insuficiente por lo demás y haciendo un alcance

  ¿Cuántas personas y niños han sido atropellados en sus casas, por estar en los puntos ciegos del vehículo, cunado los están moviendo para estacionar?

- Código de bocinas para las siguientes maniobras vinculadas a las pruebas de movimientos básicos:

  A.- Un toque de bocina: Es para alertar que el operador pondrá en marcha el motor del equipo.

  B.- Dos toques de bocina: Es para alertar que el equipo se desplazara hacia delante.

  C.- Tres Toques de bocina: Es para alertar que el equipo se moverá hacia atrás.

  D.- Más de tres toques o toque prolongado de bocina indica que es condicione de peligro.

Prueba de sistema y Movimientos de dirección

- Esta prueba de dirección es de crucial importancia, ya que, el operador debe certificar que el equipo se mueve bajo los requerimientos acorde al volante, si esta respuesta es tardía, o no responde el equipo en su movimiento, o si es demasiado lento para girar, el equipo debe quedar fuera de servicios. Este movimiento se debe ejecutar para ambos lados.

Prueba de Marchas en su transmisión y pruebas de respuestas de frenado del equipo

- Esta prueba se debe ejecutar en un lugar plano y en un corto trecho, alertando con toques de bocina el movimiento que ejecutará para alertar a las personas que se encuentren en las cercanías.

- Al realizar estas pruebas de marchas, se debe seleccionar una marcha alta en caso de ser cajas mecánicas, y en caso de ser cajas automáticas se debe seleccionar mando directo, para evitar tener mayor torque o desplazamiento rápido del equipo, una vez desplazado el equipo, el operador aplica frenos de servicios, estos deben responder acorde al requerimiento del operador si la respuesta es lenta o no responde, el equipo debe quedar fuera de servicios por freno.

- La misma tarea se debe ejecutar marcha atrás, con los toques de bocinas correspondientes, para generar la alerta y ejecutar los mismos procedimientos para el frenado del equipo.

Prueba de sistema de frenos secundarias o aparcamiento.

En esta prueba, el operador debe poner marcha adelante en corto trecho y aplicar el freno de estacionamiento, este debe responder en forma inmediata, si este no responde o es lenta su respuesta, el equipo debe quedar fuera de servicios.

Prueba de sistema de levante y volteo de tolva

Este sistema de levante, debe ser operado con sumo cuidado del sector donde se ejecuta, por las instalaciones que pudiere haber sobre el sector donde se realizara la prueba o solo debe el operador levantar lo suficiente para detectar que existe movimiento tanto de subida como bajada. En caso que no responda el equipo queda fuera de servicios.

Prueba de sistemas con los que operara el operador en el equipo.

Esta prueba consiste en verificar el buen funcionamiento del sistema de luces del equipo, tanto de marcha atrás y adelante, ya que, son vitales para el operador, porque en minería subterránea, el 100% de la faena es con luz artificial, por lo que deben estar operativas, además:

- Verificar el sistema de comunicación radiofrecuencia, (Radio VHF)
- Verificar el sistema de información producción si es que los tiene(DISPATCH)
- Verificar si el sistema de control remoto de buzones si es que los tiene esta operativo.
- Verificar el buen funcionamiento del sistema de regulación de amortiguación del asiento.
- Verificar el buen funcionamiento del sistema de aire acondicionado de la cabina si es que lo tiene.
- Verificar el buen funcionamiento de los sistemas de sonidos de marcha atrás.
- Verificar la papeleta auto adhesiva de chequeo de los sistemas de extinción centralizados y manuales, Fecha de revisión y fecha de vencimientos
- Revisión del auto adhesivo de control de gases de emisión del equipo, Por ser mina subterránea, estos deben ser chequeados mensualmente por controlar las emisiones de gases.

Repaso Conceptos Claves

REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL EQUIPO.	PRUEBA DE MOVIMIENTOS BÁSICOS	REVISIÓN DE SISTEMAS DEL EQUIPO
Realizar revisión turno a turno del equipo en componentes estructurales para un buen desempeño y evitar tiempos muertos por fallas inesperadas	Ejecutar pruebas y observar respuestas para determinar utilización	Revisión de sistemas con los que opera el equipo.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Partes y componentes principales y determinantes para la correcta operación

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes reunirán un listado de componentes y sus ubicaciones como revisión del equipo en inicio, durante y termino del turno.

- **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 PPT de los equipos a revisar.	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

   - Identificar y comprender los conceptos fundamentales de la revisión del equipo turno a turno.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante.
   - PC y proyector.
   - Acceso a Internet.
   - Simuladores a escala real de operación.

3. **Descripción de la Actividad:** Identificar ubicación y componentes claves para determinar una correcta operación o detención del equipo.

Etapa	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Buscan información en manuales y fichas técnicas sobre componentes críticos del equipo. Para la correcta operación Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a. Reúnen herramientas y seleccionan el material con los cuales se trabajará la información. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Realiza preguntas claves de ubicación de componentes y sus funciones. d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas en las evaluaciones.

	f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.) g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Termino de la actividad i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
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. Focalizando el tema prácticas en simuladores de operación

2. Aplicar procedimientos e instructivos de operación en el proceso de sistemas de transporte.

Aprendizaje esperado: Reconocer velocidades de llegada al punto de carga para lograr un buen posicionamiento

Conceptos Claves

IDENTIFICAR ESTÁNDARES OPERACIONALES, PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS.	IDENTIFICAR LAS MODALIDADES Y CIRCUITOS DE TRANSITO PARA EL LOGRO DE LA PRODUCCIÓN	APLICAR SEÑALETICAS DE LAS RUTAS Y VELOCIDADES PERMITIDAS.
Terminologías asociadas Procedimientos e Instructivos de operación de camiones.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos. Operación del equipo.	Monitoreo de las operaciones y problemas frecuentes.

Introducción:

Las operaciones subterráneas con equipos de transporte de mineral, son complejas desde el punto de vista de las coordinaciones, informaciones emitidas por sistemas de radio transmisores, y sobre todo visibilidad del conductor, a esto hay que sumar los espacios reducidos y la utilización de luz artificial durante todas las jornadas en el que se produzca un desgaste adicional del operador por el esfuerzo que se genera desde las condiciones físicas del operador.

2.1. Terminologías asociadas.

GT: Sigla de "Galería de Transporte.

ITO: Sigla de Inspección Técnica de Obras

LHS: Sigla de: Loro Humano Señalero

BA: Sigla de: Barreras Abatibles.

- **Rampa**: Nombre que se designa a subidas o bajadas con pendientes de 12 0 15 Grados de inclinación. Se les puede llamar positivas cuando son ascendentes, o negativas cunado descienden.

- **Rampla**: Equipo que se utiliza para trasladar cargas asociadas a faenas agrícolas.

- **Vías principales de transito**: Se denomina así a las calles que tienen preferencia de paso como prioritarias.

- **Socavón**: Nombre que se asigna a un sector de explotación, crecimiento o desarrollo. De una labor.

- **Articulación Central**: Sector donde articula el equipo para minería subterránea, esto permite que el equipo pueda ejercer virajes en sectores estrechos de las labores.

- **Boggy**: Nombre que se asigna a la estructura del chasis del equipo.

- **Tren de potencia**: Conjunto de motor transmisión y cajas de transferencias que son capaces de mover el equipo.

- **Mandos Finales**: Sector donde están montadas las ruedas, estas cumplen la función de multiplicar la tracción del equipo para evitar patinazos

Hay términos asociados que se deben aplicar, acorde a cada yacimiento o empresa minera, ya que existe una modalidad de dialecto dependiendo de la ubicación geográfica o zonas del país, en las que el operador debe reconocer y ambientarse a estos términos.

2.2. Procedimientos e instructivos de Operación de camiones.

- Cada proceso minero en construcción u operación de producción, debe contar con procedimientos que grafiquen y ordenen cómo se ejecutarán las tareas de operación de equipos. Contemplando las modalidades y direccionamientos de cómo se realizarán las tareas ya que de este ordenamiento depende el cuidado del personal, infraestructuras y proceso en sí.

- Los procedimientos estipulan reglas generales del proceso de operación de camiones, donde describen las condiciones que debe reunir el equipo, las instalaciones y la forma de actuar del personal involucrado en esta etapa del proceso.

- En este manual o libro se entregan algunos tipos de procedimientos, los cuales deben ser analizados por los participantes, para que en sus faenas logren diseñar sus propios

procedimientos que cautelen el cuidado de la integridad física del trabajador, del equipo, del medio ambiente, y de las instalaciones en general.

- Un procedimiento contempla en sus primeras páginas las responsabilidades de cada uno de los responsables de las actividades dentro del loop de camiones:

  A.- Responsabilidad: del jefe de proceso de transporte.

  B.- Responsabilidad: del jefe de turno directo del trabajador.

  C.- Responsabilidad: del capataz si existe en la figura de la organización.

  D.- Responsabilidad: del operador del equipo.

  E.- Responsabilidad: del encargado de segregar el área o controlar los ingresos.

  F.- Responsabilidad: de los operadores que ejecutan labores aledañas a los equipos de transporte de mineral.

  G.- Responsabilidad: de toda persona que tenga relación con el proceso al cual se está acercando o interviniendo.

  H.- Responsabilidad: de los prestadores de servicio técnico en terreno por averías o intervenciones mecánicas del equipo por fallas o averías.

- Un procedimiento estipula el direccionamiento y coordinaciones requeridas para acceder al loop de transporte o circuito de camiones, ya sea en forma peatonal si es que está permitido o en vehículos con las normas establecidas para ser avistado en forma oportuna por los operadores de equipos mayores.

- Un procedimiento estipula las reglas de tránsito o cambios de circulación si se requiere por razones de arreglos de vías o equipos averiados.

- Estipula normas de señaléticas establecidas para el loop en particular.

- Establece los nombres de sectores de zonas productivas.

- Un procedimiento establece como medidas preventivas las velocidades que se utilizaran ya sea en tramos planos o rampas con equipos cargados o vacíos

- Estipula las delimitaciones de áreas para evitar ingreso de personas o equipos ajenos a las tareas de producción.

2.3. De los Instructivos

- Los instructivos como documento, estipula los pasos a pasos de cómo se realizará la tarea, dejando las reglas claras de aplicación para el operador y quienes intervengan en el proceso productivo

- Si este documento está referido a la operación de equipo propiamente tal, estipula desde la forma en que se debe revisar el equipo hasta ponerlo en funcionamiento en el proceso productivo detallando en el accionar del operador.

- Esto con el objetivo de tornar al operador más metódico, ya que esta condición de ser metódico y ordenado significa un resguardo en seguridad para el conductor operador y el equipo en sí.

  Nota. Cabe destacar que los instructivos son diseñados por operadores y jefes de turnos para ordenar el proceso de cómo se ejecutara la tarea de transporte de mineral y en qué condiciones se realizara.

- Estos acuerdos deben ser difundidos a todos quienes operen y tenga intervención directa o esporádica dentro del proceso productivo.

2.4. Identificación de Peligros y evaluación de riesgos de la tarea de transporte de mineral con camiones de bajo perfil.

- Una buena identificación de peligros, hace que el operador anticipe la visión de posibles eventos, así logra tomar resguardos preventivos ante la ocurrencia de un evento no deseado.

- En otras palabras, el operador de torna pre-visor anticipándose a ver y detectando oportunamente condiciones y posibles actos que pueden originar un accidente.

- Peligros que se pueden detectar en la operación de equipos de alto tonelaje y bajo perfil.

  A.- Revisión inadecuada del equipo.

  B.- Transitar a exceso de velocidades en plano o en rampa.

  C.- Bajar con el equipo en rampa sin enganche de marchas.

  D.- Utilizar el equipo defectuoso o fuera de estándar.

  E.- Tránsito de peatones en las vías de desplazamiento de los equipos.

  F.- No respetar señaléticas de tránsito.

  G.- Operar el equipo en malas condiciones físicas.

H.- Escurrimiento de agua barro por las pistas de tránsito.

- Evaluación de Riesgos.

A.- El operador debe permitirse evaluar las condiciones operacionales y junto a su supervisor deben tomar medidas de resguardo ante estas opciones antes de operar, ya que cualquier error puede significar un accidente y por la envergadura del equipo puede tener consecuencias muy altas.

B.- El operador que da servicio de conducción, hoy es categorizado como Conductor Profesional acorde a lo que indica su licencia de conducir Municipal que es la que rige en todo el territorio nacional, esto no deja exentas las faenas mineras, por lo que el operador tiene el deber de analizar conscientemente su accionar a determinar la operación con riesgos.

- **Por ejemplo, Operar el equipo con frenos largos.**

Reviste un riesgo mayor, ya que, en la eventualidad de un caso de emergencia, el freno largo no sabemos cómo se comportará ni menos sabemos cómo reaccionara el conductor ante una situación de emergencia. Por esta razón es que se ejecutan pruebas de frenos de servicio y de aparcamiento como pruebas de movimientos básicos. Que se deben respetar y ejecutar turno a turno.

2.5. Operación del equipo.

- El operador debe ser consiente en que su función es la de transportar cargas de mineral y estas deben ser cargas efectivas, para tener un proceso eficaz y eficiente en niveles de producción durante el turno y el proceso.
- Debe aplicar todos sus conocimientos respecto de lo enseñado en los cursos de capacitación de la empresa o del Representante de fábrica del equipo.
- Debe conocer las capacidades del equipo y las densidades de mineral que se está transportando.
- ¿Qué se entiende por carga eficiente?:

A.- Es la carga que se deposita, en el camión utilizando su máximo receptación acorde a los M/3 Ofrecidos por el fabricante

- ¿Qué factores se consideran para una carga eficiente?:

A.- La densidad del mineral y si este es seco o húmedo.

- En las tablas siguientes se demuestra cómo se calculan las cargas efectivas de los camiones

Dump box data			STD		
Material density (t/m³)		1.8	2.0	2.2	2.4
Volume, SEA struck (m³) Raso		30.4	26.6	24.1	21.7
Volume, Semi-heaped (m³) SEMI COLMADO		33.3	29.7	27.3	25.0
Volume, SAE heaped (m³) COLMADO		36.3	32.8	33.4	28.2
Width, dump box (mm)	W	3 440	3440	3440	3440
Dump position: Box height, max (mm)	H1	6909	6842	6750	6689
Tramming position: Dump box height (mm)	H2	3462	3263	3122	2993
Dump position: Clearance (mm)	C	471	471	471	471

53.200 Kg.

59.400 Kg.

65.600 Kg.

Approximate net weight.....Peso del equipo.....43 900 kg

Axle load, front end .....Peso cuerpo delantero.....29 700 kg

Axle load, back end.....Peso cuerpo Trasero.....14 200 kg

- En las figuras que se muestran a continuación se grafican las cargas acordes a volúmenes.

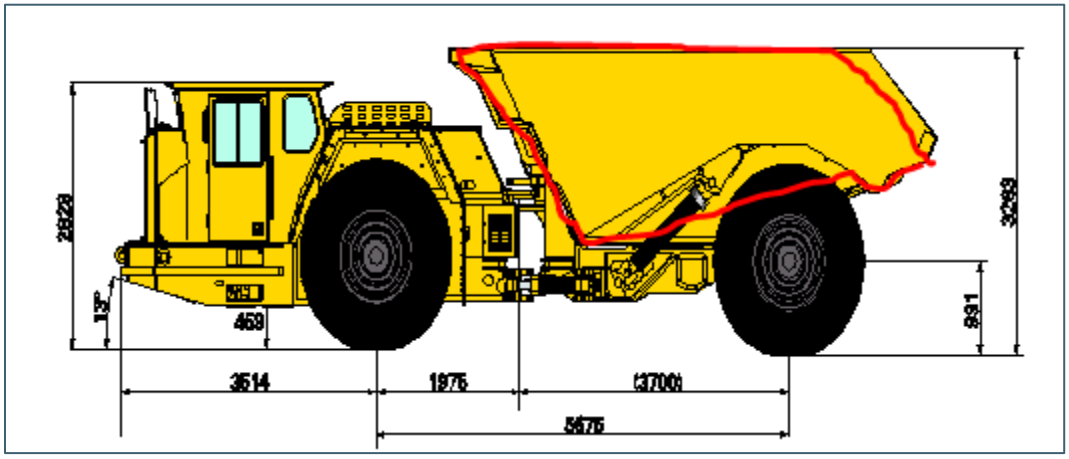


figura 150

Carga Raso por una densidad de 2.0 X 26.6 M/3 su carga en esta figura es de 53.200 Kg.

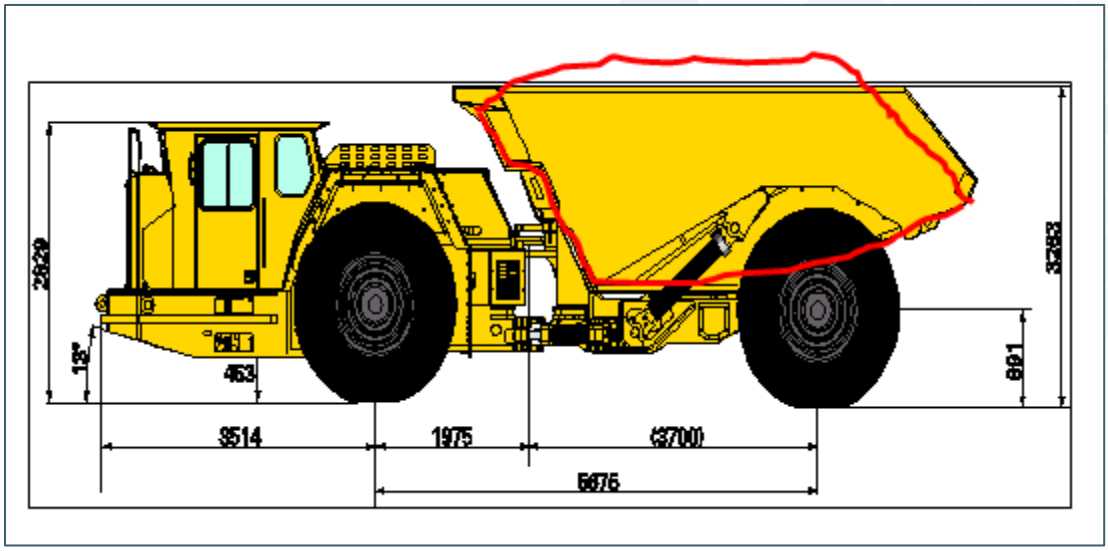


figura 151

Carga Semi Colmada por una densidad de 2.0 x 29.7 m/ 3 su carga en esta figura es de 59.400Kg.

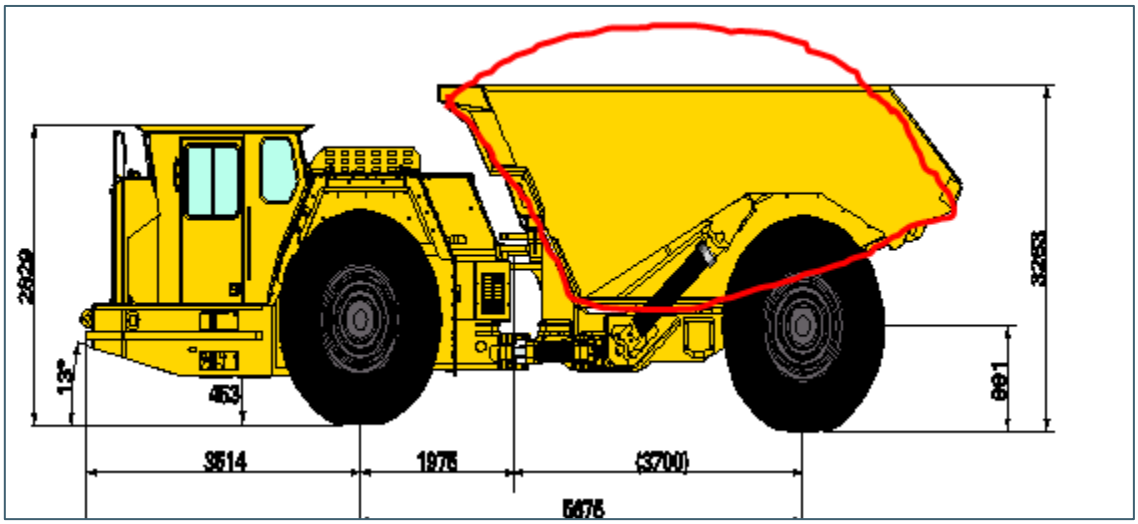


figura 152

Carga Colmada por una densidad de 2.0 X 32.8 M/3 su carga en esta figura es de 65.600 Kg.

- En base a estos pesos considerando la suma del tonelaje transportado más bajo 53.200 Kg más el peso del equipo 43.900 Kg tenemos en total el equipo moviéndose con 97.100 Kg

- El Operador, en estas cifras debe fijarse para definir el tipo de conducción que realizará, ya sea en planos o rampas positivas o negativas, controlando las condiciones de riesgos que revisten estas pistas de tránsito.

- Dentro de la operación de equipo, el operador y el operador del equipo que realiza las cargas, debe considerar un buen estibamiento o distribución de la carga en la tolva, esto con el objetivo de compartir y distribuir los pesos acordes al diseño del equipo para no ocasionar daños a las estructuras del camión y no ocasionar desgaste prematuro en los neumáticos por sobre esfuerzos o temperaturas internas del neumático.

- Las que originan desprendimientos térmicos y quemaduras en el interior del neumático.

- Por esta razón se demuestra la distribución que recomienda el fabricante respecto de la carga nominal del equipo en 60 Toneladas.

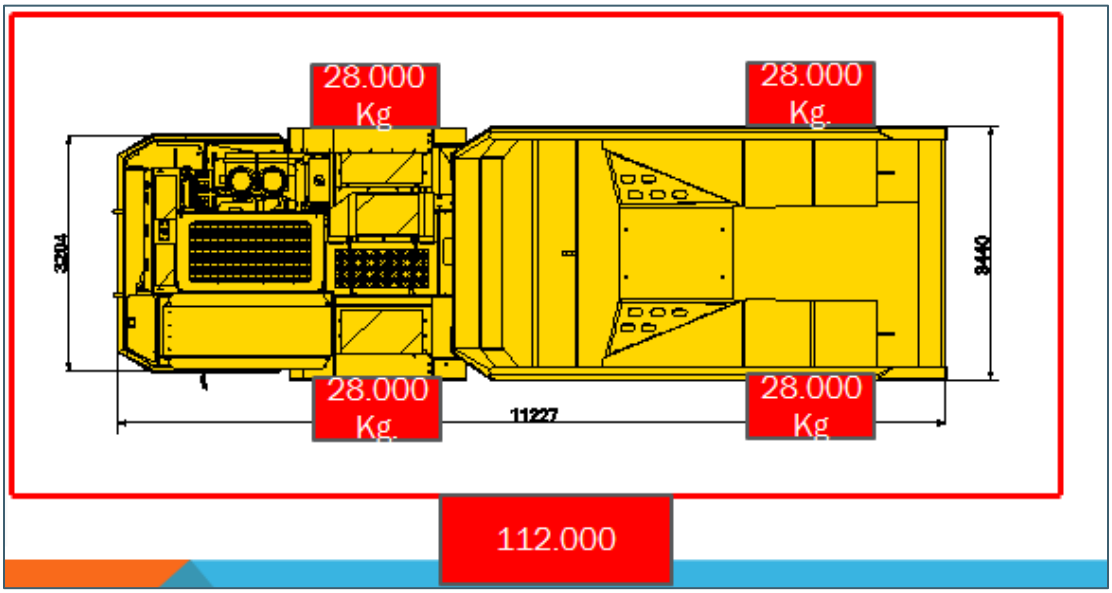


figura 153

Considerando una carga de 60 Toneladas y el peso del equipo 43.900 Tns. Tenemos que en traslado el equipo tiene un peso total de 103.900 Tns.

Y los pesos distribuidos por rueda son 26. Tns Por rueda.

- El operador dentro de sus inspecciones debe chequear el interior de la tolva para controlar que no existan cargas parasitas o enllampes de tolva que lo único que se logra

es la reducción de capacidad de cargas y esto es pos cada vuelta que da el equipo se demuestra en la figura siguiente.

2.6. Pérdidas de producción que se producen por malas cargas

Enllampamiento de tolva: Estos enllampamientos son producidos por mineral húmedo que se compacta con el traficar de las cargas.

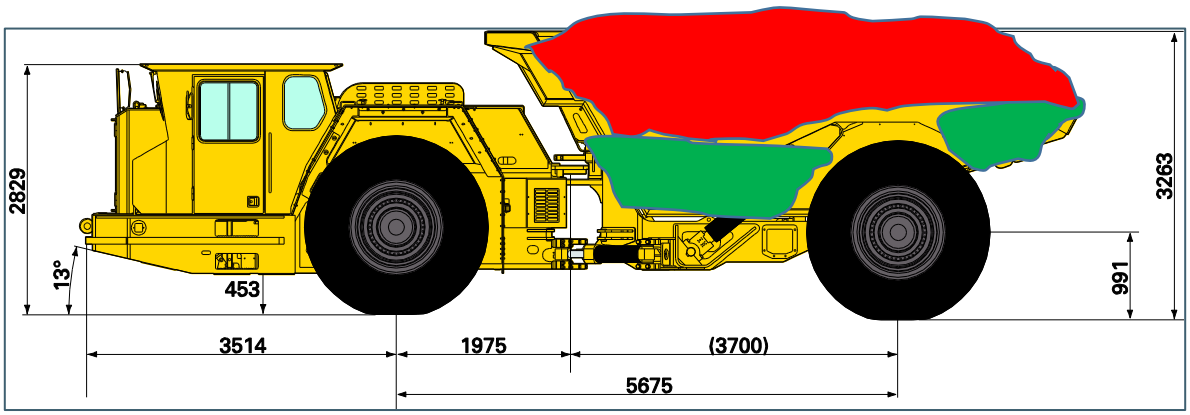


figura 154

Las zonas coloreadas de verde. Son enllampamientos que reducen las capacidades efectivas de la tolva, estas son las observaciones que debe realizar en su chequeo diario el operador

- Cargas deficientes: Mitad de tolva esta carga genera inestabilidad y sobre peso en el cuerpo delantero del equipo produciendo mayor desgaste y temperaturas en el interior de los neumáticos. Además, el derrame en la zona de articulación central. Esta carga deficiente es un mal negocio como transporte ya que su carga estimada es de 45 Toneladas siendo el nominal del equipo 60 Tons. Déficit de 15 toneladas menos por vuelta.

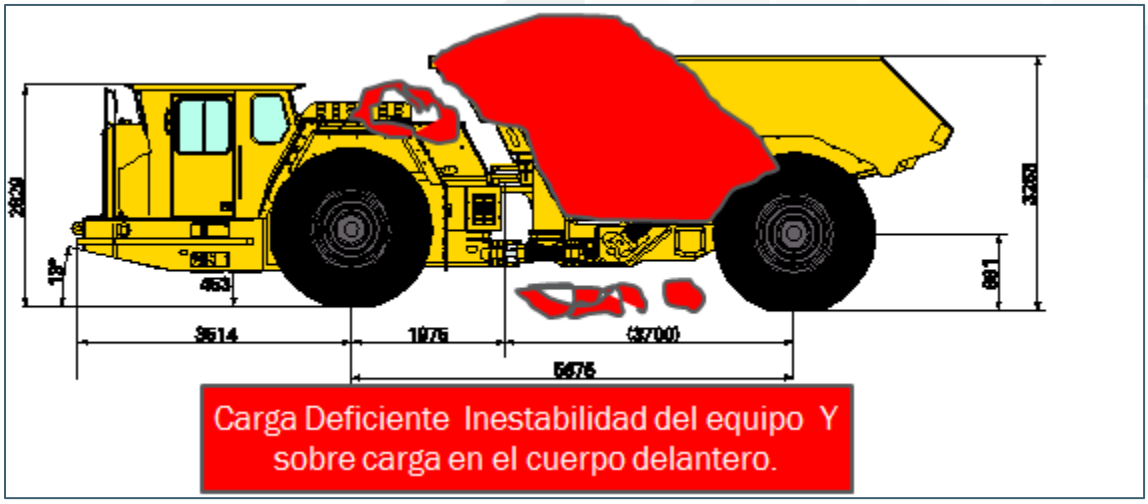


figura 155

- **Carga deficiente sobre carga en el eje trasero y derrame posterior.**

Este tipo de carga si bien el alta la cantidad en tolva, pero es perjudicial desde el punto de vista de distribución, ya que las ruedas y ejes traseros se ven sobre cargados generando las mismas condiciones anteriores de desgaste de neumáticos y temperaturas que generan desprendimiento térmico del neumático.

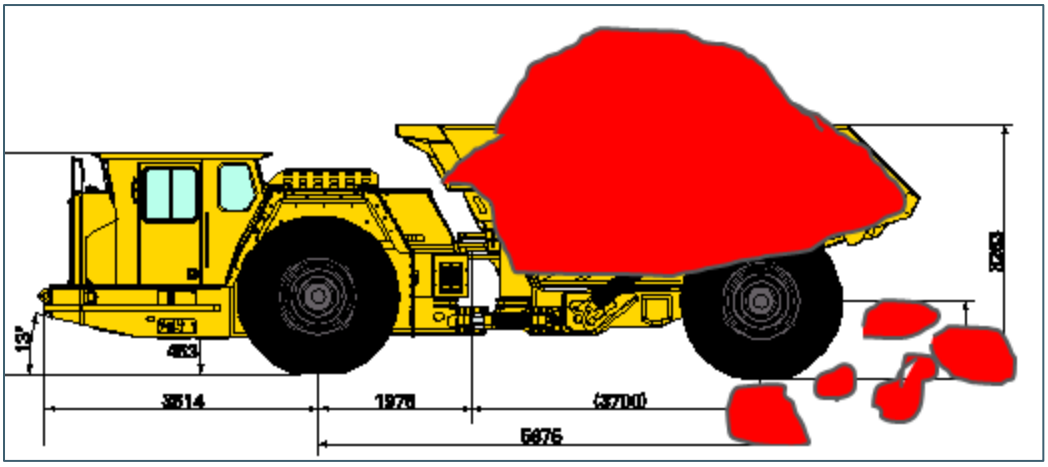


figura 156

- **Sobrecargas por excesos en buzones u operadores que no dimensionan los efectos que producen.**

A.- Esta sobre carga y derrame por el contorno del equipo genera atrasos por limpias reiteradas de pistas y posibles reventones de neumáticos ya que se obliga al operador a transitar o salir del sector con sobre carga por sobre las rocas de mineral esparcidas por el piso.

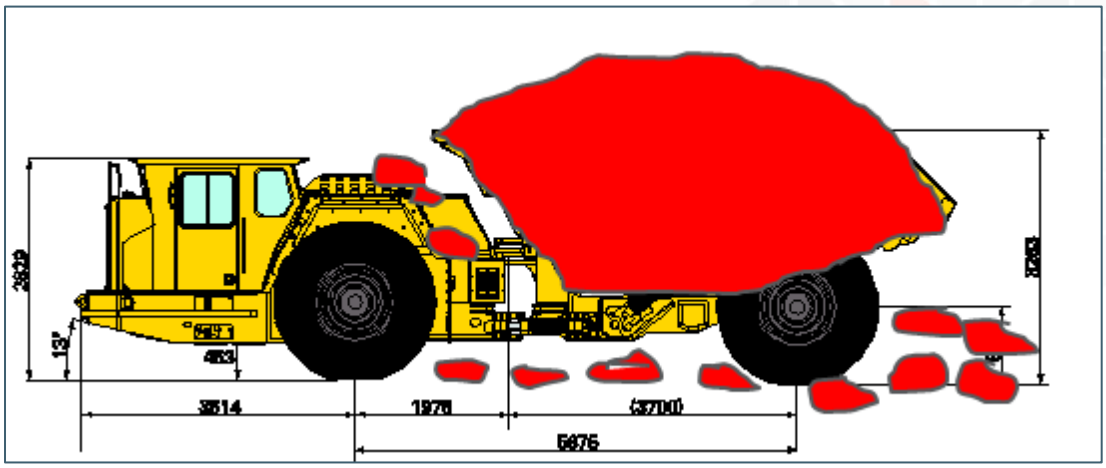


figura 157

Cargas eficientes:

- El operador siempre debe tratar de cargar en forma eficiente el equipo ya que de esto depende la regularidad y continuidad de los procesos y el cuidado del medioambiente y el equipo.
- Se evitan pérdidas de tiempo por esperas de limpieza, perdidas de neumáticos y pérdidas de producción al tener equipos detenidos.

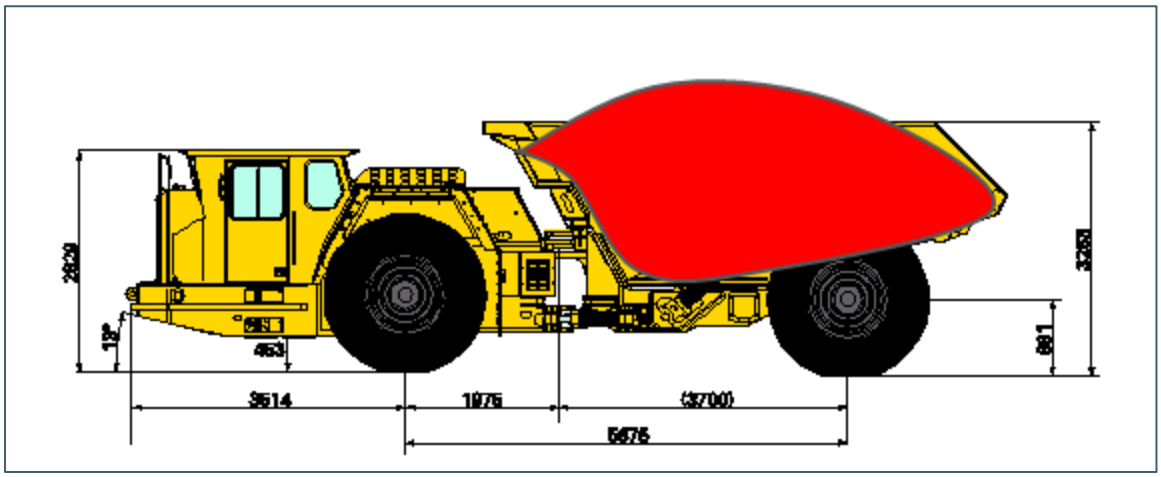


figura 158

Busque siempre la efectividad y eficiencia en su trabajo, esto le generara grandes dividendos de su calidad como operador y productor del proceso.

- En la imagen siguiente se demuestra un cuadro comparativo de las cargas eficientes y las deficientes en el rendimiento por hora de trabajo del equipo, esto es lo que debe considerar el operador y autoanalizarse ¿**Cómo y en qué calidad estoy realizando la operación?**

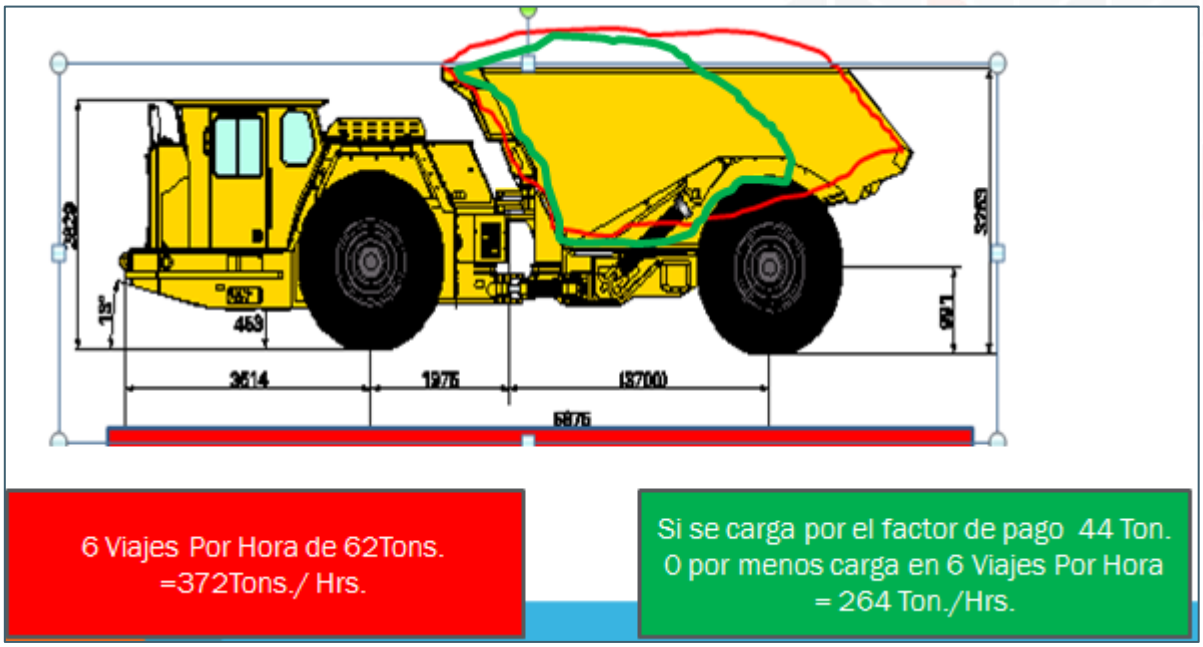


figura 159

En el comparativo la zona demarcada en rojo, estipula una buena carga con esos rendimientos de 62 Tns por 6 viajes por hora nos da una producción de 372 Toneladas por hora.

Sin embargo, la zona demarcada en verde, nos da un indicador negativo en la producción por Hora ya que la carga efectiva que transporto es de 44 Ton y si multiplicamos por 6 viajes por hora tenemos un rendimiento de 264 Ton Hora diferencia de -108 Ton Por hora.

Estas pérdidas, aunque parecen inocuas se reflejan en el largo plazo del proceso por no cumplimientos de metas productivas.

2.7. Reconocimiento de componentes del equipo.

El operador debe reconocer los componentes claves del equipo, para tener la posibilidad de diagnosticar mejor los síntomas de posibles fallas que puedan presentar durante la operación en los turnos.

Existe en el mercado una variedad de camiones que se solicitan a representantes de fábrica en Chile acorde a los requerimientos de diseño del yacimiento y los niveles productivos y de desarrollo del yacimiento minero.

figura 160

"Es un camión articulado de bajo perfil, diseñado para minería subterránea" "MT" "EMT"

M : MINE : mina
T : TRUCK : camión
E : ELECTRICAL: eléctrico

Este es el significado de las siglas del modelo del equipo.

- Tomaremos de referencia a este equipo Atlas MT-6020 para referirnos a los componentes para una identificación de ellos.

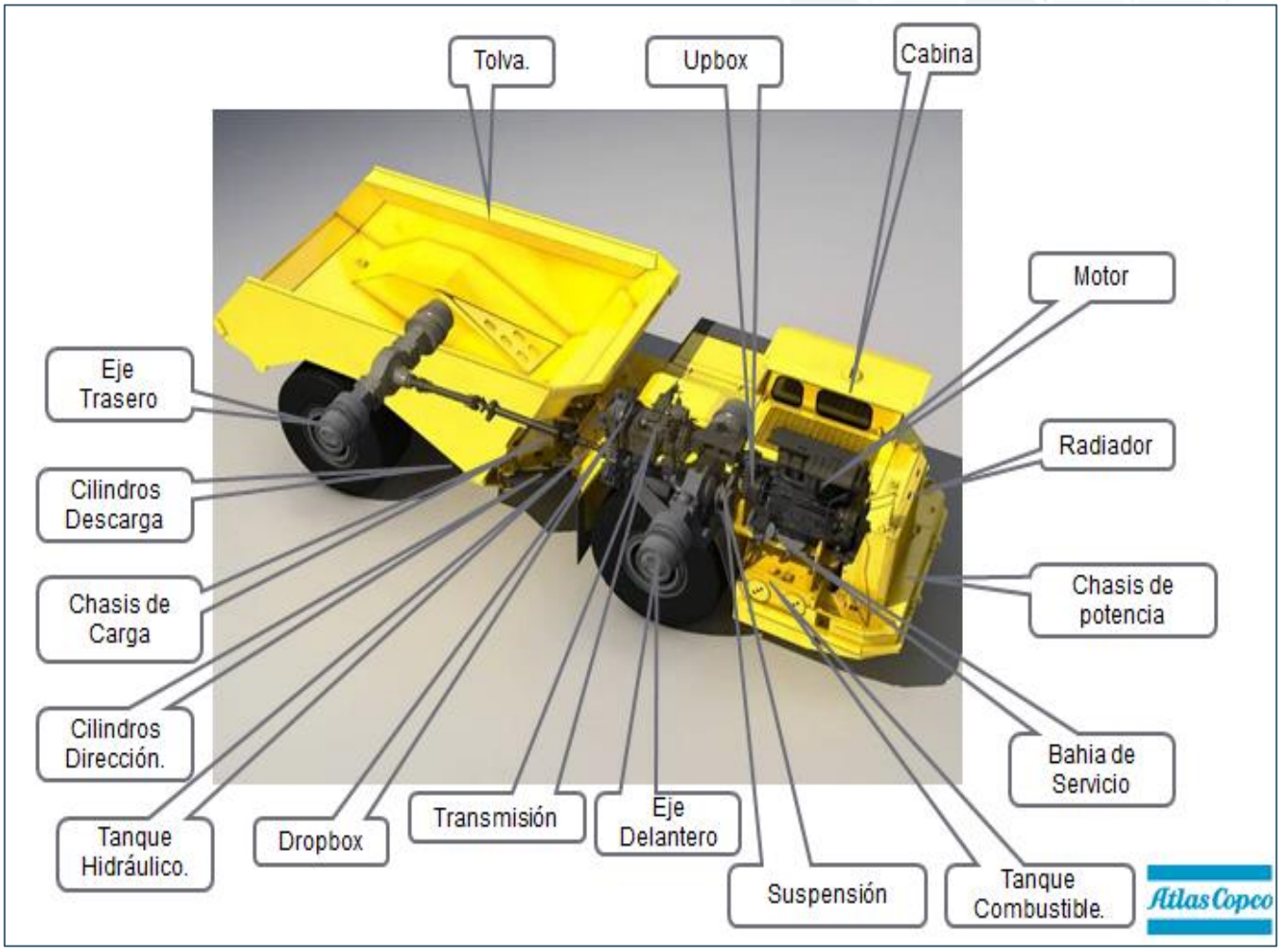


figura 161

- El servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN) Establece medidas mínimas para que puedan operar equipos de transporte y carguío en los yacimientos mineros, estas medidas se deben cumplir para el cuidado del personal que transite a pie por los costados de los equipos o tenga que intervenirlos por reparaciones.

- Por esta razón se estipulan estas medidas para que el peatón no sea pasado a llevar por el equipo. En algunos yacimientos mineros estipulan medidas de controles en donde no puede existir trabajo simultáneo de operadores en forma peatonal y equipos circulando para evitar condiciones de riesgos por atropello.

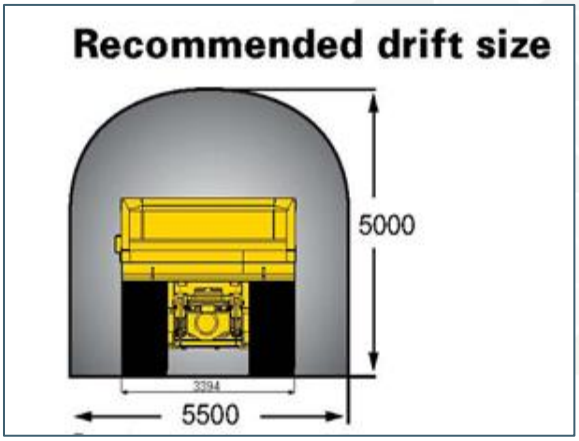


figura 162

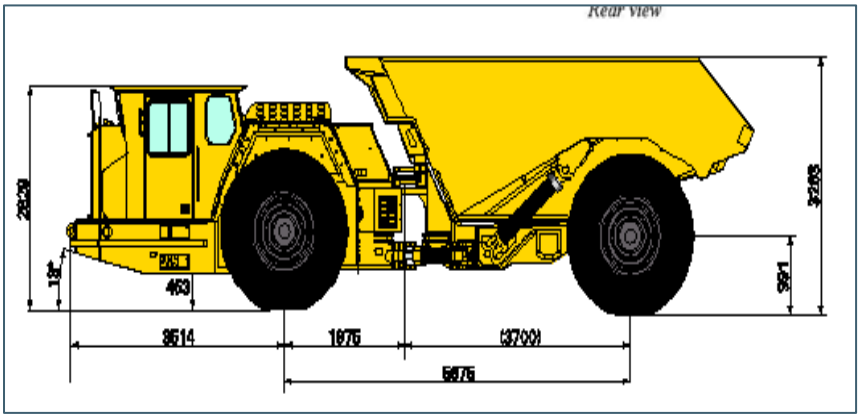


figura 163

- Estas son las medidas del equipo para el conocimiento del operador y que debe conocer las dimensiones de las labores por donde transitara el equipo.

2.8. Transmisión del equipo

El equipo cuenta con un sistema de transmisión acorde a las dimensiones y capacidades de arrastre o de volúmenes de carga del equipo.

- Transmisión Allison M6620AR
  - Planetario, automática 6 velocidades forward/2 velocidades reversa con convertidor integrado con bloqueo automático.
  - Retardador.
  - Totalmente hidráulico con retardo en la transmisión
- Ejes Kessler 111
  - Diferencial espiral cónico, Total flotante, Mando final con reducción de doble planetario.
  - Diferencial Convencional delantero y trasero.
- Up-Box W1616 y Drop-box W1712 de Kessler (Lubricación y refrigeración Forzada)
  - En ambos casos relación de transmisión 1:1.

2.9. Sistema de Frenos del equipo.

En virtud de que los equipos han crecido en capacidad de cargas en minería subterránea, estos a su vez se han potenciado en los sistemas de frenados de los equipos para evitar que el operador requiera de hacer un gran esfuerzo por frenar el equipo desde los comandos de las cabinas, por esta razón hoy gran parte de ellos han instalado sistemas de frenos SAHR.

- Sistema de Freno.
  - Servicio SAHR®
    Aplicado por resorte, liberado hidraulicamente; completamente hermetico, refrigeración forzada de multiple discos húmedos en cada extremo.
  - Freno estacionamiento y emergencia SAHR®
  - Retardador Hidráulico.

- Neumáticos
  - Tubular, radial, diseño de banda de rodado para servicio de mina subterránea.
  - Tamaño del neumático: **Michelin 35/65 R33 XTXL E4 TL**

2.10. Sistemas de dirección de los equipos.

Los sistemas de dirección se han modernizado a raíz de que los equipos han crecido en sus capacidades de cargas, esto con el objetivo que el operador ejerza la menor fuerza posible en los comandos de dirección. Por esta razón es que hoy la gran mayoría de los equipos son comandados hidráulicamente.

- **Dirección**
  - **Dirección hidráulica, de accionamiento piloto, control servo hidráulico rotativo (volante)**
  - Angulo de giro. +/- 42.5° (en cada sentido)
  - Presión del Sistema 3000 Psi , 207 Bar
- **Sistema Hidráulico**
  - Cilindros Doble-acción.
  - Cilindros de dirección 160mm
  - Cilindros de Descarga 177,8mm
  - Cilindros de Suspension 125mm
  - Bombas Trabajo pesado (Heavy duty) engranajes.
  - Filtración en linea de retorno.
  - Bomba de Pistón Desplazamiento variable.

2.11. Capacidad de fluidos en el equipo.

Hoy en día las capacidades de fluidos están orientadas a que el equipo tenga la mayor cantidad de horas de operación y autonomía para evitar las pérdidas de tiempos por rellenos de fluidos sobre todo el relleno de combustible. Al tener mayor cantidad de litros de capacidad, el estanque permite que el equipo sea reabastecido una sola vez por día, antiguamente los equipos tenían que ser reabastecidos cada turno lo que implicaba pérdidas de tiempo por relleno.

Además, hoy en la cantidad de fluidos por aceites de Transmisión, Estanque hidráulico, Ejes diferenciales, cajas de transferencias y motor, se establece por controlar la cantidad de residuos líquidos producto de las mantenciones. La gran mayoría de ellos son reciclables o dializables, lo que permite tener mayor cantidad de horas de utilización en los equipos. Objetivo final sacar lo menos de residuos líquidos contaminados al medioambiente.

- Capacidad Tanque
  - Combustible MT-6020 — 844 litres(67L/Hour)

  (Los camiones pueden operar durante un turno de 12 horas sin repostar)
  - Hidráulico — 315 litres
  - Transmisión — 70-85 liters
  - Motor — 61 liters
  - Upbox & Dropbox — 53 liters
  - Ejes, Kessler 111 — 190 liters
  - Enfriamiento — 140 liters

  (Capacidad de fluidos aproximados durante la operación.)
- Suspension
  - Eje delantero oscilante con suspensión en marco "A" con cilindros hidráulicos de suspensión y amortiguación a través de acumuladores.
  - Grados de oscilación — Total 20° (10° a cada lado.)
  - Recorrido eje suspensión — 140 mm

2.12. Normas de seguridad para el Operador en diseño de cabina para minería subterránea.

Los diseños por parte de los fabricantes hoy se han fortalecido en proporcionar una protección adicional a los habitáculos de operación, ya sean estos Canopi o cabinas presurizadas para los equipos de transporte de mineral de bajo perfil.

- La norma establece que las cabinas o canopi deben tener certificación Rops y Fops que son siglas en idioma ingles que significan lo siguiente.
- **ROPS: Rolover Protección Sistem:** Protección al volcamiento del equipo que esta graduada acorde al peso del equipo en su totalidad, en el caso de este camión debiera soportar sobre las 60 toneladas la cabina.
- **FOPS: Fulover Protección System:** Protección de aplastamiento sobre la cabina, esta cabina está diseñada para soportar la cantidad de 66.000 Kg desde una altura de 3.7 metros de caída, estas pruebas son ejecutadas en laboratorios de fábrica para resistencia de materiales y estructuras de diseño de cabina.

- Disposición del operador.
  - Asiento y controles orientados hacia delante, cabina cerrada, certificada ISO ROPS / FOPS.
  - Asiento Kab 555 con cinturones retractil.
  - Aire Acondicionado.
  - Asiento Instructor.
  - Monitor de video.

figura 164

2.13. Sistemas de control del equipo.

Los sistemas de control del equipo, están dispuestos para que el operador tenga la mejor posibilidad de visión tanto para retroceder y poder mirar las cargas que transporta, ya que al ingresar al habitáculo de cabina hay muchas zonas con puntos ciegos desde la posición del operador. Sobre todo, en faenas subterráneas.

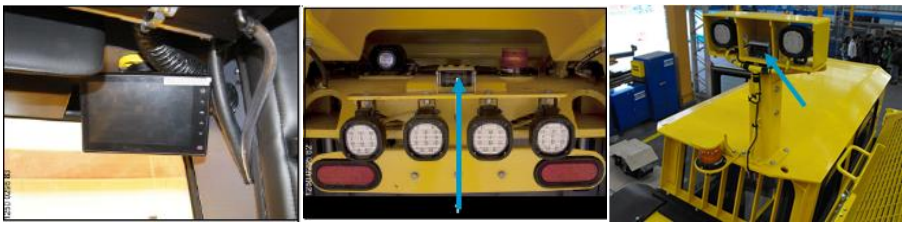


figura 165

En estas imágenes se observa de izquierda a derecha: Monitor de Tv en interior cabina, Cámara de retroceso y Cámara superior de vista de carga.

El objetivo de estas cámaras es para que el operador tenga en visión los puntos muertos que se le producen desde la cabina.

La imagen siguiente hace referencia.

figura 166

Imagen de cámara de marcha atrás. Imagen de cámara de Tolva.

Sistemas de control de conducción en cabina.

En la imagen se presenta estatus de la cabina para la conducción del operador.

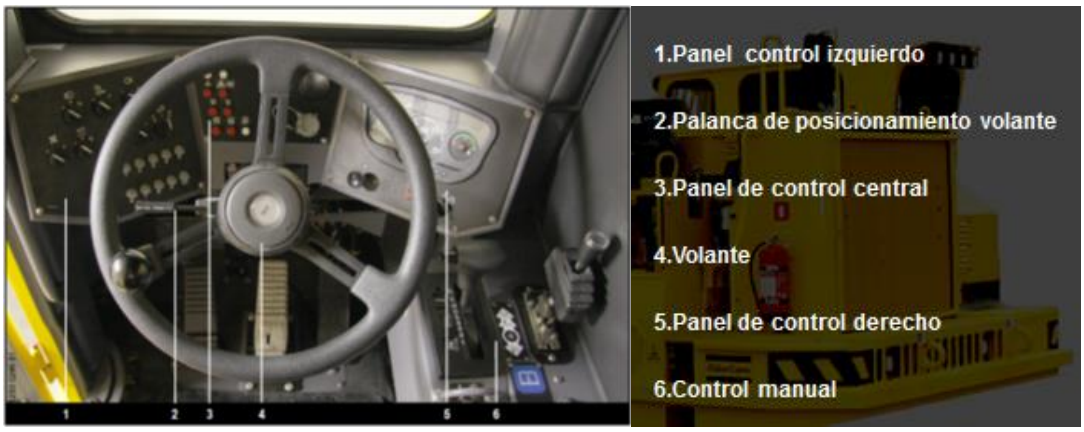


figura 167

Sistemas de control de levante de tolva, Transmisión, y Freno de aparcamiento

Estos componentes son de vital importancia durante el proceso de producción del equipo, ya que de ellos depende el 50% de operatividad del equipo.

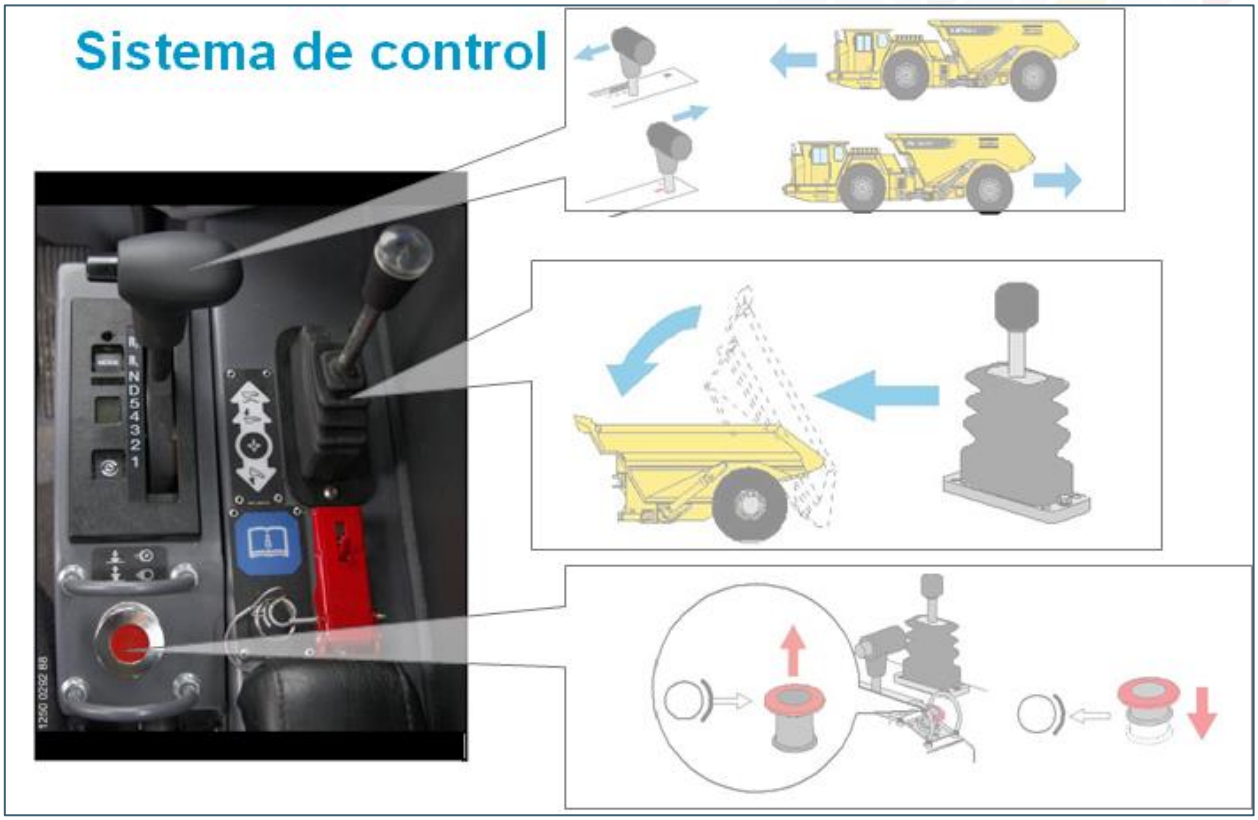


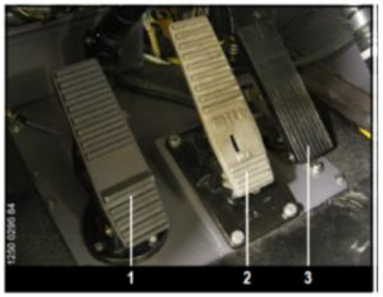
figura 168

Sistemas de control en cabina de pedales de frenado retardo y aceleración.

- Los pedales que se muestran en la figura siguiente son de gran importancia durante el proceso de conducción y el operador debe saber aplicar en el momento preciso para controlar el desplazamiento del equipo.
- **Pedal de freno de servicio**: es el primer pedal de Izquierda a derecha, este tiene la función de detener el equipo para las llegadas a los puntos de carga o descargas y durante la conducción en los discos pares de señaléticas del loop de transporte.
- **El pedal de en medio es el retardador**: que acciona hidráulicamente la transmisión, este se debe utilizar solo en rampas cuando el equipo está enganchado en una marcha y este por la pendiente tiende a arrancar y ganar la resistencia del cambio, el operador lo utiliza

para bajar las sobre revoluciones que genera esta condición (No se debe utilizar más allá de 5 segundos, ya que, se originara exceso de temperatura si se aprieta en periodos más largos. **(En tramos planos, no funciona por las altas velocidades y cambios en los que circula el equipo.).**

- **Pedal de aceleración:** Con este pedal el operador da impulso al motor en RPMS para alcanzar el paso de los cambios en forma automática acorde a las restricciones que imponga el camino.



1. Retardador.
2. Freno servicio.
3. Acelerador.

figura 169

Sistemas de control en panel de comandos y signos vitales del equipo

El panel de control de cabina se divide en tres: Panel Izquierdo, Panel central, Y panel derecho cada uno con comandos y funciones específicas de control operacional.

- Panel Izquierdo.

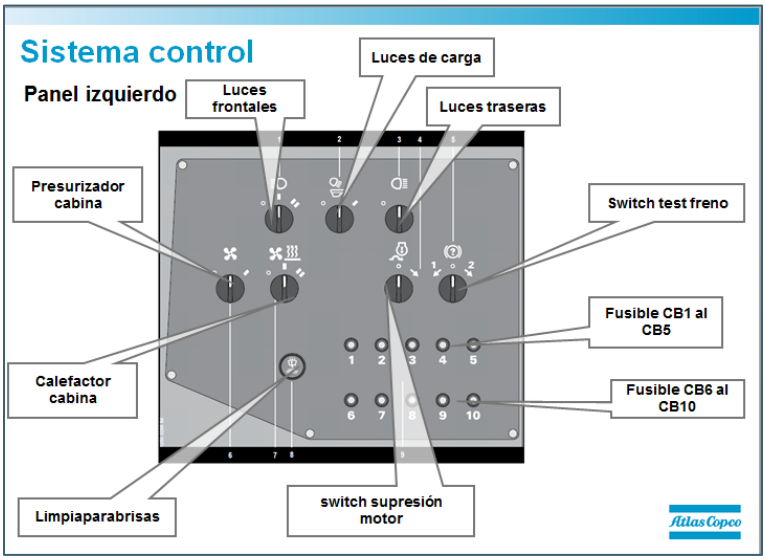


figura 170

En este panel se encuentran las luces de carretera delantera, trasera y de tolva. Además, se encuentran ubicados los fusibles térmicos del control eléctrico del equipo, otros controles como la presurización de cabina y los controles de anulación de códigos y prueba de frenos.

Panel Central del equipo.

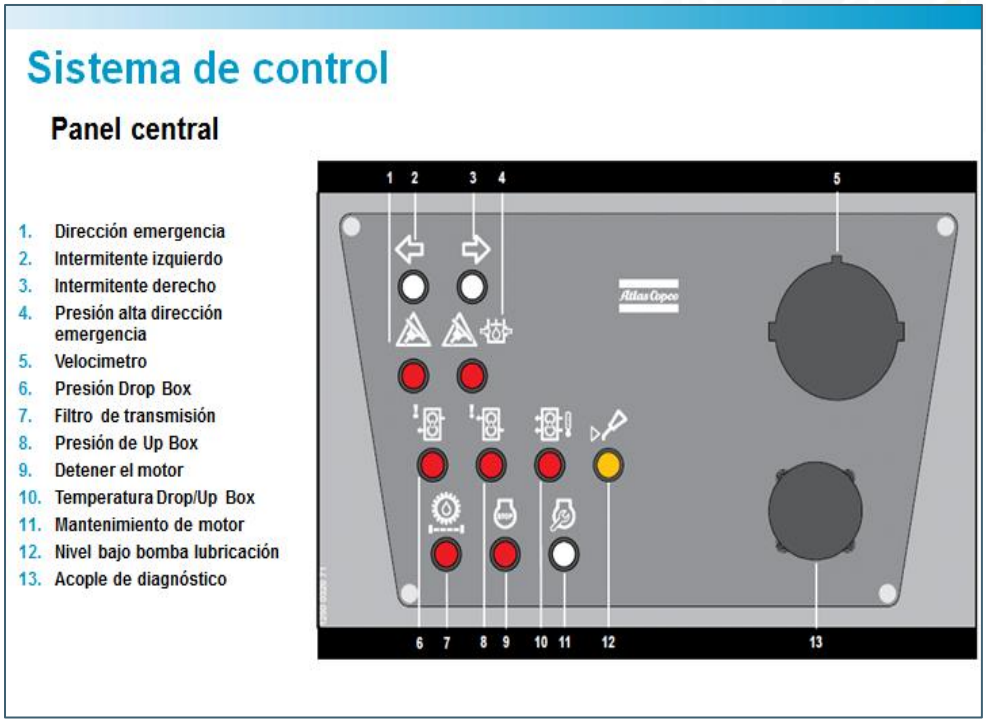


figura 171

En este panel se encuentran ubicadas las luces de virajes derecha e izquierda, las luces de presiones de las cajas de transmisiones Up box y drop box, además la de temperatura de las cajas de transmisión, luz de mantenimiento de motor nivel bajo de bomba de lubricación (Deposito de Grasa) Acople de diagnóstico.

Sistemas de control signos vitales del equipo.

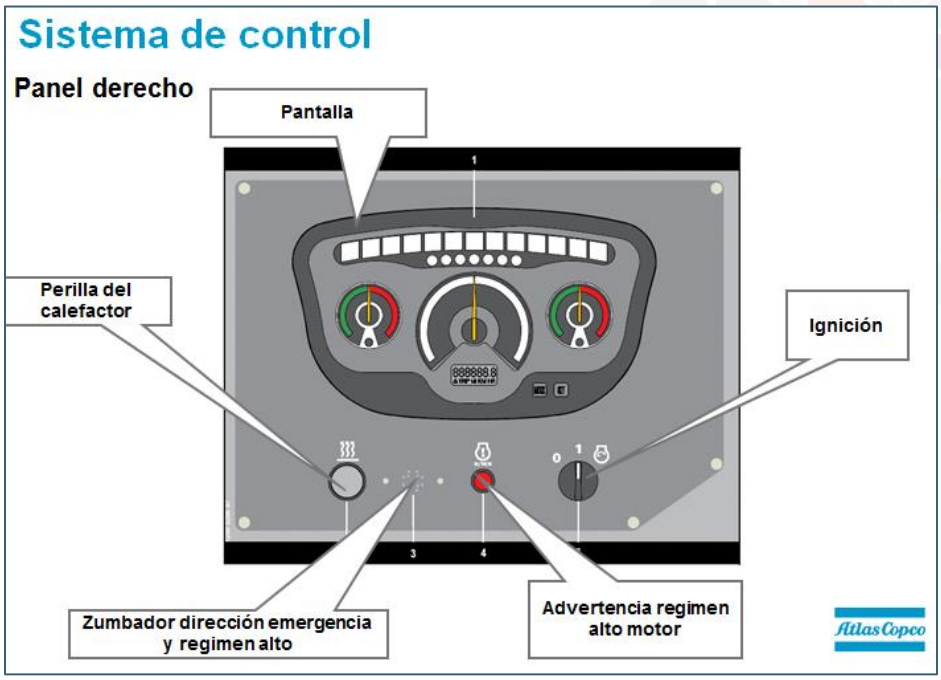


figura 172

En este sector del panel derecho, existe esta pantalla con sistemas de detección de signos vitales del equipo. Además, se encuentra ubicada la chapa de contacto para arranque del equipo, Advertencia de régimen alto de motor, Alarma sonora de régimen.

En la imagen siguiente se demuestra el panel con cada indicador de signos vitales.

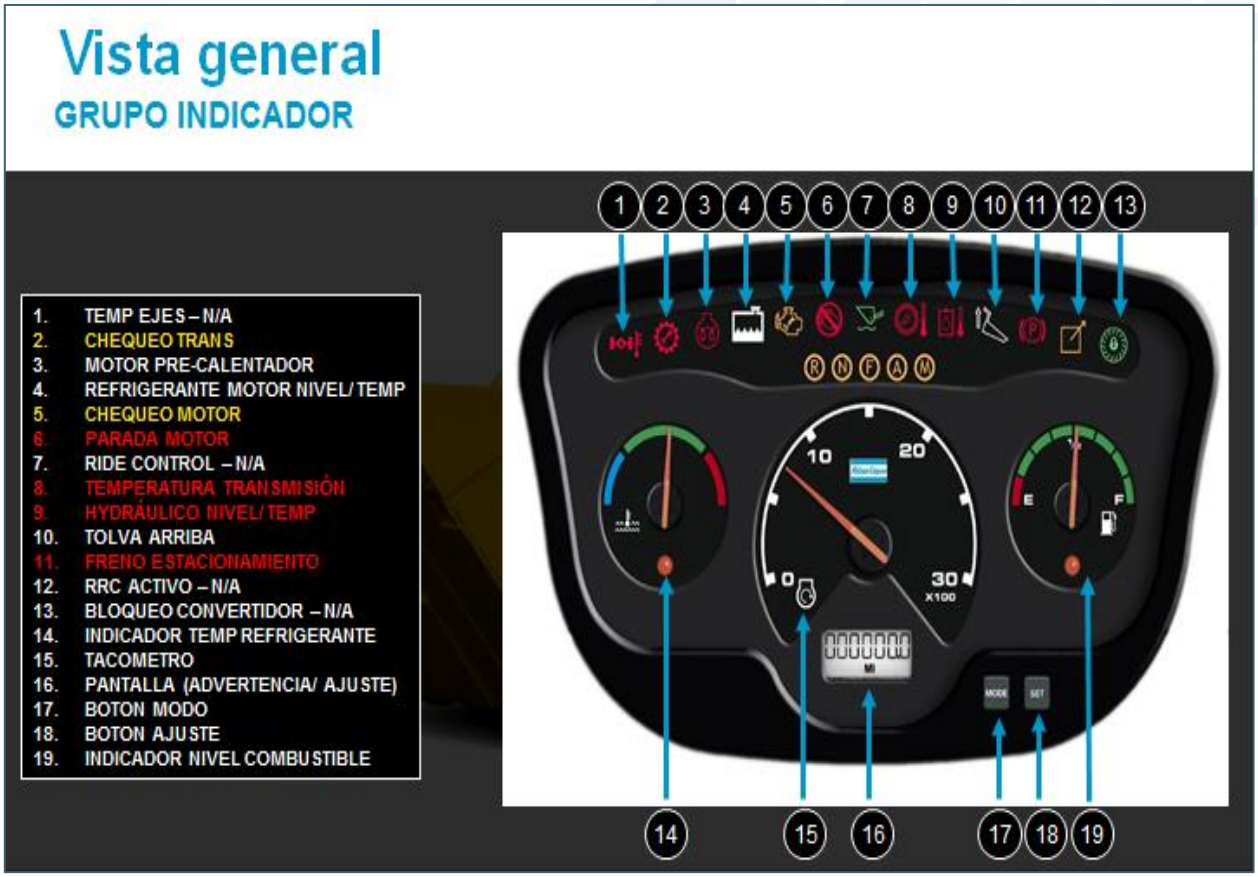


figura 173

2.14. Monitoreo de las operaciones.

En el monitoreo de las operaciones, estas se ejecutan por sistemas electrónicos en línea o por comunicación directa del operador y alguna persona que recepcione información, respecto del funcionamiento del proceso productivo, estos monitoreos son esenciales al minuto de realizar las operaciones para tener control de tirajes en cantidad, Calidad, respecto de las leyes que se requieren trabajar para la recuperación final del mineral que se extrae, Cobre de buena ley.

2.15. Sistema electrónico de monitoreo dispatch.

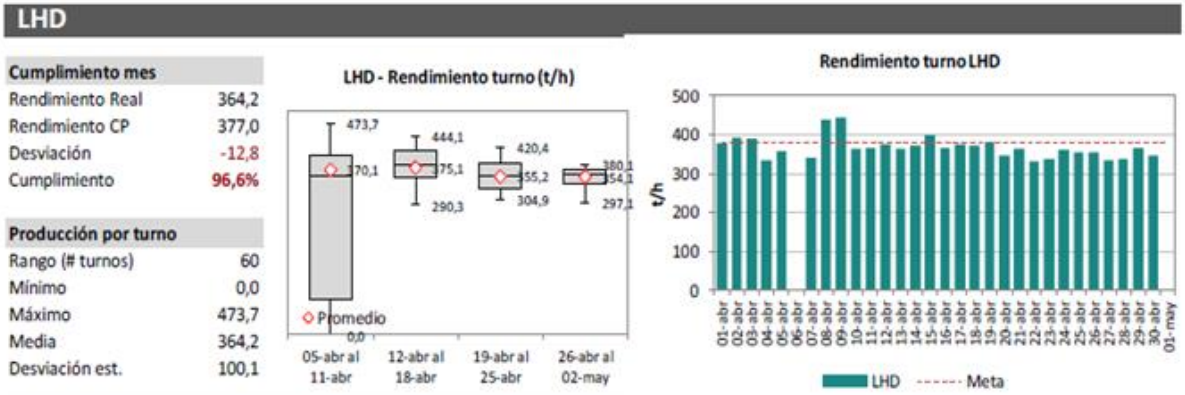
Este sistema de monitoreo sirve para cuantificar las horas productivas reales del equipo como horas efectivas de utilización, además para llevar un control en línea acorde a carta de extracción para los puntos donde se extrae mineral, así poder tener un mejor y equilibrado nivel de extracción de mineral sin perjudicar leyes ni perjudicar el sistema de explotación ya que por estas causas se pueden producir desbalances de mineral en el yacimiento y tener la posibilidad de

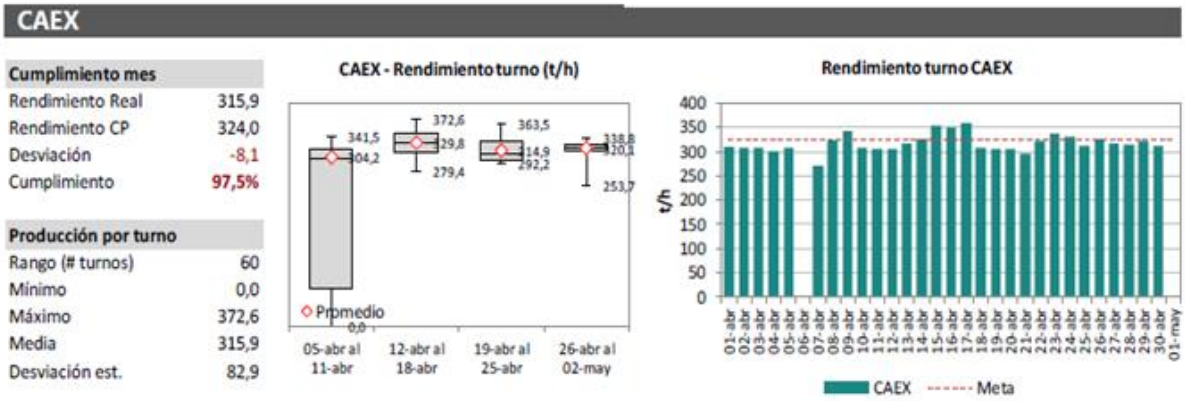
generar un hundimiento prematuro, además se genera una dilución de mineral producto que no se sacan las leyes correspondientes de mineral.

figura 174

Pantalla del sistema dispatch donde le llega información al operador de los puntos a extraer e información que debe transmitir desde el habitáculo como tiempos muertos y otras desviaciones del proceso de transporte para cuantificar como resultado final las horas efectivas de producción de cada operador y equipo.

Informe entregado por el sistema dispatch para los controles de producción





2.16. Problemas Frecuentes.

A.- En las operaciones de camiones los problemas más frecuentes son pérdidas por falas mecánicas de distintas índoles que hace tener menos equipos para realizar la producción.

B.- Otro problema es la irregularidad del proceso productivo al someter al sistema con muchos equipos y pocos puntos de vaciado o en los sistemas de vaciado de mineral producir atollos por rocas muy grandes que hay que reducir con martillos picadores.

C.- Problemas con los martillos picadores en los puntos de vaciado o martillero poco habilidoso para ejecutar el trabajo.

D.- Cambios de sentidos de dirección en forma reiterativa por reparaciones de pistas o equipos en pane.

E.- Puntos de extracción colgados o trancados no escurre mineral hay que someterlo a destranque con explosivos a esto hay que sumar desviaciones de tránsito y evacuaciones.

Repaso Conceptos Claves

IDENTIFICAR ESTÁNDARES OPERACIONALES, PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS.	IDENTIFICAR LAS MODALIDADES Y CIRCUITOS DE TRANSITO PARA EL LOGRO DE LA PRODUCCIÓN	APLICAR SEÑALETICAS DE LAS RUTAS Y VELOCIDADES PERMITIDAS.
Terminologías asociadas Procedimientos e Instructivos de operación de camiones.	Identificación de peligros y evaluación de riesgos. Operación del equipo.	Monitoreo de las operaciones y problemas frecuentes.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Materiales y componentes claves en la revisión del equipo

- **Estrategia Metodológica**
  El participante en grupos realizará y adjuntará por medio de fotografías las revisiones claves del equipo como inspección diaria.
- **Estrategia de Implementación de Actividades de Aprendizajes:**

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

1. **Objetivo**
   - Identificar y comprender los conceptos fundamentales de la revisión del equipo y sus pruebas de movimientos básicos.

2. **Materiales y recursos**
   - Cuaderno del participante
   - PC y proyector
   - Acceso a Internet
   - Simuladores y pantallas de videos.

3. **Descripción de la Actividad;** Los participantes utilizarán sus manuales para describir cada punto de revisión y sus características y estándares de operación.

Etapa	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Un check list de componentes y equipamientos claves de las revisiones y fundamente porque es prioritario 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)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a. Reúnen su grupo y seleccionan detalles de revisiones desde los manuales y analizan los chequeos justificando el porqué de las condiciones del equipo b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Toma evaluaciones de la participación de los alumnos- d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones

	tomadas con los otros operadores. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso. g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Termino de la actividad i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
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

3. Comunicación, sistemas de emergencias del equipo y actuación en caso de incendio en el equipo.

Aprendizaje esperado: Identificar normas y reglas establecidas para el estacionamiento al termino de las tareas.

Conceptos Claves

.APLICAR COMUNICACIÓN EFECTIVA Y EVALUAR SU EFECTIVIDAD.	APLICAR METODOS Y SISTEMAS DE EMERGENCIAS.	IDENTIFICAR UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN.
Utilización y comunicación efectiva de distribución de cargas Retroalimentación de la información	Identificar el funcionamiento y distribución de los sistemas de emergencia y bloquoes del equipo.	Identificación de los sistemas de extinción contra incendio como actuan y sus componentes..

Introducción:

En toda operación existen comunicaciones y sistemas de comunicaciones a distancia o por sistemas electrónicos de comunicación y radio transmisores. (VHS).

Pero en toda comunicación y en especial la de este tipo debe existir una relación auditiva muy clara para entender el mensaje, el que debe ser muy claro preciso y conciso, en donde el emisor no debe en su comunicación generar supuestos o especulaciones en el receptor. Una mala comunicación o coordinación, puede generar un incidente de gran envergadura por malos entendimientos o porque alguien interfirió en la comunicación radial.

Por estas razones es que las personas que se comunican por las frecuencias radiales, deben tener la claridad del mensaje a transmitir, la identificación con la persona que requiere comunicarse y la transmisión precisa de lo que requiere señalar.

Quien recibe la comunicación debe estar atento a lo mencionado por el emisor y si no entiende el mensaje, debe solicitar repetición de la información solicitando más detalles o solicitar una retroalimentación de lo que transmitió.

Así se logra tener comunicación eficiente para los procesos productivos.

3.1. Utilización y comunicación efectiva en distribución de cargas.

- La comunicación por el radio controlador es vital en el proceso productivo ya que de él depende en gran parte el buen desempeño de los equipos y la distribución de los equipos para el logro final de las metas productivas.

- Esta comunicación debe tener la claridad de las zonas donde se envía el equipo a realizar las extracciones, para así evitar aglomeraciones de equipos en los puntos de extracción ya que al ocasionar esta condición entorpece el proceso productivo generando demoras por espera de cargas o espera de puntos de vaciado.

3.2. Retroalimentación de la información.

- La retroalimentación es una buena alternativa de corroborar la información transmitida por el radio controlador. Con esta acción, se asegura de entender bien el mensaje, para luego ejecutar correctamente la tarea encomendada.

3.3. Sistemas de Bloqueo y emergencia del equipo.

figura 175

Bloqueo del sistema de Dirección, esta barra de color rojo es el seguro para instalar y bloquear el sistema de dirección, esta debe ser utilizada cuando los mantenedores ejecutan

mantención y pruebas con motor andando que pueda generar una articulación espontanea del equipo. Este (Hueso de Perro) llamado comúnmente realiza la tarea de bloqueo de dirección.

3.4. Válvulas de tope de dirección

Esta válvula cumple el objetivo de seguridad, de evitar que el cilindro que más se estira cuando el equipo vira a la derecha o izquierda, hace que el aceite del sistema hidráulico retorne a tanque liberando la fuerza del cilindro para evitar cortes de estos componentes.

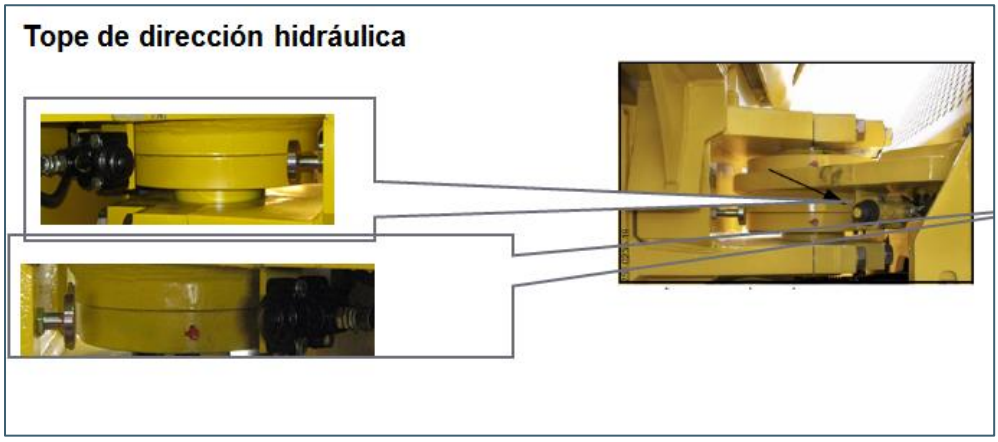


figura 176

3.5. Cuñas de bloqueo de ruedas.

Las cuñas de bloqueo de rueda son esenciales para evitar que el equipo se nos pueda mover en forma intempestiva en las pendientes de las calles de tránsito, recuerde que las calles en faenas mineras tienen como mínimo de inclinación de 2 % para el escurrimiento de aguas y barros, por esta razón los equipos se pudieran desplazar. Por esta razón es que existe este tipo de bloqueo.

figura 177

3.6. Paradas de emergencia y master switch de energía.

Estos dispositivos son de pulso y se instalan a la mano del operador para accionarlos en caso de condiciones de peligros.

El master Switch Conocido comúnmente como (Corta corrientes) cumple la función de establecer energía eléctrica “0” dejando el equipo sin conexión eléctrica.

3.7. Identificación de los sistemas contra incendio

Sistema manual de extinción:

A.- Existen dos sistemas manuales contra extinción de incendio uno con carga permanente de aire o gas. Este extintor es de uso frecuente en autos o equipos en que el operador debe fijarse bien en sus controles como etiquetas de revisión o la carga que presenta en el manómetro incorporado que indica el nivel de carga de aire o la perdida de este de diferentes medidas o capacidades de cargas en Polvo Químico Seco.

B.- Otro con cargas de aire independiente por capsula de aire o gas

A.- Este extintor tiene una capsula de aire que bordea los 60 a 80 Psi de presión de aire o gas este dispositivo se revisa periódicamente que no esté activada la capsula y que este bien sujeta a los acoples del extintor.

3.8. Sistema de extinción centralizado.

Sistema de extinción con disparador de capsulas tiene una en interior cabina y otra en el exterior del equipo. Estos dispositivos están interconectados entre si pudiendo ser activados cualquiera de los dos, estos dispositivos envían presión de aire a una capsula mayor de 3.200 Psi siendo esta la que activa los extintores centralizados del equipo que están dirigidos a los componentes críticos del equipo.

A.- Morro de arranque.

B.- Alternador y bomba de aire acondicionado.

C.- Bomba de Combustible.

D.- Isla de mantención de Filtros.

E.- Turbo compresor.

F.- Estanque de combustible.

G.- Estanque Hidráulico.

H.- Cajas de transmisión

I.- Compartimientos de baterías.

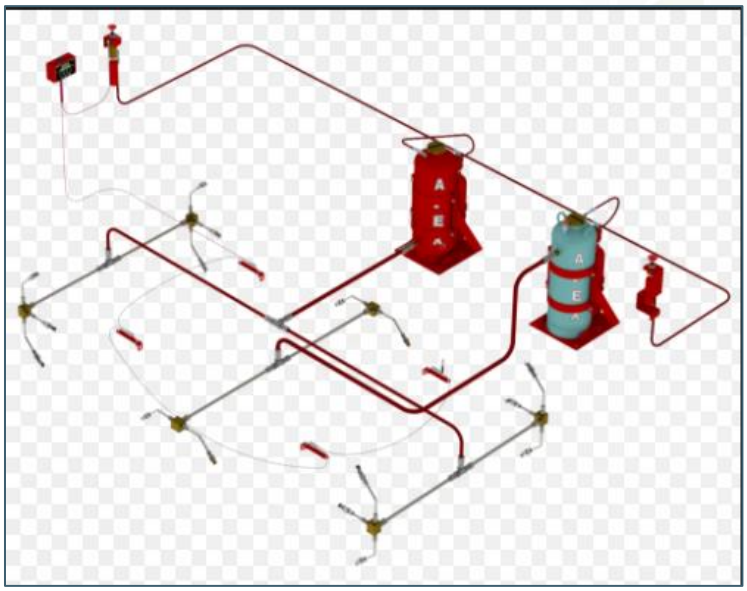


figura 178

figura 179

3.9. Características de estos equipos instalados en las maquinarias subterráneas.

A.- Que el equipo instalado este calculado para el equipo y lugar a proteger.

B.- Que sea instalado por personal calificado.

C.- Que tenga las boquillas de descargas necesarias en cantidad y tipo de estas.

D.- Modelos que se ocupan frecuente mente. C1/2, V 1/2, F ½.

E.- Importante, la mantención periódica de todos los elementos del sistema de extinción.

F.- Los largos de los ductos mangueras, deben ser la más uniforme posible para evitar desbalances en la actuación de cada una de las boquillas.

Hoy existen sistemas más modernos en equipos de extinción, que se activan solos, esto para cautelar que el equipo se dispare solo al minuto de detectar fuego. Así dar una mayor seguridad al operador ya que en una eventual emergencia, no sabemos cómo reacciona una persona y por lo tanto puede generar errores y bloqueos en su accionar.

Repaso Conceptos Claves

.APLICAR COMUNICACIÓN EFECTIVA Y EVALUAR SU EFECTIVIDAD.	APLICAR METODOS Y SISTEMAS DE EMERGENCIAS.	IDENTIFICAR UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN.
.Utilización y comunicación efectiva de distribución de cargas Retroalimentación de la información	Identificar el funcionamiento y distribución de los sistemas de emergencia y bloquoes del equipo.	Identificación de los sistemas de extinción contra incendio como actuan y sus componentes..

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Generación de información respecto de canales y formas de comunicación en el proceso y estados de emergencias.

- **Estrategia Metodológica**
  El participante en grupos realizara y adjuntara mediante PPT. Los canales informativos y comunicaciones efectivas además reunirán antecedentes de sistemas de extinción contra incendio.

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

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

1. **Objetivo**

   - Identificar y comprender los conceptos fundamentales de comunicación eficiente para el proceso y las comunicaciones y actuaciones de dispositivos de seguridad contra incendio.

2. **Materiales y recursos**

   - Cuaderno del participante.
   - PC y proyector.
   - Acceso a Internet.
   - Simuladores y pantallas con videos.

3. **Descripción de la Actividad:** Los participantes utilizarán sus manuales para describir la calidad de la información y la utilización de dispositivos de extinción centralizados y manuales.

Etapa	Especificaciones
Inicio	La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Un desglose de etapas de la comunicación para lograr su efectividad y reunir información respecto de los sistemas y componentes de extintores centralizados y manuales. 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)
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes indicaciones para el desarrollo de la actividad: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado 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. Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos. Ejemplo: a. Reúnen su grupo y seleccionan detalles de revisiones desde los manuales y analizan los chequeos justificando el porqué de las condiciones del equipo en sistemas de comunicación y extinción. b. Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas c. Toma evaluaciones de la participación de los alumnos- d. Registran los resultados en formato definido para ese efecto

	e. Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los otros operadores. f. Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso. g. Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones h. Termino de la actividad i. Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario
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 desarrollada respecto de la comunicación y los sistemas centralizados.

Fuentes Referenciales

Manuales técnicos de equipos ATLAS MT-6020.

Manuales personales diseñados para la operación de equipos en faenas mineras subterráneas

Procedimientos e Instructivos División Andina Codelco Chile.

Uso de información de Internet.

Consej
ección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, San
Teléfono: (562) 2347 2
www.ccim

MÓDULO:

TRANSPORTAR MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA

MÓDULO: TRANSPORTAR MINERAL CON CAMIONES DE ALTO TONELAJE EN MINA

1. Reconocer Partes Principales del Equipo

Aprendizaje esperado: Reconocer información por carta de tiraje o distribución por nombrada del despachador de cargas, detectando condiciones de pistas anormales

Conceptos Claves

REVISIÓN ESTRUCTURAL DEL EQUIPO	PRUEBA DE MOVIMIENTOS BÁSICOS	REVISIONES DEL SISTEMA DEL EQUIPO
Revisión turno a turno del equipo en componentes estructurales con la finalidad de un buen desempeño.	Ejecutar pruebas y observar respuestas para determinar la utilización.	Revisión del sistema que opera el equipo.

Resumen de contenido

Aprenderemos a reconocer partes principales de los equipos y que revisten una alta importancia en la calidad de la inspección diaria, ya que de esto depende de la seguridad del conductor, del equipo y del proceso productivo, esta revisión debe ser realizada en altos estándares de calidad y sin titubeos, puesto que hay mucho involucrado durante la operación del equipo, como vidas humanas del conductor y del personal que circunda las labores productivas, además, estas condiciones están estipuladas como normas del reglamento de tránsito e ingreso de vehículos en minas subterráneas, las que rigen con parámetros obligatorios para cumplir y ejecutar en las revisiones. Por esta razón son de vital importancia cumplirlas y respetarlas a cabalidad.

Para estas revisiones existen Listas de chequeo que ayudan al operador a realizar una inspección más meticulosa de ciertos componentes y observaciones de condiciones que son

relevantes al minuto de realizar este chequeo, por eso esta lista de chequeo debe ser llenada a conciencia por el operador, siempre pensando en su seguridad, la seguridad del equipo y la seguridad de la continuidad del proceso. Otra observación en esta lista de chequeo es que, al minuto de realizarla, los operadores vulneran muchas veces por un estado de complacencia, trabajar con condiciones anómalas en los equipos, exponiéndose a riesgos innecesarios.

Revisión de pasa manos y peldaños de acceso a la cabina, estos componentes que se ven muy someros, se deben revisar, ya que no deben tener condiciones que expongan al operador a accidentes en las manos o en los pies, por tener estas condiciones defectuosas con rebabas o doblados en el caso de las pasa manos y en el caso de los peldaños que se encuentren firmes para soportar el peso del operador sin resbalar o caer repentinamente.

- **Revisión de ruedas en posición 1**: (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).
- **Revisión de articulación central** (Enfriador de la Up y Drop box, Fugas por las mangueras, revisar pasadores superiores e inferiores de la articulación, cilindros de dirección bancadas de fijación, Cardan, Válvula de tope de dirección).
- **Seguro para bloqueo de dirección:** Articulación central. (Hueso de Perro)
- **Cilindro de levante y volteo de tolva**: (bancadas inferiores y superiores, pasadores con grasa, fugas por mangueras del sistema hidráulico).
- **Revisión rueda posición 3:** (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).
- **Limpieza de focos y sistemas de seguridad de la parte de atrás del equipo:** (Cámara de tv, baliza, luces de trocha y luces de marcha a tras).
- **Revisión rueda posición 4:** (banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).
- **Cilindro de levante y volteo de tolva:** (bancadas inferiores y superiores, pasadores con grasa y fugas por mangueras del sistema hidráulico).
- **Revisión articulación central:** (Válvula de tope de dirección, fugas de aceite, niveles de aceite, caja de transferencia up y Drop box, cardan, grasa en pasadores y Revisión nivel estanque hidráulico).
- **Revisión rueda posición 2:(**banda de rodado, banda lateral, pernos de rueda, Segura del aro de la llanta y tapa válvula).
- **Revisión de la zona de mantenimiento:** (Nivel aceite de motor, Limpiar push de sistema centralizado contra incendio, revisión de filtros de aire, revisión de nivel de petróleo, revisión nivel de refrigerante de motor, revisión de peldaños y pasa manos, Correas de ventilación y alternador).

Hoy en día, los equipos en su gran mayoría, estas revisiones son realizadas desde el piso, para evitar que el operador se esté subiendo a revisar aceites y otros componentes, exponiéndose a malas posturas para ejecutar estas revisiones.

- **Limpieza de vidrios de Cabina:** Un operador consiente de su calidad operativa, siempre debe tener el mejor margen de visión, por esta razón es que se deben limpiar todos los vidrios del equipo tanto exterior como interior.
- **Limpieza de cámara de carga de la tolva y Marcha a tras:** Es vital ya que, por el tamaño de estos equipos, los puntos ciegos del operador se ven aumentados, por lo tanto, estas cámaras ayudan bastante en la conducción.
- **Revisión estado de tolva:** Es vital ya que, de esta revisión, depende que el equipo no traslade caras parásitas o enllampes, que no ayudan a la producción del equipo.
- **Chequeo nivel de aceite de caja de transmisión:** En caso que el equipo se revise desde arriba, como existe en algunos modelos.

Las pruebas de movimientos básicos para equipos de minería subterránea, son exigidas por el DS 132 del SERNAGEOMIN, con el objetivo de evitar detenciones no esperadas o condicione de riesgos innecesarias, ya que las faenas productivas subterránea, no tienen las mismas condiciones de espacios abiertos y sus labores son estrechas, por lo que los riesgos aumentan desde el minuto que se pueda perder el control del equipo, la probabilidad de estrellarse contra las labores de macizo rocoso son altas y sus consecuencias pueden ser fatales.

Este componente que pareciera irrelevante en la operación del equipo, hoy reviste una gran importancia desde el punto de vista de alertar ciertas condiciones de operación, por esta razón hoy debe estar operativa 100% , el objetivo de emitir estos sonidos es alertar al personal que circunda por el sector del equipo y tome los resguardos pertinentes, ya que el operador en el habitáculo de cabina tiene puntos ciegos que él no ve y con el apoyo de cámaras es insuficiente por lo demás y haciendo un alcance, ¿Cuántas personas y niños han sido atropellados en sus casas, por estar en los puntos ciegos del vehículo, cunado los están moviendo para estacionar? Código de bocinas para las siguientes maniobras vinculadas a las pruebas de movimientos básicos: Un toque de bocina: Es para alertar que el operador pondrá en marcha el motor del equipo, dos toques de bocina: Es para alertar que el equipo se desplazara hacia delante, tres Toques de bocina: Es para alertar que el equipo se moverá hacia atrás, más de tres toques o toque prolongado de bocina indica que es condicione de peligro.

La prueba de dirección es de crucial importancia, ya que, el operador debe certificar que el equipo se mueve bajo los requerimientos acorde al volante, si esta respuesta es tardía, o no responde el equipo en su movimiento, o si es demasiado lento para girar, el equipo debe quedar fuera de servicios. Este movimiento se debe ejecutar para ambos lados.

Esta prueba se debe ejecutar en un lugar plano y en un corto trecho, alertando con toques de bocina el movimiento que ejecutará para alertar a las personas que se encuentren en las cercanías.

Al realizar estas pruebas de marchas, se debe seleccionar una marcha alta en caso de ser cajas mecánicas, y en caso de ser cajas automáticas se debe seleccionar mando directo, para evitar tener mayor torque o desplazamiento rápido del equipo, una vez desplazado el equipo, el operador aplica frenos de servicios, estos deben responder acorde al requerimiento del operador si la respuesta es lenta o no responde, el equipo debe quedar fuera de servicios por freno.

La misma tarea se debe ejecutar marcha atrás, con los toques de bocinas correspondientes, para generar la alerta y ejecutar los mismos procedimientos para el frenado del equipo.

Prueba de sistema de levante y volteo de tolva, este sistema de levante, debe ser operado con sumo cuidado del sector donde se ejecuta, por las instalaciones que pudiere haber sobre el sector donde se realizara la prueba o solo debe el operador levantar lo suficiente para detectar que existe movimiento tanto de subida como bajada. En caso que no responda el equipo queda fuera de servicios.

Prueba de sistemas con los que operara el operador en el equipo, Esta prueba consiste en verificar el buen funcionamiento del sistema de luces del equipo, tanto de marcha atrás y adelante, ya que, son vitales para el operador, porque en minería subterránea, el 100% de la faena es con luz artificial, por lo que deben estar operativas, además: verificar el sistema de comunicación radiofrecuencia, (Radio VHF), verificar el sistema de información producción si es que los tiene(DISPATCH), verificar si el sistema de control remoto de buzones si es que los tiene esta operativo, verificar el buen funcionamiento del sistema de regulación de amortiguación del asiento, verificar el buen funcionamiento del sistema de aire acondicionado de la cabina si es que lo tiene, verificar el buen funcionamiento de los sistemas de sonidos de marcha atrás, verificar la papeleta auto adhesiva de chequeo de los sistemas de extinción centralizados y manuales, fecha de revisión y fecha de vencimientos, revisión del auto adhesivo de control de gases de emisión del equipo, por ser mina subterránea, estos deben ser chequeados mensualmente por controlar las emisiones de gases.

ACTIVIDAD N° 1

Actividad de Aprendizaje:

-Aplicación de lista de chequeo diario turno a turno y reconocimiento de Partes y componentes principales y determinantes para la correcta operación.

Objetivo

-Determinar las inspecciones rigurosas y comprender los conceptos fundamentales de la revisión del equipo turno a turno.

Materiales y recursos

-Equipo en terreno

-Manuales y check list del equipo.

-Simuladores a escala real de operación.

- **Estrategia Metodológica**
  Los participantes aplicaran el listado de verificación diaria o check list de componentes y sus ubicaciones como revisión del equipo en inicio, durante y termino del turno.

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

Estrategia de implementación:	
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en equipo	
Recurso Audiovisual	✓
Propuestas de Situaciones Problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Trabajo en terreno	✓

INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: Identificar ubicación y componentes claves para determinar una correcta operación o detención del equipo.

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realizan lo siguiente: Buscan información en manuales y fichas técnicas sobre componentes críticos del equipo. Para la correcta operación

Se forman grupos con un número de participantes acorde al total de asistentes a la actividad de aprendizaje. (De 2 a 5 participantes promedio)

Desarrollo de la actividad

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

Realizar chequeo pre-operacional realizando un chequeo exhaustivo de componentes críticos y pruebas de movimientos básicos de operación.

El instructor es responsable de la correcta identificación, evaluación y controles de riesgos en relación a la actividad.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

Ejemplo:

a. **Aplican check list y pruebas de movimientos básicos.**
b. **Instructor hace una breve demostración de movimientos básicos. y responde a las preguntas en caso de dudas**
c. **Solicita que le identifiquen componentes claves su ubicación y sus funciones.**
d. **Registran los resultados en formato definido para ese efecto**
e. **Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas en las evaluaciones.**
f. **Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso, (de la letra a. a la d.)**
g. **Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones**
h. **Termino de la actividad**
i. **Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario**

Cierre de la actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, respecto de las revisiones y movimientos básicos. Comenta lo resultados de las actividades desarrolladas. Focalizando el tema prácticas en simuladores de operación.

Duración de la actividad
60 minutos.

RESUMEN

Realizar revisión del equipo en cada turno y sus componentes estructuales para un buen desempeño y evitar tiempos muertos, ejecutar pruebas y tener respuestas de éstas, y para finalizar revisión de los sistemas con los que opera el equipo.

2. Aplicar procedimientos e instructivos de operación en el proceso de sistemas de transporte.

Aprendizaje esperado: Aplicar procedimiento de posicionamiento en el punto de carguío

Conceptos Claves

IDENTIFICAR ESTÁNDARES OPERACIONALES	IDENTIFICAR MODALIDADES, CIRCUITOS TRANSITORIO	APLICACIÓN DE SEÑALÉTICA
Terminologías asociadas, procedimientos e instructivos.	Identificar posibles peligros, analizar futuros riesgos.	Monitoreo de las operaciones y problemas frecuentes.

Resumen de contenido

Las operaciones subterráneas con equipos de transporte de mineral, son complejas desde el punto de vista de las coordinaciones, informaciones emitidas por sistemas de radio transmisores, y sobre todo visibilidad del conductor, a esto hay que sumar los espacios reducidos y la utilización de luz artificial durante todas las jornadas en el que se produzca un desgaste adicional del operador por el esfuerzo que se genera desde las condiciones físicas del operador.

Cada proceso minero en construcción u operación de producción, debe contar con procedimientos que grafiquen y ordenen cómo se ejecutarán las tareas de operación de equipos. Contemplando las modalidades y direccionamientos de cómo se realizarán las tareas ya que de este ordenamiento depende el cuidado del personal, infraestructuras y proceso en sí.

Los procedimientos estipulan reglas generales del proceso de operación de camiones, donde describen las condiciones que debe reunir el equipo, las instalaciones y la forma de actuar del personal involucrado en esta etapa del proceso, además el procedimiento estipula el direccionamiento y coordinaciones requeridas para acceder al loop de transporte o circuito de camiones, ya sea en forma peatonal si es que está permitido o en vehículos con las normas establecidas para ser avistado en forma oportuna por los operadores de equipos mayores y para

finalizar el procedimiento estipula las reglas de tránsito o cambios de circulación si se requiere por razones de arreglos de vías o equipos averiados..

Si este documento está referido a la operación de equipo propiamente tal, estipula desde la forma en que se debe revisar el equipo hasta ponerlo en funcionamiento en el proceso productivo detallando en el accionar del operador. esto con el objetivo de tornar al operador más metódico, ya que esta condición de ser metódico y ordenado significa un resguardo en seguridad para el conductor operador y el equipo en sí, Cabe destacar que los instructivos son diseñados por operadores y jefes de turnos para ordenar el proceso de cómo se ejecutara la tarea de transporte de mineral y en qué condiciones se realizara, en estos acuerdos deben ser difundidos a todos quienes operen y tenga intervención directa o esporádica dentro del proceso productivo.

Una buena identificación de peligros, hace que el operador anticipe la visión de posibles eventos, así logra tomar resguardos preventivos ante la ocurrencia de un evento no deseado, es decir en otras palabras, el operador de torna pre-visor anticipándose a ver y detectando oportunamente condiciones y posibles actos que pueden originar un accidente, peligros que se pueden detectar en la operación de equipos de alto tonelaje y bajo perfil, Revisión inadecuada del equipo, Transitar a exceso de velocidades en plano o en rampa, Bajar con el equipo en rampa sin enganche de marchas, Utilizar el equipo defectuoso o fuera de estándar, Tránsito de peatones en las vías de desplazamiento de los equipos, No respetar señaléticas de tránsito, Operar el equipo en malas condiciones físicas, Escurrimiento de agua barro por las pistas de tránsito.

El operador siempre debe tratar de cargar en forma eficiente el equipo ya que de esto depende la regularidad y continuidad de los procesos y el cuidado del medioambiente y el equipo, Se evitan pérdidas de tiempo por esperas de limpieza, perdidas de neumáticos y pérdidas de producción al tener equipos detenidos, busque siempre la efectividad y eficiencia en su trabajo, esto le generara grandes dividendos de su calidad como operador y productor del proceso.

En virtud de que los equipos han crecido en capacidad de cargas en minería subterránea, estos a su vez se han potenciado en los sistemas de frenados de los equipos para evitar que el operador requiera de hacer un gran esfuerzo por frenar el equipo desde los comandos de las cabinas, por esta razón hoy gran parte de ellos han instalado sistemas de frenos SAHR.

Los sistemas de dirección se han modernizado a raíz de que los equipos han crecido en sus capacidades de cargas, esto con el objetivo que el operador ejerza la menor fuerza posible en los comandos de dirección. Por esta razón es que hoy la gran mayoría de los equipos son comandados hidráulicamente.

Hoy en día las capacidades de fluidos están orientadas a que el equipo tenga la mayor cantidad de horas de operación y autonomía para evitar las pérdidas de tiempos por rellenos de fluidos sobre todo el relleno de combustible. Al tener mayor cantidad de litros de capacidad, el estanque permite que el equipo sea reabastecido una sola vez por día, antiguamente los equipos tenían que ser reabastecidos cada turno lo que implicaba pérdidas de tiempo por relleno, además, hoy en la cantidad de fluidos por aceites de Transmisión, Estanque hidráulico, Ejes diferenciales,

cajas de transferencias y motor, se establece por controlar la cantidad de residuos líquidos producto de las mantenciones. La gran mayoría de ellos son reciclables o dializables, lo que permite tener mayor cantidad de horas de utilización en los equipos. Objetivo final sacar lo menos de residuos líquidos contaminados al medioambiente, los diseños por parte de los fabricantes hoy se han fortalecido en proporcionar una protección adicional a los habitáculos de operación, ya sean estos Canopi o cabinas presurizadas para los equipos de transporte de mineral de bajo perfil.

Sistemas de control en panel de comandos y signos vitales del equipo

El panel de control de cabina se divide en tres: Panel Izquierdo, Panel central, Y panel derecho cada uno con comandos y funciones específicas de control operacional.

- Panel Izquierdo.

En este panel se encuentran las luces de carretera delantera, trasera y de tolva. Además, se encuentran ubicados los fusibles térmicos del control eléctrico del equipo, otros controles como la presurización de cabina y los controles de anulación de códigos y prueba de frenos.

En este panel se encuentran ubicadas las luces de virajes derecha e izquierda, las luces de presiones de las cajas de transmisiones Up box y drop box, además la de temperatura de las cajas de transmisión, luz de mantenimiento de motor nivel bajo de bomba de lubricación (Deposito de Grasa) Acople de diagnóstico.

Sistemas de control signos vitales del equipo, en este sector del panel derecho, existe esta pantalla con sistemas de detección de signos vitales del equipo. Además, se encuentra ubicada la chapa de contacto para arranque del equipo, Advertencia de régimen alto de motor, Alarma sonora de régimen.

A.- En las operaciones de camiones los problemas más frecuentes son pérdidas por falas mecánicas de distintas índoles que hace tener menos equipos para realizar la producción.

B.- Otro problema es la irregularidad del proceso productivo al someter al sistema con muchos equipos y pocos puntos de vaciado o en los sistemas de vaciado de mineral producir atollos por rocas muy grandes que hay que reducir con martillos picadores.

C.- Problemas con los martillos picadores en los puntos de vaciado o martillero poco habilidoso para ejecutar el trabajo.

D.- Cambios de sentidos de dirección en forma reiterativa por reparaciones de pistas o equipos en pane.

E.- Puntos de extracción colgados o trancados no escurre mineral hay que someterlo a destranque con explosivos a esto hay que sumar desviaciones de tránsito y evacuaciones

ACTIVIDAD N° 2

Actividad de Aprendizaje:

-Aplicación de procedimientos e instructivos de operación paraa el cumplimiento de las metas productivas.

Objetivo

-Cumplir con las regalas estaablecidas en procedimeintos y detectar desviaciones en control de operación.

Materiales y recursos

-Cuaderno del participante

-Procedimientos e Instructivos.

-Equipo en terreno en circulación.

-Simuladores y pantallas de videos.

- **Estrategia Metodológica**
  El instructor realiza demostración al alumno de cumplimientos de procedimientos de operación

- **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	✓
Trabajo en terreno	✓

INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: Los participantes utilizarán sus manuales para describir cada punto de revisión y sus características y estándares de operación.

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: **Aplicación de procedimiento o instructivo en terreno acorde al proceso productivo.**

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)

Desarrollo de la actividad

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

Demostración de aplicación de procedimientos e instructivos en los circuitos de operación con los alumnos en terreno.

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado

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.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

Ejemplo:

a. **Aplicación de procedimiento de operación en terreno.**
b. **Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas**
c. **Evalúa el accionar de la participación de los alumnos.**
d. **Registran los resultados en formato definido para ese efecto**
e. **Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los otros operadores.**
f. **Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso.**
g. **Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones**
h. **Término de la actividad**
i. **Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario**

Cierre de la actividad

El instructor refuerza los conceptos que contemplan los procedimientos e instructivos aprendidos, y comenta lo resultados de las actividades desarrolladas, despeja dudas.

Duración de la actividad

60 minutos.

RESUMEN

Reconocer las terminologías asociadas en procedimientos e instructivos de operación de camiones, identificar los peligros y realizar una evaluación de éstos, monitoreo de las operaciones y sus problemas frecuentes.

3. Comunicación, sistemas de emergencias del equipo y actuación en caso de incendio en el equipo.

Aprendizaje esperado: Reconocer zonas de estacionamiento y sus condiciones reportando en check list el término del proceso y condiciones del equipo.

Conceptos Claves

APLICACIÓN DE COMUNICACIÓN EFECTIVA.	APLICAR MÉTODOS Y SISTEMAS DE EMERGENCIAS.	IDENTIFICAR UBICACIÓN Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN.
Utilización y comunicación efectiva de distribución de cargas . Retroalimentación de la información.	Identificar el funcionamiento y distrubución de los sistemas de emergencias y bloqueos de equipo.	Identificación de los sistemas de extinción contra incendios y como actuan sus componentes

Resumen del contenido

En toda operación existen comunicaciones y sistemas de comunicaciones a distancia o por sistemas electrónicos de comunicación y radio transmisores. (VHS).

Pero en toda comunicación y en especial la de este tipo debe existir una relación auditiva muy clara para entender el mensaje, el que debe ser muy claro preciso y conciso, en donde el emisor no debe en su comunicación generar supuestos o especulaciones en el receptor. Una mala comunicación o coordinación, puede generar un incidente de gran envergadura por malos entendimientos o porque alguien interfirió en la comunicación radial.

Por estas razones es que las personas que se comunican por las frecuencias radiales, deben tener la claridad del mensaje a transmitir, la identificación con la persona que requiere comunicarse y la transmisión precisa de lo que requiere señalar.

Quien recibe la comunicación debe estar atento a lo mencionado por el emisor y si no entiende el mensaje, debe solicitar repetición de la información solicitando más detalles o solicitar una retroalimentación de lo que transmitió.

Utilización y comunicación efectiva en distribución de cargas, la comunicación por el radio controlador es vital en el proceso productivo ya que de él depende en gran parte el buen desempeño de los equipos y la distribución de los equipos para el logro final de las metas productivas, esta comunicación debe tener la claridad de las zonas donde se envía el equipo a realizar las extracciones, para así evitar aglomeraciones de equipos en los puntos de extracción ya que al ocasionar esta condición entorpece el proceso productivo generando demoras por espera de cargas o espera de puntos de vaciado.

La retroalimentación es una buena alternativa de corroborar la información transmitida por el radio controlador. Con esta acción, se asegura de entender bien el mensaje, para luego ejecutar correctamente la tarea encomendada.

Bloqueo del sistema de Dirección, esta barra de color rojo es el seguro para instalar y bloquear el sistema de dirección, esta debe ser utilizada cuando los mantenedores ejecutan mantención y pruebas con motor andando que pueda generar una articulación espontanea del equipo. Este (Hueso de Perro) llamado comúnmente realiza la tarea de bloqueo de dirección.

Las cuñas de bloqueo de rueda son esenciales para evitar que el equipo se nos pueda mover en forma intempestiva en las pendientes de las calles de tránsito, recuerde que las calles en faenas mineras tienen como mínimo de inclinación de 2 % para el escurrimiento de aguas y barros, por esta razón los equipos se pudieran desplazar. Por esta razón es que existe este tipo de bloqueo.

Estos dispositivos son de pulso y se instalan a la mano del operador para accionarlos en caso de condiciones de peligros, el master Switch Conocido comúnmente como (Corta corrientes) cumple la función de establecer energía eléctrica “0” dejando el equipo sin conexión eléctrica.

Sistema manual de extinción:

A.- Existen dos sistemas manuales contra extinción de incendio uno con carga permanente de aire o gas. Este extintor es de uso frecuente en autos o equipos en que el operador debe fijarse bien en sus controles como etiquetas de revisión o la carga que presenta en el manómetro incorporado que indica el nivel de carga de aire o la perdida de este de diferentes medidas o capacidades de cargas en Polvo Químico Seco.

B.- Otro con cargas de aire independiente por capsula de aire o gas

A.- Este extintor tiene una capsula de aire que bordea los 60 a 80 Psi de presión de aire o gas este dispositivo se revisa periódicamente que no esté activada la capsula y que este bien sujeta a los acoples del extintor.

Sistema de extinción con disparador de capsulas tiene una en interior cabina y otra en el exterior del equipo. Estos dispositivos están interconectados entre si pudiendo ser activados cualquiera de los dos, estos dispositivos envían presión de aire a una capsula mayor de 3.200 Psi siendo esta la que activa los extintores centralizados del equipo que están dirigidos a los

componentes críticos del equipo, morro de arranque, alternador y bomba de aire acondicionado, bomba de Combustible, isla de mantención de filtros, turbo compresor, estanque de combustible, estanque hidráulico, cajas de transmisión, compartimientos de baterías.

Características de estos equipos instalados en las maquinarias subterráneas, que el equipo instalado este calculado para el equipo y lugar a proteger, que sea instalado por personal calificado, que tenga las boquillas de descargas necesarias en cantidad y tipo de estas, modelos que se ocupan frecuente mente. C1/2, V 1/2, F ½, importante, la mantención periódica de todos los elementos del sistema de extinción, los largos de los ductos mangueras, deben ser la más uniforme posible para evitar desbalances en la actuación de cada una de las boquillas.

Hoy existen sistemas más modernos en equipos de extinción, que se activan solos, esto para cautelar que el equipo se dispare solo al minuto de detectar fuego. Así dar una mayor seguridad al operador ya que en una eventual emergencia, no sabemos cómo reacciona una persona y por lo tanto puede generar errores y bloqueos en su accionar.

ACTIVIDAD N° 3

Actividad de Aprendizaje:

-Registro de información respecto de canales y formas de comunicación en el proceso y estados de emergencias.

Objetivo

-Identificar y comprender los conceptos fundamentales de comunicación eficiente para el proceso y las comunicaciones y actuaciones de dispositivos de seguridad contra incendio.

Materiales y recursos

-Cuaderno del participante.

-PC y proyector.

-Acceso a Internet.

-Simuladores y pantallas con videos.

- **Estrategia Metodológica**
  El participante en grupos realizara y adjuntara mediante PPT. Los canales informativos y comunicaciones efectivas además reunirán antecedentes de sistemas de extinción contra incendio.

- **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	✓
Trabajo en terreno	

INSTRUCCIONES

Descripción de la Actividad: Los participantes utilizarán sus manuales para describir la calidad de la información y la utilización de dispositivos de extinción centralizados y manuales.

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Un desglose de etapas de la comunicación para lograr su efectividad y reunir información respecto de los sistemas y componentes de extintores centralizados y manuales.

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)

Desarrollo de la actividad

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

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado

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.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

Ejemplo:

- **a.** Reúnen su grupo y seleccionan detalles de revisiones desde los manuales y analizan los chequeos justificando el porqué de las condiciones del equipo en sistemas de comunicación y extinción.
- **b.** Instructor hace una breve demostración y responde a las preguntas en caso de dudas
- **c.** Toma evaluaciones de la participación de los alumnos-
- **d.** Registran los resultados en formato definido para ese efecto
- **e.** Comparan los resultados obtenidos de las mediciones tomadas con los otros operadores.
- **f.** Los participantes desarrollan la actividad, según pauta entregada por instructor, paso a paso.
- **g.** Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones
- **h.** Termino de la actividad
- **i.** Participante realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario

Cierre de la actividad

El instructor refuerza los conceptos y habilidades aprendidas, y comenta lo resultados de las actividades desarrollada respecto de la comunicación y los sistemas centralizados.

Duración de la actividad

60 minutos.

RESUMEN

Utilizar comunicación efectiva en la distribución de cargas y así retroalimentar la información, identificar los problemas de distribución de sistemas de emergencia y bloqueo, identificar sistema de extinción contra indendios.

Fuentes Referenciales

Manuales técnicos de equipos ATLAS MT-6020.

Manuales personales diseñados para la operación de equipos en faenas mineras subterráneas

Procedimientos e Instructivos División Andina Codelco Chile.

Uso de información de Internet.

MÓDULO:

INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN DE LHD EN PRODUCCIÓN

MÓDULO: INTRODUCCIÓN A LA OPERACIÓN LHD EN PRODUCCIÓN

1. Nociones Básicas de Operación LHD en Producción.

Aprendizaje esperado: Comprender cada una de las etapas del proceso pre operacional del LHD en producción de acuerdo a procedimientos de la empresa.

Conceptos Claves	
IDENTIFICACION DE PELIGROS.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO PRE OPERACIONALOMPONENTES.
Identificacion de los riesgos asociados en la operacion del LHD en produccion.	Etapas pre operacional del equipo LHD en Produccion.

Introducción

El presente capitulo define estándares operacionales de carguío, transporte y descarga de mineral con equipos LHD (Load Haul Dump); manteniendo bajo control los términos de calidad, cuidado del medio ambiente y peligros del entorno. Norman las condiciones de la operación, regula los ingresos a las áreas de operación y define controles para trabajos que se realizan dentro de las áreas de producción y sus accesos.

Es aplicable a las operaciones de extracción y vaciado de mineral que se realizan con LHD en Mina Subterránea y labores de equipos de apoyo. Por tanto, debe ser conocido y aplicado por todo el personal relacionado directa e indirectamente con las operaciones.

1.1 Terminología Asociada.

LHD: Maquinaria diesel conocida como cargador de bajo perfil, usada en la Mina Subterránea para extracción de mineral en el área de Producción, para extracción de marinas en sectores de Desarrollo y labores de apoyo en producción o construcción. Su denominación se debe a las siglas Load (cargar), Haul (transportar, arrastrar) y Dump (descargar)

FOPS: Fallen Objects Protection System. La estructura FOPS consiste en un enrejado que detiene los posibles objetos que puedan caer o que puedan invadir el habitáculo y poner en riesgo la integridad física del operador.

ROPS: Roll Over Protection System. La estructura ROPS consiste en un refuerzo de la estructura de la cabina y en la inclusión de unas barras que evitan el hundimiento de esta en el caso de que la máquina volcase.
Debe estar presente siempre que haya riesgo de volcar.
RYDE CONTROL:

SIMBOLOGIA: Iconos o representaciones graficas que permiten reconocer cada elemento interviniente en un equipo.

CONFINAR: Acción de limitar la entrada a un sector por todos sus accesos en donde se estén realizando trabajos con equipos o sólo personas, mediante letreros "Área Restringida", éstas señalizaciones deben ubicarse de tal modo que sean vistos por cualquier persona que quiera ingresar al área, preferentemente, a una altura de 1,50 m con respecto al piso, al medio de la galería confinada.

CALLES DE PRODUCCION: Son aquellas galerías por las cuales transitan normalmente los equipos LHD desde los lugares de extracción de mineral hasta los vaciaderos.

BRAZOS DE PRODUCCION: Acceso al punto de extracción, delimitado por la Calle de Producción (CP) y el Punto de Extracción (PEX).

SEÑALETICA: Corresponden a un sistema de comunicación visual sintetizado en un conjunto de señales o símbolos que cumplen la función de guiar, orientar u organizar a una persona o conjunto de personas en aquellos puntos del espacio que planteen dilemas de comportamiento.

MOVIMIENTO CIRCULAR DE LMPARA MINERA: significa: ACERCAR el equipo LHD, maquinaria pesada o vehículo al emisor de la señal.

MOVIMIENTO HORIZONTAL DE LAMPARA MINERA: significa: DETENER o no continuar el equipo LHD, maquinaria pesada o vehículo.

MOVIMIENTO VERTICAL CON LAMPARA MINERA: significa: ALEJAR el equipo LHD, maquinaria pesada o vehículo, del emisor de la señal.

1.2 Procedimientos e Instructivos de LHD en Producción.

NORMAS Y OBLIGACIONES GENERALES DEL OPERADOR DEL LHD.

- Siempre los operadores son responsables del manejo eficiente de su equipo y del uso de los implementos de protección personal que la división entrega.
- Solamente personal autorizado por la superintendencia de mina subterránea puede operar el (los) equipo (s).
- Siempre los operadores de equipos son responsables de realizar una inspección antes de ponerlo en funcionamiento.

- Nunca deberá operar si detecta una condición de riesgo, de pérdida de líquidos u otra avería. de inmediato deberá informar a mantenimiento y al jefe de turno.
- Nunca se permitirá que personas estén en la cabina de mando del equipo durante la reparación y/o mantención de éste, a menos que el personal especializado haya solicitado hacer pruebas de funcionamiento.
- Nunca se debe poner en funcionamiento o en movimiento el equipo sin antes haber inspeccionado el área donde se moverá.
- Siempre los operadores de equipos deben seguir las señales de advertencia tales como: mensajes radiales, bocinazos, luces y señales manuales que pueden indicar una situación riesgosa.
- Nunca se debe llevar pasajeros en la cabina de mando, sin excepción.
- Nunca los conductores facilitarán sus máquinas a personas no autorizadas o extrañas a la faena.
- Siempre los operadores de equipo de producción deberán usar las siguientes señales sonoras (bocinas):
    - ✓ Un bocinazo antes de poner en movimiento el equipo.
    - ✓ Dos bocinazos para mover hacia adelante.
    - ✓ Tres bocinazos para mover hacia atrás.
- Siempre deberá detener el motor del equipo cuando sea abastecido de petróleo.
- Nunca poner en funcionamiento hasta que la operación de carga de petróleo haya concluido totalmente.

- Solamente el jefe de turno podrá paralizar y reanudar la actividad. cuando las operaciones en la mina subterránea se vean afectadas por condiciones adversas que impidan un desarrollo normal de las actividades de operación.
- Siempre los operadores deben cumplir con los procedimientos internos de operación, para la conducción de equipos en el área mina subterránea.
- Siempre sólo personal autorizado de mantención, podrá intervenir el equipo ante fallas de sus sistemas.

- Siempre el operador deberá contar con su equipo completo de protección personal, que se detalla a continuación:

A. Lámpara y Batería.

B. Casco de seguridad con barboquejo.

C. Protector de ojos y oídos.

D. Protector respiratorio.

E. Casaca o Buzo reflectante.

F. Guantes de cuero.

G. Botas o zapatos de seguridad.

H. Cinturón minero y cola de seguridad.

figura 1

I. Auto rescatador.

- Siempre el operador deberá llevar su equipo auto rescatador en la mina subterránea.
- Siempre el orden y aseo se deberá mantener dentro de la cabina de mando y será responsabilidad del operador de turno su cumplimiento.
- Siempre las escaleras y pasamanos se deben mantener limpias, despejadas de obstáculos y sin residuos de aceite o grasa.
- Siempre los sistemas de visibilidad tales como: espejos, parabrisas frontal y vidrios laterales, se deben mantener limpios y despejados de polvo y en buen estado.
- Siempre el operador deberá dar una dirección correcta a los espejos.
- Nunca deben estar trizados ni quebrados los espejos retrovisores.
- Siempre los sistemas de alarma sonora deberán funcionar al ser aplicados.
- Siempre el personal autorizado para subir al lhd deberá hacerlo solamente por la escalera de acceso.
- Siempre al subir o bajar por las escaleras verticales se debe hacer de frente a éstas,

con las manos libres de objetos, manteniendo tres puntos de contacto en pisaderas y pasamanos: los dos pies y una mano, o un pie y las dos manos.

- Siempre cuando abandone el vehículo, ponga en neutro, aplique el freno de estacionamiento y deje el motor del equipo a lo menos 5 minutos en ralentí y haga la inspección correspondiente luego ponga la llave de contacto en posición apagado.

Procedimiento de subida y bajada del equipo.

Al subir y bajar de la máquina hágalo solamente por los lugares que tengan escalones y/o asideros. Antes de subir a la máquina, limpie los escalones y los asideros. Inspeccione los escalones y los asideros. Siempre que suba o baje de la máquina hágalo de frente hacia la misma.
Mantenga tres puntos de contacto con los escalones y asideros.
Nota: Un contacto de tres puntos puede ser dos pies y una mano. También puede ser un pie y dos manos.
Nunca suba a una máquina en movimiento. Nunca baje de una máquina en movimiento. Nunca salte de una máquina en movimiento.
No utilice ninguno de los controles como asidero al entrar o salir del compartimiento del operador.
Antes de bajar de cualquier equipo, al suelo hágalo con el motor detenido. Tenga presente que la mayoría de los sistemas usan fluidos o aire a alta presión para levantar y bajar el equipo. El procedimiento de bajada del equipo con el motor parado liberará aire a alta presión, aceite hidráulico o algún otro fluido. Use el equipo de protección personal adecuado y siga el procedimiento de “Bajada de equipo con el motor parado”.

1.3 Identificación de peligros y Evaluación del Riesgo.

Información importante de seguridad
La mayoría de los accidentes que involucran la operación, el mantenimiento y la reparación del equipo se deben al incumplimiento de las reglas o precauciones básicas de seguridad. A menudo se puede evitar en un accidente si se reconocen las situaciones potencialmente peligrosas antes de que pueda ocurrir un accidente. En este caso siempre el operador es responsable de realizar un ART análisis del riesgo de la tarea a realizar. Las personas deben estar alerta sobre los peligros potenciales. También deberían recibir la formación necesaria y disponer de las aptitudes y las herramientas adecuadas para llevar a cabo estas funciones adecuadamente.
La operación, la lubricación, el mantenimiento o la reparación inadecuados de este equipo pueden ser peligrosos y podrían causar lesiones o la muerte.
No opere la máquina ni realice ninguna lubricación, mantenimiento ni reparación en este producto sin haber leído y comprendido previamente la información sobre operación, lubricación, mantenimiento y reparación.

Este equipo contiene etiquetas de precauciones y advertencias de seguridad. Si no se respetan las advertencias de peligro, se corre el riesgo de sufrir lesiones o muerte.
Los peligros se identifican con el "símbolo de alerta de seguridad" acompañado por una "palabra" como "**PELIGRO", "ADVERTENCIA" o "PRECAUCIÓN**". A continuación, se muestra la etiqueta de alerta de seguridad "ADVERTENCIA".
El significado de este símbolo de alerta de seguridad es el siguiente:
¡Atención! ¡Esté alerta! Su seguridad está en juego.
El mensaje que aparece debajo de la advertencia explica el peligro, y puede estar escrito o presentado
gráficamente.

Mediante las etiquetas "AVISO" ubicadas en el producto y en esta publicación, se identifica una lista no exhaustiva de operaciones que pueden causar daños.
Nunca se podrá anticipar todas las posibles circunstancias que podrían implicar un peligro potencial. Por lo tanto, las advertencias incluidas en esta publicación y las que figuran en el equipo son sólo algunos ejemplos. No se debe utilizar este equipo de ninguna otra manera distinta para las que fue diseñado, sin haber tenido en cuenta previamente todas las reglas de seguridad y precauciones correspondientes a la operación del equipo y en el lugar de uso, incluidas reglas específicas del sitio y precauciones aplicables al lugar de trabajo.
Si se utiliza una herramienta, procedimiento, método de trabajo o técnica de operación, se debe estar convencido de que sean seguros para usted y para los demás. Además, debe asegurarse de que los procedimientos de operación, lubricación, mantenimiento o reparación que pretende utilizar no dañarán y serán inseguros para el equipo.

figura 2

Modos de usos y condiciones en los que no está permitido el funcionamiento de los equipos LHD

El LHD está diseñado de acuerdo con lo estipulado por las normas y el diseño de seguridad.

Por tanto, el equipo no puede utilizarse cuando existen:

Factores de riesgo para el personal

- El operador no dispone de la preparación adecuada.
- Presencia de personal no autorizado en el área de trabajo
- Sistemas de seguridad se encuentran defectuosos o fuera de servicio
- Cuando el área está cargada
- Cuando en el lugar hay personal trabajando.

Factores de riesgo para el LHD y el lugar de trabajo

- Siempre de que haya riesgo de caída de rocas sueltas sobre el LHD.
- Cuando la zona de trabajo esta resbaladiza por la presencia de hielo u otras causas.
- Cuando en el sector de vaciadero la luz es insuficiente, en el sector vaciadero.

TRANSITO DE EQUIPOS LHD

Al enfrentar a un peatón, debe detenerse y dar la pasada. El Decreto Supremo 72 modificado 132 Art. 122, textualmente dice "cuando en una galería exista tráfico compartido entre equipos o vehículos y peatones, la preferencia la tendrán estos últimos. En el caso, en que un vehículo o equipo alcance a algún peatón, deberá esperar que éste se ubique en un lugar seguro para adelantarlo. Si un vehículo se enfrenta a un peatón, el vehículo deberá detener su marcha y esperar que éste traspase completamente el móvil para ponerse en movimiento". El peatón debe pasar con el equipo detenido por el lado donde va situado el operador

INSTRUCCIONES DE SEGURIDAD PARA LOS LHD

SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS Y SEÑALES DE INSTRUCCIÓN DE PALABRAS Y SEÑALIZACIÓN

En cada máquina van colocadas señales o avisos de instrucción cerca de las áreas de riesgo específicas.

a) **Mantención:** Estos lineamientos deben ser seguidos en el mantenimiento de las indicaciones de seguridad y de instrucción pegadas a la máquina.

b) Estas señales deben ser inspeccionadas diariamente y cualquiera que este dañada o deteriorada o que falte debería ser reemplazada lo antes posible. Asegúrese de que todas las señales de seguridad y de instrucción sean legibles. Limpie o reemplace estas señales, si no puede leer estas palabras o ver las figuras.

c) Al limpiar las señales, emplee una tela, agua y jabón. No use solventes, gasolina, lavador de alta presión, etc.

d) Si la señal de seguridad o de instrucción va en una parte que va a ser reemplazada, asegúrese de que un nuevo aviso sea instalado en la parte retirada.

e) Palabras de señalización**:** Las señales de seguridad y de instrucción contienen información para tres niveles de riesgo y emplean las palabras de señalización que se detallan a continuación

figura 3

figura 4

SEGURIDAD OPERACIONAL

Estos lineamientos deben ser seguidos en la operación normal de la máquina:

- Siempre complete su inspección preventiva y lleve a cabo las inspecciones según los **PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO.**
- Siempre examine la máquina a fondo en busca de defectos visibles tales como: fugas, mangueras gastadas, aislamientos gastados y piezas sueltas.
- Siempre toque la bocina antes de ponerse en movimiento.
- Siempre asegúrese que cualquier persona que esté en el sector salga antes de mover el

equipo.

- Siempre examine visualmente que el área esté despejada antes de mover el equipo.
- Nunca permita que nadie esté parado o cerca de los escalones en área entre los neumáticos cuando el motor está funcionando. no hay espacio libre para personas en esta área, cuando la máquina está moviéndose o girando.
- Siempre asegúrese de que puede controlar la dirección de desplazamiento y de velocidad. mueva la palanca de control de dirección en ambos sentidos y opere el pedal del acelerador.
- Siempre siga las instrucciones recomendadas por el fabricante en cuanto a procedimientos de partida. luego de encender el motor, verifique todos los medidores e instrumentos, antes y después de encender el equipo, para estar seguro que todo está funcionando correctamente.
- Nunca eche andar el motor en un área cerrada, asegúrese de que podrá contar con ventilación adecuada. los escapes de diesel pueden provocar malestar de estómago.
- Siempre pruebe los frenos antes de operar. (los frenos de estacionamiento y los de emergencia) para asegurarse de que podrá frenar adecuadamente. compruebe que al pulsar el botón de emergencia el motor se detiene.
- Siempre verifique las luces, las alarmas de retroceso (si es que las tiene), u otros dispositivos de seguridad.
- Siempre siéntese correctamente en una posición alerta.
- Siempre al iniciar su marcha verifique sus controles en un área segura, mientras se mueve lentamente. dirija su máquina tanto a la derecha como hacia la izquierda, para estar seguro que la puede conducir y operar correctamente.
- Nunca permita a nadie que esté de pie o montado en las plataformas de la máquina.
- Nunca lleve a una persona no autorizada. la cabina del operador está diseñada para una sola persona.
- Siempre sepa dónde se encuentra el equipo de primeros auxilios y cómo usarlo. inspecciónelo frecuentemente para asegurarse de que todos los artículos están presentes y en buen estado.
- Siempre manténgase atento a los peligros que tiene arriba de usted. mantenga una distancia segura de las líneas energizadas.
- Siempre manténgase alejado de todos los componentes giratorios, cualquier enredo o

contacto con ropa o con las extremidades puede producir una lesión grave o la muerte.

- Siempre asegúrese que todas las guardas y cubiertas protectoras están colocadas firmemente en su lugar en la máquina.
- Siempre verifique que tiene la anilla de señal de salida en la ventanilla de la derecha de la cabina del operador.
- Siempre puede utilizar la ventanilla de la derecha de la cabina del operario como salida de emergencia.

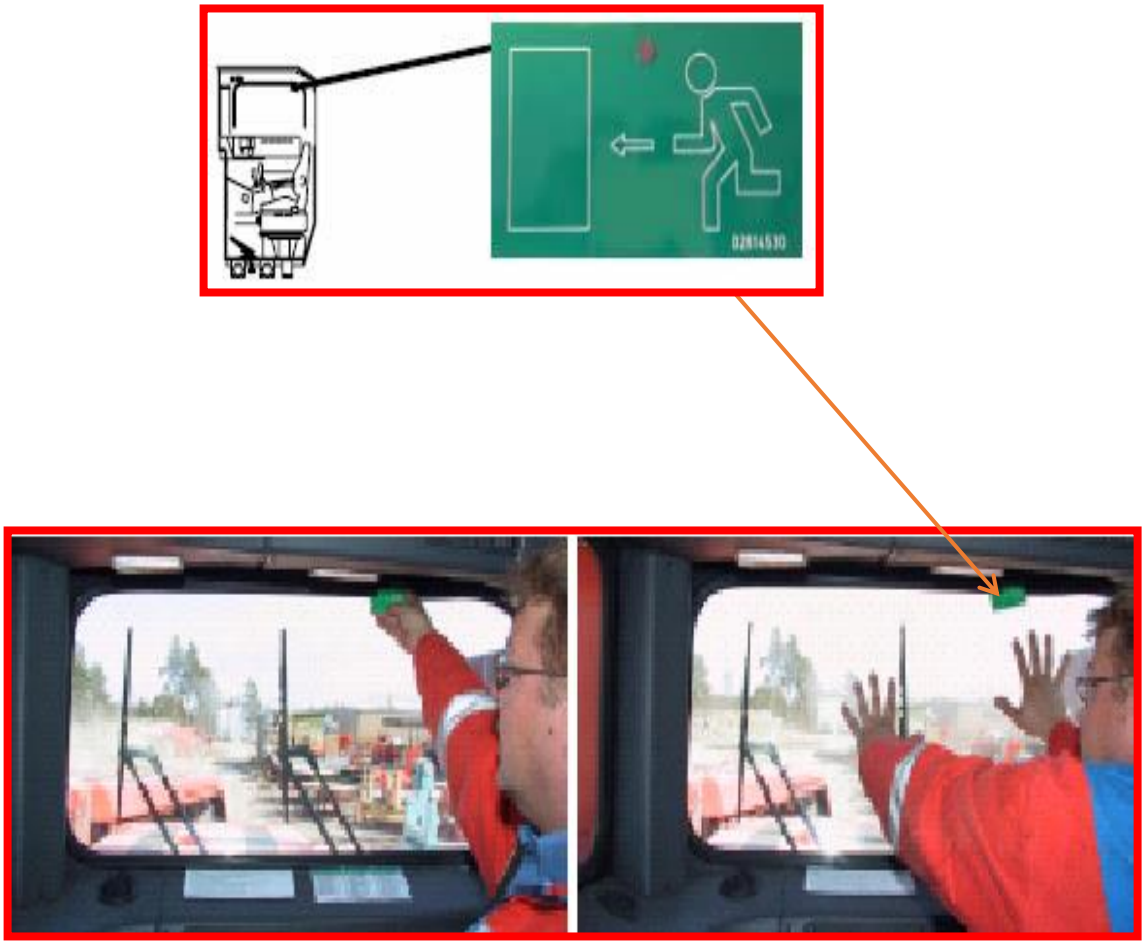
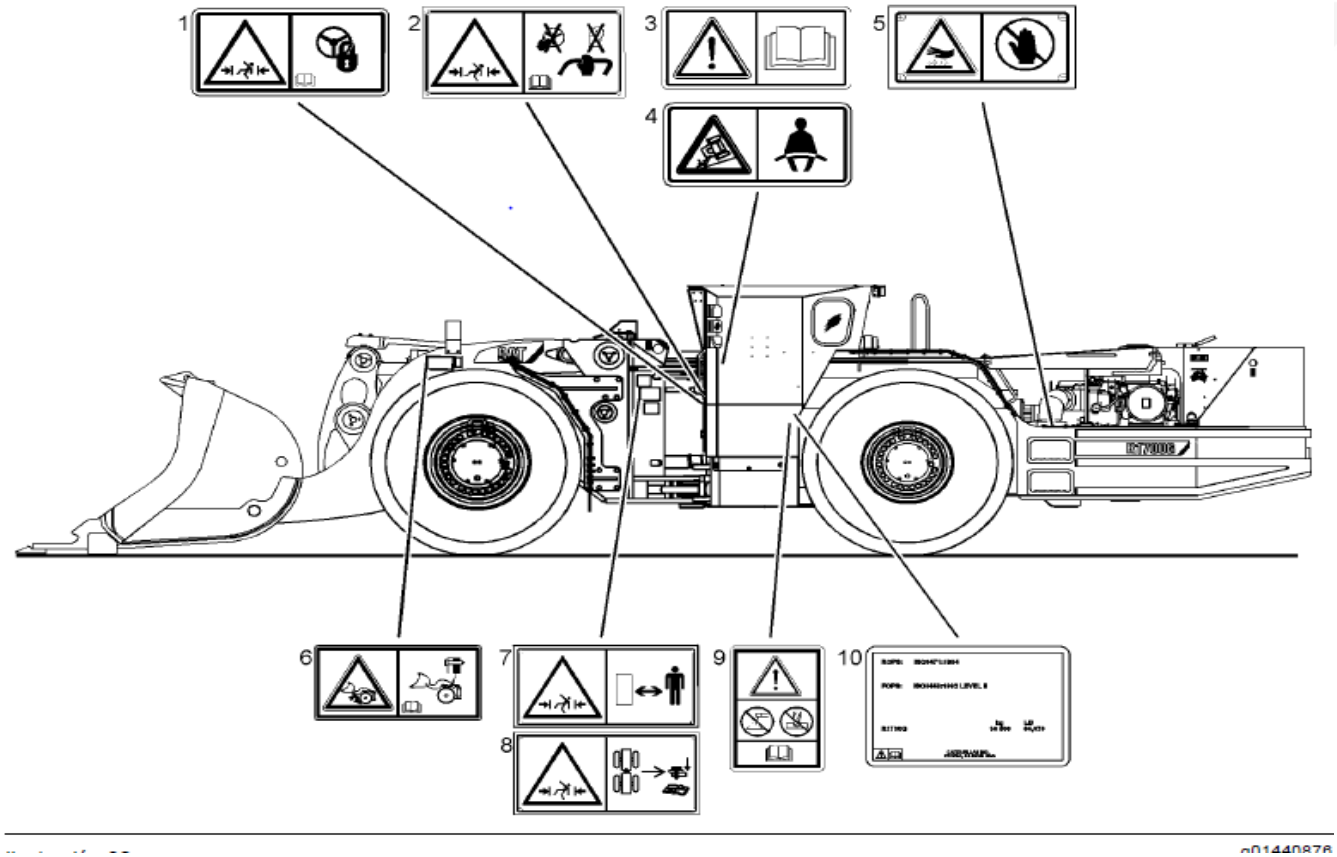


Figura 5

AVISOS DE SEGURIDAD.



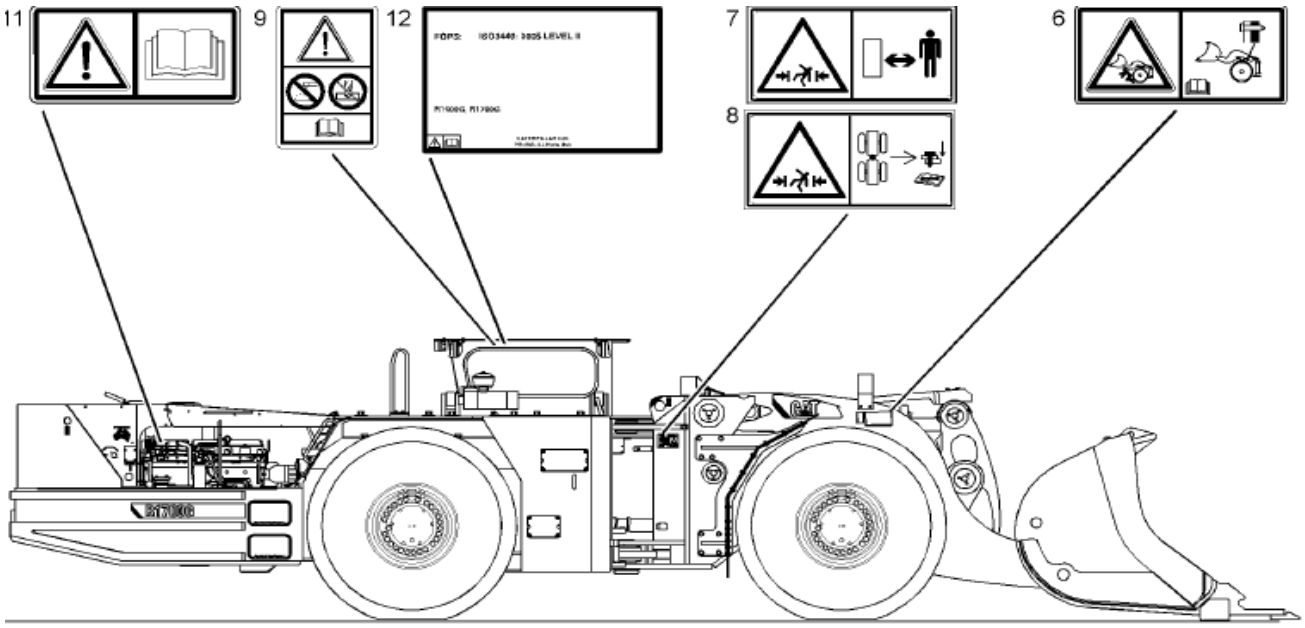


figura 6

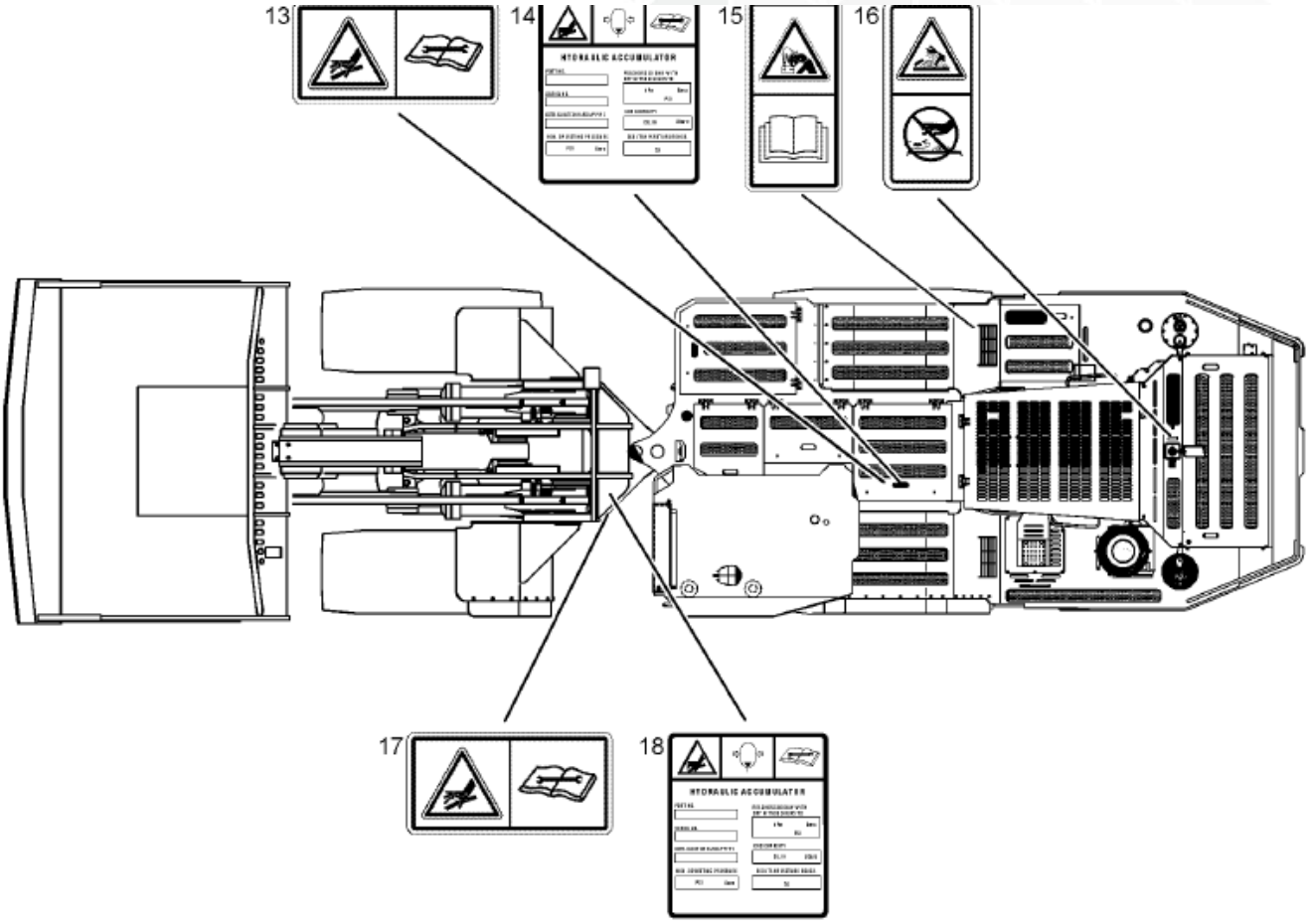


figura 7

PRECAUCIÓN CON LOS NEUMÁTICOS

Se pueden producir explosiones de neumáticos inflados con aire debido a la combustión de gases producida por el calor dentro de los neumáticos.
Estas explosiones pueden ocurrir por los gases que se generan al soldar, por el calentamiento de los
componentes del aro, por incendios externos o por el uso excesivo de los frenos.
La explosión de un neumático es mucho más violenta que un reventón. La explosión puede propulsar
el neumático, los componentes del aro y del eje fuera de la máquina. Manténgase alejado de la trayectoria. Tanto la fuerza de la explosión como los componentes que salen disparados pueden causar daños materiales, lesiones graves o mortales.

figura 8

No se acerque a un neumático caliente o aparentemente dañando.
Caterpillar no recomienda utilizar agua o calcio como lastre para los neumáticos, excepto en máquinas diseñadas para esta masa adicional.
Para las máquinas que corresponda, la sección de mantenimiento contiene instrucciones sobre los procedimientos para inflar y rellenar los neumáticos correctamente. El lastre, como el fluido en los neumáticos, aumenta el peso total de la máquina y puede afectar los frenos, la dirección, los componentes del tren de fuerza o la certificación de la estructura de protección como por ejemplo la
No es necesario el uso de preventivos de óxido en el neumático o el aro u otros aditivos líquidos.
Se recomienda el uso de gas nitrógeno seco para inflar los neumáticos. Si los neumáticos en un principio se inflaron con aire, igualmente se recomienda el uso de nitrógeno para ajustar la presión. El nitrógeno se mezcla bien con aire. Los neumáticos inflados con nitrógeno reducen la posibilidad de que se produzcan explosiones porque el nitrógeno no ayuda a la combustión. El nitrógeno también evita la oxidación y el deterioro del caucho, así como la corrosión de los componentes del aro

NO ARRANQUE EL MOTOR SI TIENE TARJETA.

No arranque el motor si hay una etiqueta de advertencia en el interruptor de arranque del motor o en los controles de la máquina. Además, no mueva ninguno de los controles de la máquina.

figura 9

EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD DE LOS EQUIPOS

Para garantizar un funcionamiento seguro verifique que el equipamiento de seguridad que trae la máquina se encuentre disponible:

En caso de Incendio

- Verifique diariamente que siempre se encuentre el extintor de incendios en su calzo.

figura 10

- Verifique diariamente que siempre se encuentre operativo el sistema de extinción de incendios.

Figura 11

- Siempre inspeccione el extintor de la máquina en forma regular, lea y entienda como funciona.
- Siempre el extintor de fuego es capaz de apagar incendios de los siguientes materiales: madera, papel, lana, papel, tela, material eléctrico, gas y aceite. (tipo A B C)
- El extintor de incendios se encuentra siempre instalado en el bastidor delantero.

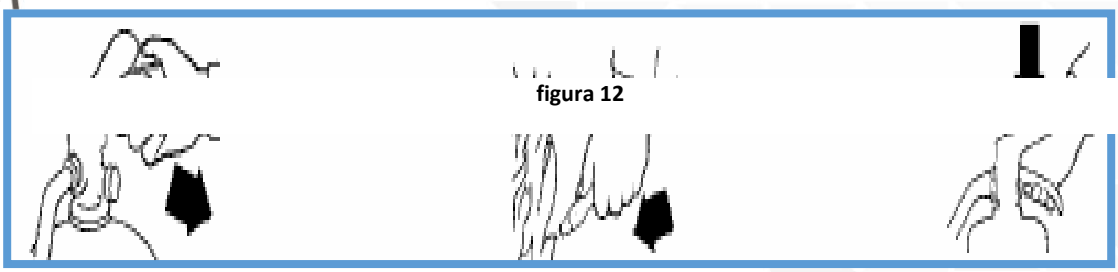


figura 12

<u>En caso de incendio siga el siguiente procedimiento</u>:

- Detenga debidamente el vehículo.
- Pulse el botón de parada de emergencia, detenga el motor y desconecte la corriente eléctrica.
- Extraiga el extintor de su soporte
- Agite el extintor varias veces hacia arriba y hacia abajo para mezclar su contenido.
- Tire el pasador de seguridad y saque la manguera de su alojamiento
- Sujete el extintor con firmeza, agarre con fuerza la manguera y diríjala hacia la base de las llamas.
- Pulverice el producto químico apretando la palanca del extintor. cuando se extingan las llamas, detenga la pulverización para ahorrar polvo de extinción por si se reanudara el fuego
- Avise para que personal autorizado recargue el extintor
- Siempre en caso de generarse pestañeo de luces por un incendio en la mina, los operadores de LHD deben dejar el equipo estacionado en el vaciadero más cercano que estén utilizando con el balde sobre la parrilla, evitando con esto riesgo de caídas a distinto nivel, o bien colocar adecuadamente el neumático sobre el punto de vaciado.

<u>Después de un incendio</u>:

- Verifique que el calor restante provocado por el incendio no se reavive después de que el sistema de extinción de incendios se haya descargado
- Antes de arrancar el vehículo (después de un incendio) verifique que éste haya sido reparado y limpiado.
- Verifique que después de la extinción del incendio la máquina se haya lavado con

abundante agua para evitar la corrosión en los cables por efecto de los productos químicos.

- Compruebe el sistema de extinción de incendios antes de reanudar el trabajo.

Otro equipamiento disponible

- Verifique diariamente el dispositivo de protección frente al desplazamiento.
- Verifique diariamente que siempre se encuentre operativo el botón de parada de emergencia en la cabina.
- Verifique diariamente el freno de emergencia.
- Verifique diariamente el estado de las bandas antideslizantes.
- Verifique diariamente que siempre se encuentran disponibles las señales de advertencia.
- Verifique diariamente que siempre se encuentre libre la salida de emergencia.

Repaso Conceptos Claves	
IDENTIFICACION DE PELIGROS.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO PRE OPERACIONALOMPONENTES.
Identificacion de los riesgos asociados en la operacion del LHD en produccion.	Etapas pre operacional del equipo LHD en Produccion.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Características y componentes del Equipo

- **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:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

- Reconocer las Nociones básicas de operar LHD en Producción.

2. **Materiales y recursos**

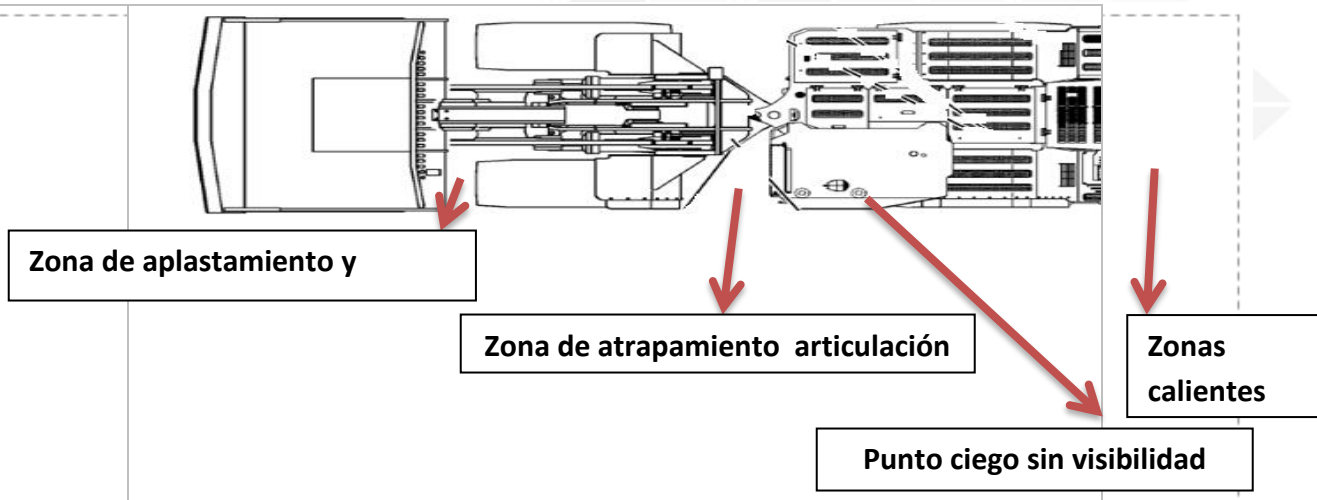
- Elementos de estudio y análisis indicados por el instructor
- Hojas tamaño carta.
- Apuntes respectivos
- Lápiz
- Videos explicativos
- Manual del Equipo.

Recursos audiovisuales:

- Operación LHD en producción.
  http:/youtu.be./t0qHwdrmr4U
- Certificación de cabina Operación https://youtu.be./emQ61t4vL9Q
- Simulador, prácticas de emergencia, prácticas de operación de LHD en Producción, limpieza.

3. Descripción de la actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes guiados por el instructor conocerán los principales riesgos asociados de la operación de LHD en Producción. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con las características del proceso pre operacional del equipo para esto observarán una serie de videos e imágenes que apoyarán los contenidos vistos en clases, contestarán preguntas relativas al equipo y sus componentes.
	El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que observen la revisión pre operacional del equipo LHD en Producción. Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad. El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases, destacará que el LHD es un equipo diesel articulado en el cual se deben tener clara las zonas de riesgo del equipo. El Instructor indicara a los participantes que deben reconocer cada uno de los Sistemas de seguridad del LHD. ¿Por qué es importante reconocer cada uno de los Sistemas de seguridad del LHD en Producción? **Para evitar los accidentes graves o fatales con los equipos LHD, y los sistemas de seguridad son las salidas de emergencia, sensor de inhibidor de movimientos, trabas de dirección y transmisión, seguros de articulación central, seguro de pantógrafo, sistema centralizado contra incendio**. 1. El instructor indicará a los participantes que relacionen con flechas la imagen con el nombre y aplicación correctos: ¿Identifique las zonas de peligro de un LHD?

	 ¿Explique que es una certificación FOPS Y ROPS? **Las estructuras certificadas FOPS y ROPS son para la protección de los operadores.** **FOPS: Estructura certificada y resistente a deformaciones, en caso de caída de objetos sobre la cabina del operador.** **ROPS: Estructura certificada y resistente, en caso que el equipo se volcase.**
Duración de la actividad	120 minutos

4. Cierre de la Actividad

Reflexión acerca de los resultados y conceptos claves

2. Monitoreo y Operación.

Aprendizaje esperado: Comprender las etapas del proceso de operación del LHD en producción de acuerdo a procedimiento de operación de la empresa.

Conceptos Claves	
CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS LHD.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO DE OPERACION DEL LHD EN PRODUCCIONOBLEMAS FRECUENTES.
Identificar los principales componentes de un LHD.	Reconocer el proceso de operacion de un LHD en Produccion y practicas seguras de operacion.

Introducción

En este capítulo el operador deberá conocer todas las etapas del ciclo de operación del LHD en producción. Cuando los operadores logran estos conocimientos, son de gran ayuda para la información que requiere el mantenedor al momento de ocurrir alguna falla.
Al conocer los alcances de sus equipos, pueden lograr un óptimo rendimiento

2.1. Monitoreo y operación

En este proceso de Monitoreo y Operación es donde el operador juega un rol fundamental, ya que en esta parte del proceso debe estar claro cuáles son las etapas del proceso de un LHD en Producción y esta manera poder diagnosticar y reconocer probables fallas en el equipo.
En el proceso de operación se distinguen tres ciclos fundamentales los cuales son el carguío, transporte y vaciado de mineral de un LHD en producción. Dentro de esta etapa también debemos considerar un factor no menos importante como es la limpieza del lugar de extracción, traslado y vaciado de mineral.

Operación de equipo LHD en Producción.

CARACTERISTICAS DE LOS LHD

Los LHD (Toro 007 y EJC 65 y los CAT R 1600G y R 1700G y otros) son máquinas diseñadas para cargar, transportar y descargar material exclusivamente rocoso.

figura 13

Los LHD están diseñados de acuerdo con lo estipulado por las normas y el diseño de seguridad.

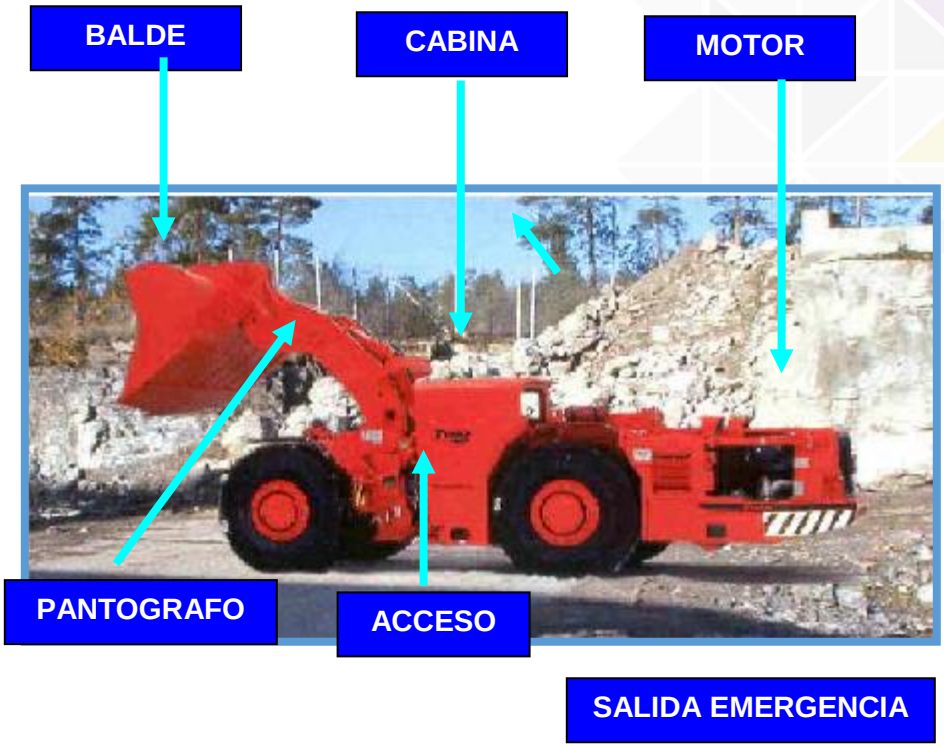
Los LHD solamente deben utilizarse:

- Según su uso previsto; esto es cargar, transportar y vaciar.
- Cuando su estado técnico sea el adecuado
- Estando el operador consciente de la seguridad y de los posibles peligros
- Siguiendo detalladamente las instrucciones indicadas en este manual.

Los LHD están compuestos de:

- Una parte delantera donde está ubicado el balde
- Los lados izquierdos y derecho de la unidad se han diseñado para que los operadores miren hacia la parte frontal de la unidad.

PRINCIPALES PARTES DE LOS EQUIPOS LHD



Modo de acceder a los equipos LHD

figura 15

Características técnicas de los equipos LHD

Las características técnicas de los LHD van a variar según el modelo del LHD y el fabricante del

equipo.

Es importante en esta etapa del desarrollo de la entrega de información y conocimiento hacia los participantes usar el catalogo según el equipo que posea la empresa en cuestión.

ALGUNAS DE LAS DIMENSIONES DE LOS LHD

- ***VISTA LATERAL LHD 6 YARDAS***

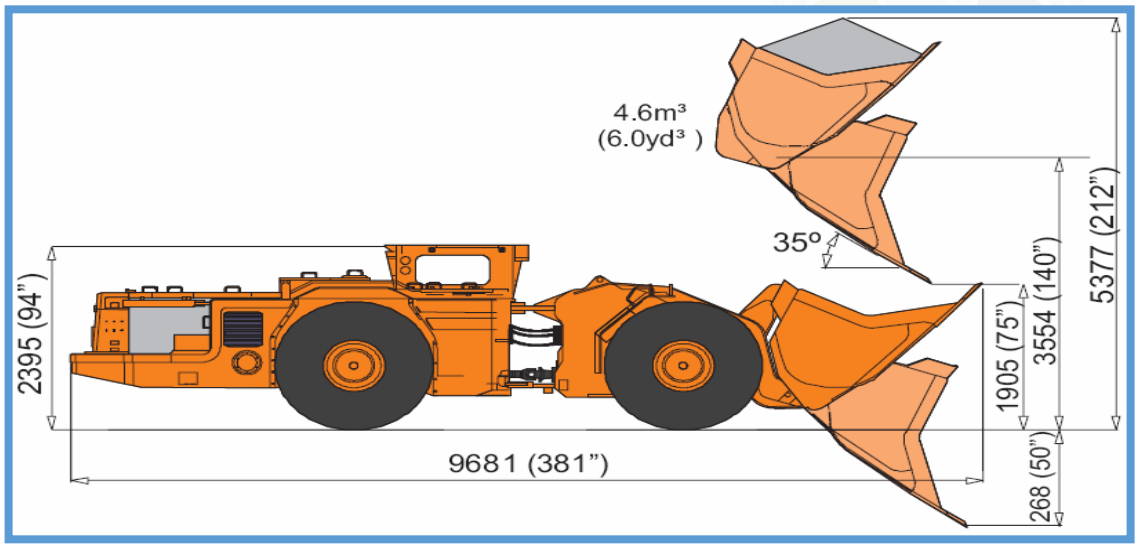
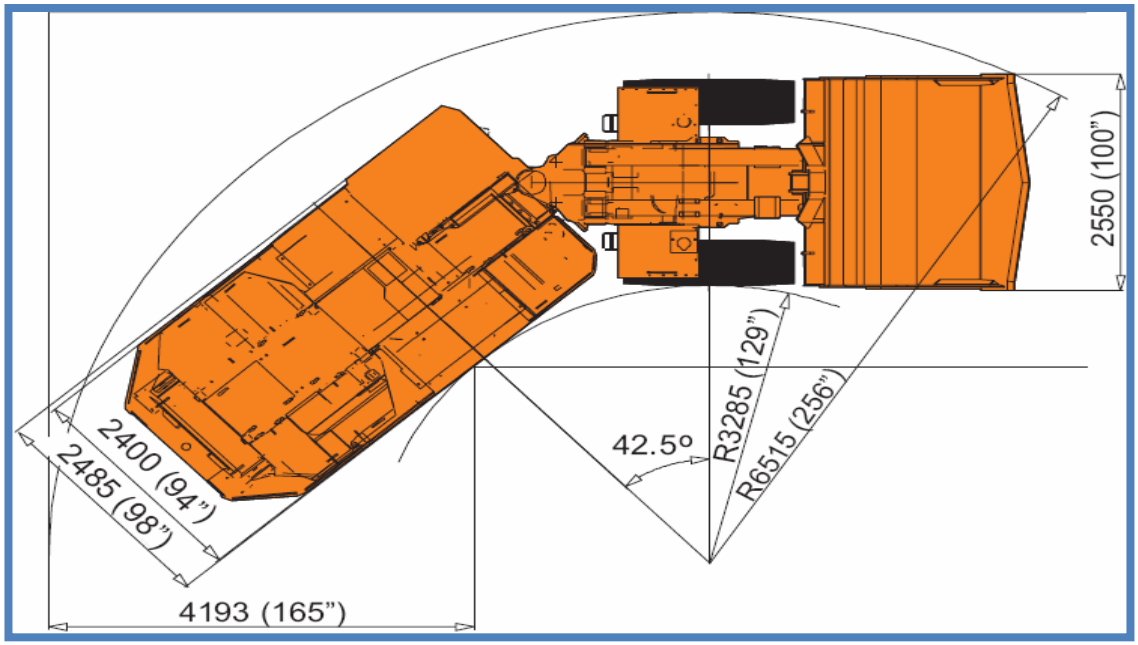


figura 16

VISTA AÉREA



2.2. Simbología de los LHD.

- El operador debe comprender la función y operación de cada uno de los instrumentos y de los controles. Las funciones de control se identifican con símbolos "internacionales" que el operador debe aprender a reconocer de inmediato. Este conocimiento resulta esencial para un funcionamiento adecuado y seguro.

Simbología.

Luz de acción

Indicador de contrapresión del escape

Indicador de presión residual de aceite de los frenos

Indicador de control de amortiguación (si lo tiene)

Presión de aceite de motor

Freno de estacionamiento

Presión de aceite del acumulador del freno

Sistema eléctrico

Mantenimiento necesario

Restricción en el filtro de admisión

Calentador del aire de admisión

Nivel de refrigerante de motor

Temperatura del refrigerante del motor

Temperatura de aceite de transmisión

Temperatura del aceite hidráulico

Nivel del combustible

2.3. Revisiones antes de arrancar el motor

- **REVISIONES ALREDEDOR DE LA MÁQUINA, UNA PRACTICA SEGURA COMIENZA ANTES DE QUE EL OPERADOR LLEGUE AL EQUIPO**

- **LA INSPECCIÓN INICIAL:** Al comienzo de cada turno, y al final de cada turno camine alrededor del LHD y realice una cuidadosa inspección visual, esta inspección visual debe quedar registrada en el check list (u otro) del equipo.

Verifique que el sistema de despacho esté funcionando (si aplica). La inspección alrededor del LHD no detectada, pueda transformarse en una falla grave para el equipo**.** Comience en la esquina izquierda, trasera del LHD y muévase en dirección contraria a las manecillas del reloj. Hacia adelante y hacia atrás, por la parte posterior y de nuevo hacia adelante, por el costado opuesto al LHD.

Si se dan estos pasos en forma secuencial y se repiten desde el mismo punto y en la misma dirección antes de cada turno, será posible evitar muchos riesgos potenciales o se podrá programar la mantención.

Las condiciones de trabajo locales pueden evitar que el operador realice todas las tareas aquí sugeridas, pero dentro de lo posible, el operador deberá seguir la siguiente rutina:

- Siempre la revisión conocida como “vuelta del perro” de los LHD se inicia en la parte trasera izquierda de la máquina. Mientras realiza la inspección caminando, revise visualmente que todas las luces y equipo de seguridad no presenten daño externo provocado por rocas o mal uso. Asegúrese que los cristales no estén rotos ni sucios.
- Siempre en este lugar debe dar MASTER, es decir, mover la palanca de la posición “OFF” a la posición “ON”

figura 20

- Revisar la puerta de la cabina.

figura 21

- Revisar el estado del extintor manual

Figura22

- Revisar en el pantógrafo “**pasadores**”

figura 23

- Revisar estado de neumáticos: pernos de la rueda, planetario, banda de rodado, tapabarro.

figura 24

- Revisar estado de desgaste del balde, la estructura interior del balde

Figura 25

- Revisar el cilindro de dirección

figura 26

- Revisar los niveles del equipo.

Nivel de aceite transmisión

figura 27

Nivel de aceite hidráulico

figura 28

Figura 29

figura 30

- Revisar las correas del alternador, ventilador, etc.

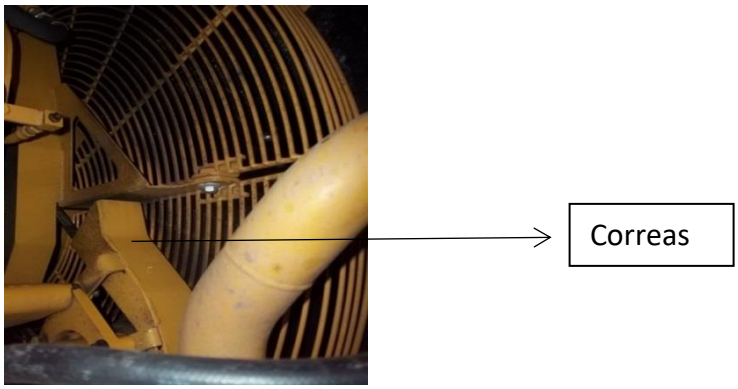


Figura 31

- Verifique encendido de luces delanteras y traseras
- Arrancar el equipo
- Revisar sensor inhibidor de movimiento

- Verificar estado de la dirección
- Verificar frenos en primera marcha.
- Verificar levante y volteo
- Realizar pruebas de comunicación VHF
- Revisar aire acondicionado y sellado de cabina.

Durante la operación del LHD:

Durante la operación uno de los factores más importantes a tener en cuenta son los ángulos de máxima pendiente en que puede ser conducido el LHD. El exceso de confianza puede ocasionar accidentes muy graves con peligro de muerte. Pese a lo anterior debemos decir que en cuanto a la Mina Subterránea este apartado no es relevante pues dentro de la mina no se produce este tipo de inclinaciones. En situaciones normales este factor sumado a suelo resbaladizo y operación con balde levantado es causal de volcamiento.

- Nunca debe sobrepasar los ángulos de máxima pendiente definidos en el cuadro adjunto.
- Recuerde, su vida puede depender de ello.

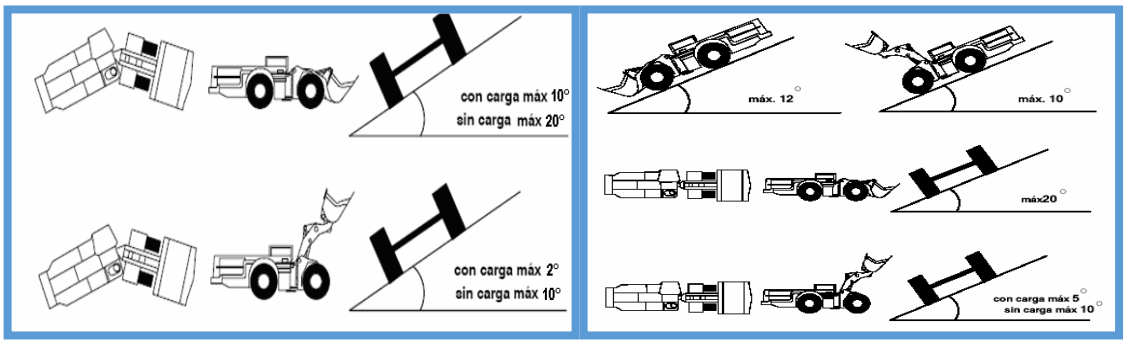


Figura 32

Figura 33

Lo anterior implica que junto con respetar estas indicaciones debe:

- Siempre estar sentado correctamente con el cinturón de seguridad puesto.
- Siempre mantener las manos y pies dentro del compartimiento
- Revisar permanentemente los indicadores y las lecturas de los instrumentos.
- Respetar todas las regulaciones del lugar de trabajo y sus normas de tránsito.

Visibilidad del operario del LHD

Un aspecto muy importante en la operación del LHD Toro 007 es la visibilidad que tiene el operador desde su cabina de comando. Usted debe tener presente que siempre su visibilidad estará limitada y debe por tanto asegurarse de que no se encuentren personas no autorizadas en el área de trabajo.

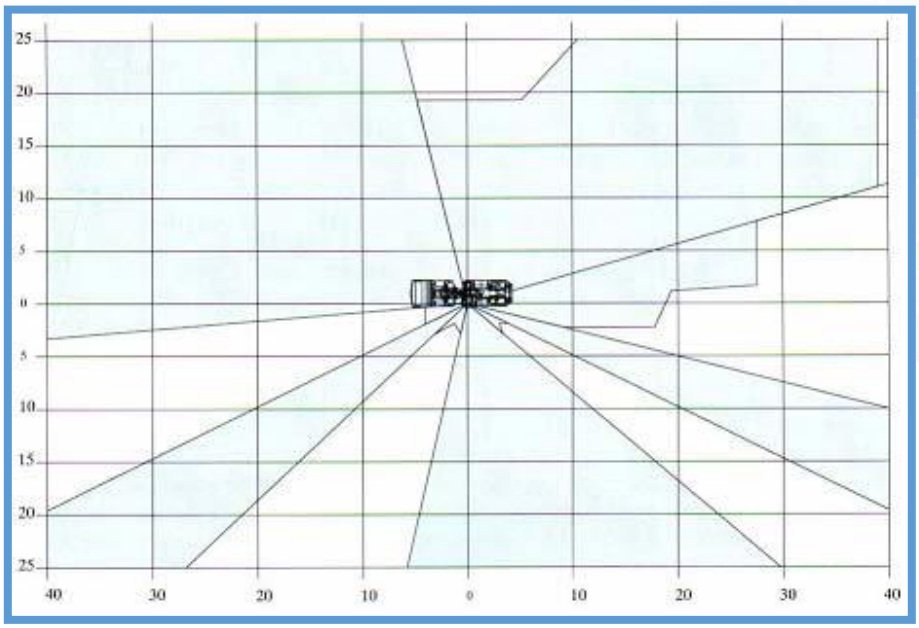


figura 34

La figura se encuentra inserta dentro de un transportador en la cual vemos los ángulos de visibilidad y de punto muerto que tiene el operador desde su asiento en el LHD. Los sectores marcados con rojo, son sectores no visibles para el operador desde su punto de operación del LHD.

- **SELECCIÓN DE MARCHA MODO AUTOMATICO O MANUAL.**

El sentido de la marcha es seleccionado con los botones o selector de modalidad de marcha según las características del LHD.

Las marchas cambian automáticamente de acuerdo a la velocidad de conducción, en caso de estar en modalidad automática en caso de estar en manual es el operador que deberá seleccionar las marchas. Si la maquina está operando a control remoto, asegúrese que el sistema de Control Remoto esté funcionando de acuerdo a las instrucciones previamente seteadas.

- **FRENADO**

Una parada repentina puede provocar lesiones personales. Observe los instrumentos de medición y los indicadores frecuentemente y siga sus indicaciones. El pedal del freno se encuentra en el compartimiento del operario tal y como se muestra en la imagen adjunta. El

pedal del freno se acciona con el pie y se utiliza para detener el LHD. Si pisa el pedal con el pie, el freno se accionará y detendrá el LHD. Si se aparta el pie del pedal del freno, éste quedará liberado y el LHD se moverá. Cuanto más presione el pedal, más rápidamente se detendrá el LHD y mayor será el esfuerzo de frenado.

Observación:

El freno de estacionamiento se acciona automáticamente si:

- La presión de aceite del motor desciende demasiado.
- La presión del acumulador del freno es demasiado baja.
- Se corta la corriente eléctrica.
- La puerta de la cabina está abierta.
- El nivel del aceite del freno y/o hidráulico es bajo.
- El botón de parada de emergencia está pulsado.

INGRESO A CALLE DONDE SE ENCUENTRE OPERANDO UN LHD

- Nunca se debe usar como vía de desplazamiento de peatones, vehículos o equipos, calles donde se encuentre operando algún equipo LHD.
- Nunca se autorizará el ingreso de peatones o vehículos a una calle donde se encuentre más de un LHD operando.
- Sólo se autorizará el ingreso a una calle de producción de acuerdo si, y sólo si, el LHD que estuviese allí operando se encuentre totalmente detenido, el_operador se encuentre informado y haya autorizado y coordinado dicho ingreso.
- Siempre se debe seguir el siguiente procedimiento para ingresar a una calle donde se encuentre un LHD confinado realizando producción o en movimiento:
- Solicitar autorización de ingreso a una calle determinada al supervisor de operaciones a cargo del área de producción.
- Confirmación del supervisor si existe o no equipo en esa calle de producción, si no existe equipo LHD realizando producción, podrá autorizar el ingreso.
- Se debe acercar a uno de los letreros que confinan al LHD y desde allí solicitar al operador vía radio, autorización de ingreso y esperar la respuesta sin ingresar al área confinada.

- Si el operador autoriza el ingreso, acercará su equipo al letrero que confina el área donde lo esperan aquellas personas que están solicitando ingreso y detendrá su equipo totalmente a una distancia mínima de 10 metros del letrero. Con su equipo totalmente detenido y aparcado, bajará de su equipo y coordinará el acceso a su área de confinamiento en forma personal y en una conversación directa con aquellas personas que ingresarán a su sector de trabajo. el operador tomará nota de la cantidad de personas y el nombre del responsable del grupo de personas que ingresa.
- Mientras las personas permanezcan al interior del área controlada por el operador, el equipo LHD deberá mantenerse detenido.
- La(s) persona(s) que ingresen a un área de trabajo de un LHD, según lo descrito, mantendrán siempre una actitud de alerta respecto de las condiciones del sector y con frecuencia verificarán que el LHD efectivamente continúe detenido. en el caso que el equipo se mueva, estando ellos al interior del área de trabajo, tomarán todas las acciones para detener el equipo asegurándose que el operador los haya visto. si esto no se confirma, deberán buscar refugio de inmediato en alguna zanja o lugar protegido. una vez superado el incidente debe ser informado al supervisor de operaciones. si autoriza a un grupo de personas y mientras los acompaña, otras personas (aprovechando la detención del LHD) quieren ingresar a la calle o a otro punto el operador debe controlar el ingreso de todos en forma escrita para asegurar su posterior retiro del área.
- Las personas que han ingresado al área de trabajo del LHD deberán retirarse, en lo posible, por el mismo lugar que usaron para ingresar a la calle de producción. si no es así, el operador deberá asegurarse totalmente de la salida de las personas y de continuar confinado para seguir operando.
- Confirmar salida de las personas. El operador se asegurará personal y directamente que todos aquellos que ingresaron a su sector de trabajo, efectivamente se han retirado. para ello usará como apoyo su anotación o registro de ingreso de personas contra el número de personas que están saliendo. Habiendo comprobado esto, el operador podrá nuevamente iniciar sus operaciones una vez que además haya verificado que su área de trabajo sigue efectivamente confinada
- En el caso que se trate de personas que ingresen en vehículos o equipos, el operador y quienes ingresen deberán realizar las mismas coordinaciones. si se requiere dejar paso libre para estos vehículos o equipos, el operador reubicará su lhd con ese fin, sin permitir

el ingreso a su área de trabajo y sólo autorizará ingreso una vez que tenga su equipo detenido.

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN ADOPTARSE EN LA OPERACIÓN EN AREA DE CARGA

- Siempre mantenga las distancias adecuadas.
- Siempre el operador del LHD tiene que asegurarse de que el personal no autorizado no acceda al área de peligro.
- Siempre cumpla lo estipulado por las normativas nacionales en materia de prevención de accidentes laborales y protección del medio ambiente.
- Siempre siga lo establecido por las normativas técnicas generales en cuanto a la profesionalidad y la seguridad durante el funcionamiento del equipo.
- Siempre complemente el manual de instrucciones con los informes y controles obligatorios de acuerdo con las normas de la compañía.
- Siempre el esfuerzo empleado en nivelar la pequeña zona de trabajo de la máquina se verá recompensado con un aumento de la productividad.
- Siempre, al cargar, debe trabajar en el área con la mayor amplitud posible.
- Siempre, al cargar, empiece por la parte exterior del montón y siga con el centro.
- Siempre que siga los procedimientos de carga adecuados, su máquina y usted formarán un equipo más eficiente.
- Siempre diríjase al montón con los brazos de elevación bajados.
- Siempre antes de comenzar la carga, aproxime la placa del borde del balde al suelo tanto como le sea posible.

figura 35

Conduzca en primera marcha.

- Antes de acceder al montón de material, enderece la máquina. Una vez haya comenzado a trabajar en el montón puede que sea necesario aumentar la aceleración para mantener una velocidad de penetración y levante constante.
- Mueva el balde ligeramente con el cilindro de oscilación y/o elevación para evitar que las ruedas patinen. Esto provocaría un desgaste de los neumáticos delanteros debido a la disminución de la superficie de contacto.
- Si se combinan debidamente los movimientos de avance y retroceso, el balde puede llenarse en una sola vez y sin patinar las ruedas.
- Si el material se apisona innecesariamente, se puede producir una parada del convertidor en el eje de salida. Esto sucede siempre que el motor funciona a máxima potencia sin que se muevan las ruedas.

Nunca detenga un convertidor durante más de 30 segundos porque esto transformaría toda la potencia del motor en energía calorífica. Es más fácil que se produzca una parada del convertidor con marchas más largas.

figura 36

- Nunca descienda demasiado el filo del balde pues esto podría hacer que se levantaran las ruedas delanteras del suelo. De este modo sólo podría conducir con las ruedas traseras.

Figura 36

- Siempre evite levantar el eje trasero ya que esto supondría una presión innecesaria para el eje delantero.

figura 37

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN ADOPTARSE EN LA OPERACIÓN DE ARRASTRE

Cuando el balde se haya introducido lo suficiente en el material, pase a la posición de arrastre abriendo completamente la válvula de inclinación del balde. Hágalo con la suficiente rapidez como para que la parte de atrás del balde se llene completamente. Ponga la marcha atrás y baje los brazos del balde hasta sus topes.

Figura 38

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN ADOPTARSE EN LA OPERACIÓN DE DESCARGA

- Siempre conduzca en las marchas adecuadas.
- Siempre que conduzca pendiente abajo, seleccione una marcha que le permita controlar la máquina sin utilizar demasiado los frenos. Por norma general, al conducir pendiente abajo, seleccione la misma marcha que usaría para conducir pendiente arriba.
- Siempre antes de descargar, eleve el balde lo suficiente. Mientras descarga, mantenga siempre los frenos de servicio accionados y la transmisión en punto muerto.

figura 39

- Siempre eche el balde vacío hacia atrás, dé marcha atrás, y baje completamente los brazos del balde.
- Nunca haga retroceder el vehículo con la transmisión hacia delante cuando trabaje sobre pendientes inclinadas.

2.4. Procedimiento de Término del Proceso y Traspaso de Información.

ESTACIONAMIENTO Y PARADA DEL MOTOR

- Baje el pantógrafo hasta su posición inferior y gire el borde cortante del balde contra el suelo.
- Accione el freno de estacionamiento (de manera que se encienda el indicador luminoso).
- Haga funcionar el motor entre 800 y 1000 rpm sin carga durante 4 minutos como mínimo. Deje que el motor vuelva a funcionar al ralentí y gire la llave de contacto a la posición **0** para detener el motor.

- Desconecte el interruptor principal.
- Cierre la válvula de retención del depósito de combustible.

USO DE SIMULADOR EN LA OPERACIÓN DE UN LHD.

El siguiente documento muestra los resultados reales conseguidos con 50 operadores de minería subterránea que tuvieron la oportunidad de recibir un curso de instrucción en un Simulador Avanzado de LHD CAT R1700G. Los objetivos del programa fueron

1. Detectar vulnerabilidades en las habilidades técnicas del operador que causan daños al equipo o merman su capacidad productiva.
2. Detectar conductas del operador que aumentan el impacto de situaciones de emergencia producidas en el equipo.

Detectar brechas en los procedimientos utilizados para realizar maniobras comunes de operación (carga y descarga) y/o enfrentar situaciones infrecuentes (advertencias del equipo)

Mediciones que se pueden reflejar en un simulador y medir los porcentajes de cumplimiento de estos.

Productividad en toneladas movidas.

Figura 40

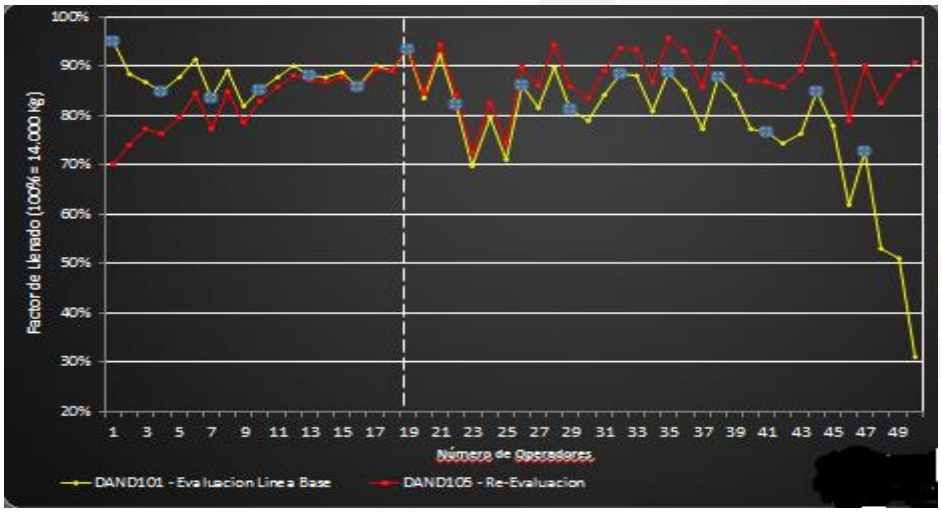


figura 41

Brechas de seguridad.

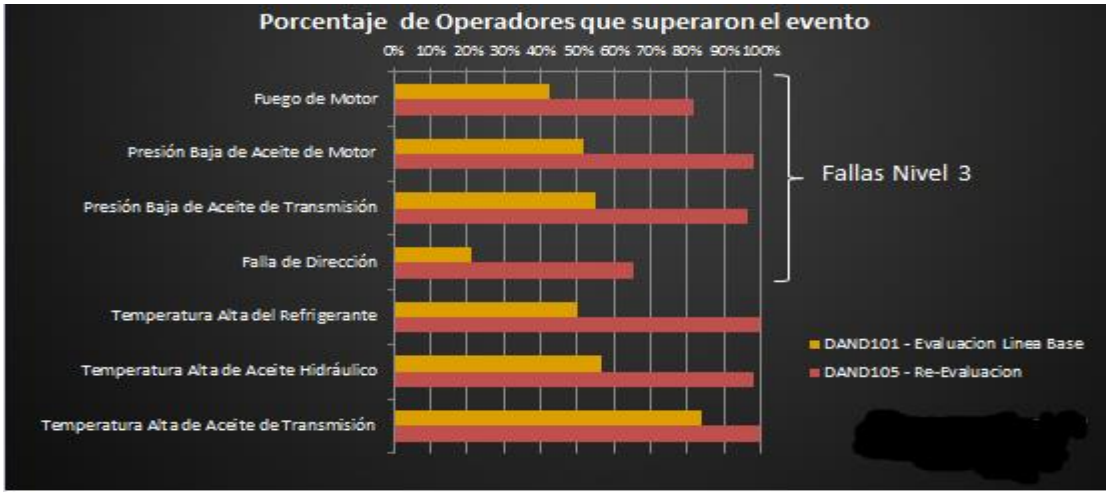


Figura 42

Malas prácticas Operacionales.

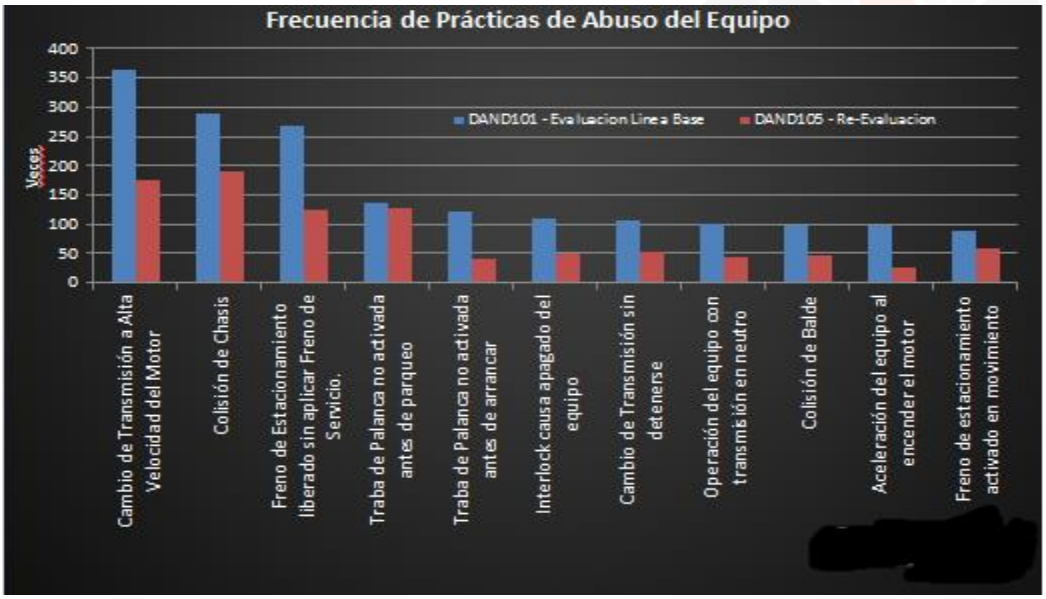


figura 43

Problemas Frecuentes.

- **Balde sin labio o cuchilla:** Esta condición nos va a generar un sobre esfuerzo al equipo LHD al momento de cargar, así como también nos va a dificultar la tarea de limpieza del área de carguío, transporte y vaciado de mineral.

- Los sobre esfuerzos del equipo al penetrar el balde en la saca (patinaje de los neumáticos, levantamiento del equipo, etc.)
  balde, no debe inclinarlo, clavándolo contra el piso; el movimiento de carguío debe ser de penetración rasante (al piso).
- Chequeo de gases vencido del equipo.

- No comprender la simbología de los equipos LHD, y las categorías de advertencia que este proporciona.

- Bajo nivel del refrigerante.
- Alta temperatura del refrigerante.
- Alta temperatura del aceite del motor.
- Baja presión del aceite de transmisión.
- Operar equipo LHD con el pie accionando el pedal del freno. Esto causaría un sobrecalentamiento del sistema hidráulico y un temprano desgaste.

El freno de estacionamiento se acciona automáticamente o aparca cuando:

- La presión de aceite del motor desciende demasiado.
- La presión del acumulador del freno es demasiado baja.
- Se corta la corriente eléctrica.
- La puerta de la cabina está abierta.
- El nivel del aceite del freno y/o hidráulico es bajo.
- El botón de parada de emergencia está pulsado.

Reconocimiento de informes asociados.

- Confeccionar reporte en caso de detectar anomalías en la operación o en el área de trabajo, también debe operar de acuerdo a los procedimientos e instructivos relacionados con la operación.
- Siempre que encuentre alguna condición sub-estándar (ejemplo fierros, fortificación o planchas sobresalientes, pista deteriorada, etc.) debe informar al supervisor de operaciones para su solución en cuanto esto sea posible, y deberá realizar el reporte de esta condición.

INSPECCIÓN DE EQUIPO LHD

Nº EQUIPO: ÁREA: **FECHA____/_____/____** (Marque con una X)

Lista de Verificación Superintendencia de Operaciones SGI-F-MS-100

INSPECCIÓN DE FUNCIONAL	**ESTADO**		**OBSERVACIONES**
	SÍ	**NO**	
Niveles (aceite motor, diesel y refrigerante)			
Sistemas de Frenos (Servicio y Estacionamiento)			
Sistemas de Bloqueos mecánicos			
Dirección			
Joystick			
Marcadores - indicadores			
Luces (Delanteros, Traseros y Direccional)			
Bocinas			
Depurador de Gases			
INSPECCIÓN ESTRUCTURAL	**ESTADO**		**OBSERVACIONES**
	SÍ	**NO**	
Balde			
Topes de Balde			
Cierre de Puertas			
Neumáticos (Desgaste o cortes)			
Pernos y tuercas de neumáticos, visual			
Pasadores en General			
Fugas en cilindros y mangueras			
INSPECCIÓN CABINA	**ESTADO**		**OBSERVACIONES**

	SÍ	NO	
Luces en general, direccionales.			
Luces Tablero Control			
Vidrios y Limpia parabrisas			
Aire acondicionado - Sellado de cabina			
Radio Musical			
Aseo general de la cabina			
Pisaderas y Pasamanos			
Asiento, corredera, ajustes mecánicos			
Estado de manillas, molduras, chapa de cierre puerta, aseo cabina			
INSPECCIÓN SISTEMAS DE SEGURIDAD	**ESTADO**		**OBSERVACIONES**
	SÍ	**NO**	
Extintor manual			
Sistema centralizado contra incendio			
Inspección sensor de movimiento cabina			
Cinturón de Seguridad			
Salidas de emergencia			

CONDUCTAS INACEPTABLES O ACTITUDES TEMERARIAS
Operar Equipo en Mal Estado
Operar Equipo con Presencia de Peatones en el área de trabajo
Operar Equipo Anulando Sistemas de Seguridad
Trabajar en Equipo Sin Bloquear con Tarjeta Candado o Sistemas Mecánicos

EXIGENCIAS LEGALES DS 72

Artículo 39.- Sin perjuicio de las mantenciones y/o revisiones realizadas por personal especialista; es obligación de todo trabajador verificar, al inicio de su jornada de trabajo, el buen funcionamiento de los equipos, maquinarias y elementos de control con que deba efectuar su labor. También, verificará el buen estado de las estructuras, fortificación, materiales y el orden y limpieza del lugar de trabajo.

Artículo 374.- Los vehículos automotores serán inspeccionados diariamente, en especial los frenos, dirección, luces, bocina y depurador de gases, cuando corresponda. Al comienzo de cada jornada, antes de ser puestos en servicio, deberá asegurarse que se han efectuado las reparaciones necesarias. Ningún vehículo automotor podrá transitar si tiene algún defecto en cualquiera de los sistemas antes mencionados.

Repaso Conceptos Claves

CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS LHD.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO DE OPERACION DEL LHD EN PRODUCCIONOBLEMAS FRECUENTES.
Identificar los principales componentes de un LHD.	Reconocer el proceso de operacion de un LHD en Produccion y practicas seguras de operacion.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad: Características de un LHD y etapas del proceso de operación de un LHD.

- **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:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

- Reconocer las características y una noción básica general de los componentes del LHD y el proceso de operación.

2. **Materiales y recursos**

  - Elementos de estudio y análisis indicados por el instructor
  - Hojas tamaño carta.
  - Apuntes respectivos
  - Lápiz
  - Videos explicativos
  - Manual del Equipo.

Recursos audiovisuales:

- Operación LHD en producción.
  http:/youtu.be./t0qHwdrmr4U

- Certificación de cabina Operación https://youtu.be./emQ61t4vL9Q

- Simulador, prácticas de emergencia, prácticas de operación de LHD en Producción, limpieza. (si es de disponibilidad un simulador).https://toutu.be/vBkz4JISxGg.

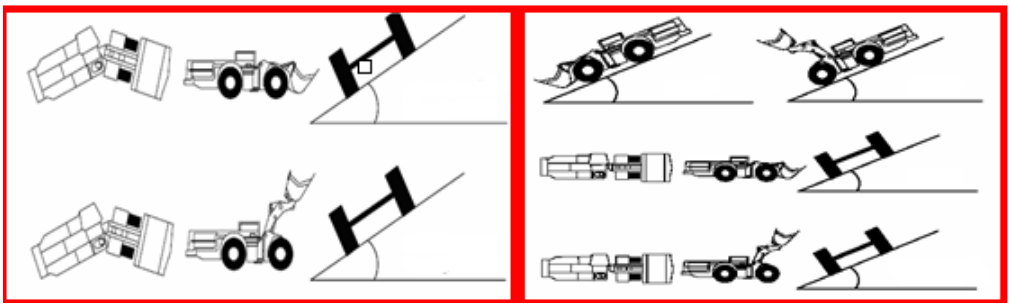
3. Descripción de la Actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes guiados por el instructor conocerán los componentes básicos de un LHD y para lo que fue diseñado este equipo. El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con el equipo y para esto observarán una serie de videos, que apoyarán los contenidos vistos en clases, contestarán preguntas relativas al equipo y sus usos.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes: 1. El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que observen las características de un LHD, así como también las etapas del proceso de operación. También se pueden generar evaluaciones a través de los simuladores en diferentes ámbitos. Se sugiere que el instructor adopte un estilo de dirección que ayude a construir aprendizajes a partir de los recursos visuales y la conversación respecto a estos, utilizando técnicas como: clarificar, profundizar, reformular. Para esto deberá pedir aclaraciones cuando intervienen los participantes, profundizará en los temas, escribirá en la pizarra u otro soporte para destacar lo relevante, dará la palabra a la mayor parte posible de participantes y resumirá lo relevante durante el cierre de la actividad. El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases. 2.-El instructor mostrara a los participantes un video explicativo como se operan los LHD.

¿Qué es la vuelta del perro o inspección inicial del equipo LHD explique?

¿Según imagen explique que es una operación de arras

Identifique los ángulos de máximas pendientes en las siguientes imágenes.



El participante deberá realizar una lista del procedimiento de chequeo que el operador del LHD debe realizar antes de la operación.

<u>Respuesta</u>

1. Revisión de niveles.
2. Estados de mangueras de lubricación.
3. Estado de mangueras del sistema hidráulico.
4. Revisión estructural completa del equipo.
5. Pernos sueltos.

	6. Revisar fugas de aceite.
Duración de la actividad	90 minutos

4. Cierre de la Actividad

Reflexión acerca de los resultados y conceptos claves

3. Registros e Información.

Aprendizaje esperado: Identificar información relevante del ciclo de termino de operación de LHD en producción, según procedimiento y normativa legal vigente

Conceptos Claves	
ENTREGA DE NOVEDADES DEL TURNO.	SISTEMAS DE CONTROL DE OPERACIONES.
Conocer la informacion relevante que debe comunicar en el ciclo de termino de la operacion de LHD.	Identificar el sistema de control de operacion de la empresa.

Introducción

En este capítulo el operador deberá conocer la información relevante que debe comunicar todas las etapas del ciclo de término de la operación del LHD, así como también debe lograr identificar los sistemas de control de operación dispuesto por la empresa.

2.1. Entrega de Novedades del turno y continuidad operacional

El Operador del LHD deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno.

Esta información debe ser clara en los aspectos de estado del equipo y ubicación de este.

La información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera evitara retrasos y demoras en el inicio del turno entrante.

2.2. Sistema de Control de Operación

Sistema de Control de procesos mineros a gran escala, que utiliza lo último en la tecnología en Sistemas de Posicionamiento de Sectores en calles de Producción para Mina Subterránea, comunicaciones de datos y computación para proporcionar asignaciones óptimas y automáticas a los equipos de campo.

Objetivos

- Aumentar la Productividad de los Procesos de Extracción Mina.
- Controlar las transacciones de Origen y Destino de los equipos LHD y Camiones para optimizar el envío de mezcla de mineral a la Planta.
- Mejor Control de Leyes en tiempo real.
- Mejorar la utilización de los equipos.
- Mejorar la coordinación con otras áreas como Planificación y Mantención.

Importancia de los Cambios de Estados

El ingreso y cambio de estados es de suma importancia para la producción y la Gestión que se quiera realizar, ya que, si no hay un buen manejo de éstos, la gestión que se realiza puede caer en un grave problema al momento de realizar las mediciones, por ejemplo:

- Bajos índices en los Indicadores de Gestión.
- Problemas en el cumplimiento de producción.

Si se realiza un buen manejo de los estados, se puede:

- Aumentar la productividad.
- Mejorar los Indicadores de Gestión.
- Obtener un buen cumplimiento de Producción.
- Mejorar los rendimientos de los Camiones en cada turno.

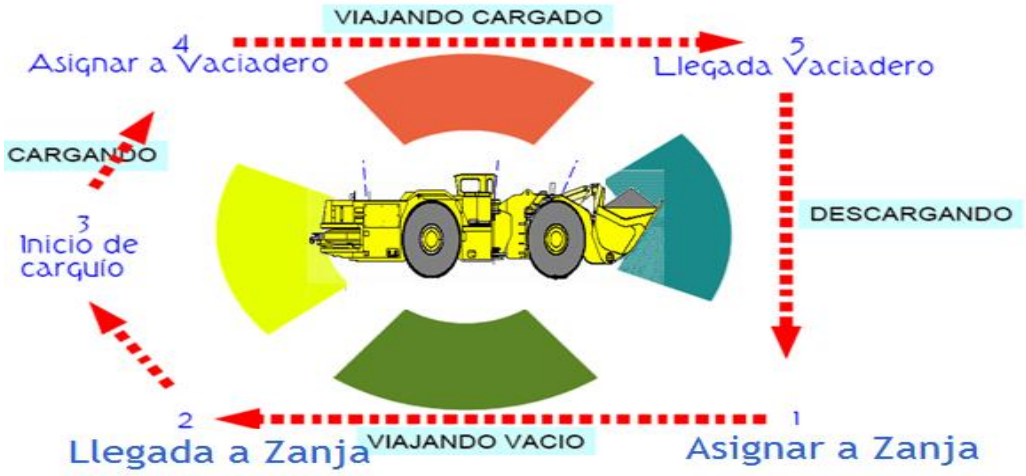


figura 44

El operador debe ingresar los diferentes estados del equipo en el sistema de control de producción que la empresa cuente. De presentar fallas, será el supervisor de Operaciones quien defina si detiene a reparar o continúa operando sin sistema. El operador debe reportar a

encargado del sistema de control de operación toda falla o daño generado en antenas, tags y componentes del sistema.

Deberá informar toda producción que no ha sido contabilizada por el sistema.

2.3. Carta de extracción o tiraje

El Operador del LHD deberá cumplir fielmente la carta de tiraje asociada a la calle de producción en la que se encuentre trabajando, deberá informar cualquier anomalía en el sistema de control de operación y no podrá por ningún motivo realizar sobre extracción o extracción fuera de carta sin la autorización del supervisor de Operaciones a quién lo debe validar y autorizar el Jefe General del Turno, a quién le informará la Superintendencia Gestión Producción a qué punto de extracción y cuántas baldadas puede extraerle, en función de esa directriz se debe informar al supervisor de Operaciones y éste a Operador de LHD.

Siempre la información debe ser conocida por supervisor de sala de operaciones mineras.

Repaso Conceptos Claves

ENTREGA DE NOVEDADES DEL TURNO.	SISTEMAS DE CONTROL DE OPERACIONES.
Conocer la informacion relevante que debe comunicar en el ciclo de termino de la operacion de LHD.	Identificar el sistema de control de operacion de la empresa.

ACTIVIDAD DE APRENDIZAJE

Actividad : Registros e Información.

- **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:	Aplica
Recursos Plataforma Web	
Explicación Demostrativa en Aula	✓
Recurso Audiovisual	✓
Propuesta de Situación Problemática	✓
Formulación de Preguntas	✓
Trabajo en Sala de Clases	✓
Otros (especificar)	

1. **Objetivo**

- La importancia de identificar los registros y la información relevante que debe registrar.

2. **Materiales y recursos**

- Elementos de estudio y análisis indicados por el instructor
- Hojas tamaño carta.
- Apuntes respectivos
- Lápiz
- Videos explicativos
- Manual del Equipo.

Recursos audiovisuales:

- Operación LHD en producción.
- http:/youtu.be./t0qHwdrmr4U

- Libro de novedades del turno.
- Registros de prácticas de Simulador de LHD

3. Descripción de la actividad

Etapa	Especificaciones
Inicio	Los participantes realizarán un reconocimiento de la información que deben registrar a lo largo del ciclo de término de la operación. Los participantes guiados por el instructor observaran el llenado y manejo de la información en los anexos destinados según la empresa para la información.
Desarrollo de la actividad	El instructor debe seguir las siguientes instrucciones para el desarrollo de la actividad con sus participantes: 1. El Instructor en base a su experiencia podrá guiar la observación de los videos sugeridos y pedirles a los participantes que observen la operación identificando los riesgos asociados y las buenas prácticas operacionales, para luego realizar prácticas de operación en simulador o terreno según sea el caso. El instructor luego de observar los videos y complementar la información con los contenidos vistos en clases y en las prácticas, destacará los aspectos relevantes de la información que debe registrar el operador. ¿Cuál es la información que debe registrar el operador en las novedades del turno? ¿Qué importancia tienen los cambios de estado en un sistema de Control de Operación? Idéntica los documentos que debe realizar el operador de Martillo Rompedor Fijo. ✓ Check list del equipo. ✓ Vitacora de informacion del turno según corresponda ✓ Registros de planificacion de tarea ✓ Registros de analisis de riesgos Check list del equipo.
Duración de la actividad	90 Minutos

4. Cierre de la actividad

El instructor podrá destacar que en la operación del LHD en requiere de muchas horas de aprendizaje y de adquisición de experiencia, la cual sólo se puede adquirir en un puesto de trabajo. Recordemos que “la práctica hace al maestro”. Sin embargo, el simulador entrega las herramientas y conocimientos que preparan al participante para su primera práctica de operación.

El simulador es una práctica ideal de operación en donde el participante no corre ningún riesgo importante, muy por el contrario, en el ambiente minero las condiciones son extremadamente diferentes y muy riesgosas. Como por ejemplo chocar o volcarse. Al operar un, debe ser consciente de los muchos riesgos y peligros que pueden existir.

Es importante que además de la práctica de ejecución se repase y se refuerce diariamente las prácticas de trabajo seguro asociadas a este equipo y los protocolos de seguridad internos de la Empresa.

MÓDULO:

OPERAR LHD EN PRODUCCIÓN

MÓDULO: OPERAR LHD EN PRODUCCIÓN

1. Operación LHD en Producción.

Aprendizaje esperado: Realizar cada una de las etapas del proceso pre operacional del LHD en producción de acuerdo a procedimientos de la empresa.

Conceptos Claves	
IDENTIFICACION DE PELIGROS.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO PRE OPERACIONAL.
Identificacion de los riesgos asociados en la operacion del LHD en produccion.	Etapas pre operacional del equipo LHD en Produccion.

Resumen de contenido

Se define estándares operacionales de carguío, transporte y descarga de mineral con equipos LHD (Load Haul Dump); manteniendo bajo control los términos de calidad, cuidado del medio ambiente y peligros del entorno. Norman las condiciones de la operación, regula los ingresos a las áreas de operación y define controles para trabajos que se realizan dentro de las áreas de producción y sus accesos.

Es aplicable a las operaciones de extracción y vaciado de mineral que se realizan con LHD en Mina Subterránea y labores de equipos de apoyo. Por tanto, debe ser conocido y aplicado por todo el personal relacionado directa e indirectamente con las operaciones.

La mayoría de los accidentes que involucran la operación, el mantenimiento y la reparación del equipo se deben al incumplimiento de las reglas o precauciones básicas de seguridad. A menudo se puede evitar en un accidente si se reconocen las situaciones potencialmente peligrosas antes de que pueda ocurrir un accidente. En este caso siempre el operador es responsable de realizar un ART análisis del riesgo de la tarea a realizar. Las personas deben estar alerta sobre los peligros

potenciales. También deberían recibir la formación necesaria y disponer de las aptitudes y las herramientas adecuadas para llevar a cabo estas funciones adecuadamente.

La operación, la lubricación, el mantenimiento o la reparación inadecuados de este equipo pueden ser peligrosos y podrían causar lesiones o la muerte.

No opere la máquina ni realice ninguna lubricación, mantenimiento ni reparación en este producto sin haber leído y comprendido previamente la información sobre operación, lubricación, mantenimiento y reparación, este equipo contiene etiquetas de precauciones y advertencias de seguridad. Si no se respetan las advertencias de peligro, se corre el riesgo de sufrir lesiones o muerte.

Los peligros se identifican con el "símbolo de alerta de seguridad" acompañado por una "palabra" como "PELIGRO", "ADVERTENCIA" o "PRECAUCIÓN". A continuación, se muestra la etiqueta de alerta de seguridad "ADVERTENCIA", mediante las etiquetas "AVISO" ubicadas en el producto y en esta publicación, se identifica una lista no exhaustiva de operaciones que pueden causar daños, nunca se podrá anticipar todas las posibles circunstancias que podrían implicar un peligro potencial. Por lo tanto, las advertencias incluidas en esta publicación y las que figuran en el equipo son sólo algunos ejemplos. No se debe utilizar este equipo de ninguna otra manera distinta para las que fue diseñado, sin haber tenido en cuenta previamente todas las reglas de seguridad y precauciones correspondientes a la operación del equipo y en el lugar de uso, incluidas reglas específicas del sitio y precauciones aplicables al lugar de trabajo.

Si se utiliza una herramienta, procedimiento, método de trabajo o técnica de operación, se debe estar convencido de que sean seguros para usted y para los demás. Además, debe asegurarse de que los procedimientos de operación, lubricación, mantenimiento o reparación que pretende utilizar no dañarán y serán inseguros para el equipo.

En cada máquina van colocadas señales o avisos de instrucción cerca de las áreas de riesgo específicas como la mantención, estos lineamientos deben ser seguidos en el mantenimiento de las indicaciones de seguridad y de instrucción pegadas a la máquina, estas señales deben ser inspeccionadas diariamente y cualquiera que este dañada o deteriorada o que falte debería ser reemplazada lo antes posible. Asegúrese de que todas las señales de seguridad y de instrucción sean legibles. Limpie o reemplace estas señales, si no puede leer estas palabras o ver las figuras.

Al limpiar las señales, emplee una tela, agua y jabón. No use solventes, gasolina, lavador de alta presión, etc. Si la señal de seguridad o de instrucción va en una parte que va a ser reemplazada, asegúrese de que un nuevo aviso sea instalado en la parte retirada.

Palabras de señalización**:** Las señales de seguridad y de instrucción contienen información para tres niveles de riesgo y emplean las palabras de señalización que se detallan a continuación; Siempre complete su inspección preventiva y lleve a cabo las inspecciones según los PROGRAMAS DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO, siempre examine la máquina a fondo en busca de defectos visibles tales como: fugas, mangueras gastadas, aislamientos gastados y piezas sueltas, siempre toque la bocina antes de ponerse en movimiento, siempre asegúrese que cualquier persona que esté en el sector salga antes de mover el equipo, siempre examine visualmente que el área esté despejada antes de mover el equipo, nunca permita que nadie esté parado o cerca de los escalones en área entre los neumáticos cuando el motor está funcionando. no hay espacio libre para personas en esta área, cuando la máquina está moviéndose o girando.

Siempre asegúrese de que puede controlar la dirección de desplazamiento y de velocidad. mueva la palanca de control de dirección en ambos sentidos y opere el pedal del acelerador, siempre siga las instrucciones recomendadas por el fabricante en cuanto a procedimientos de partida. luego de encender el motor, verifique todos los medidores e instrumentos, antes y después de encender el equipo, para estar seguro que todo está funcionando correctamente, nunca eche andar el motor en un área cerrada, asegúrese de que podrá contar con ventilación adecuada. los escapes de diesel pueden provocar malestar de estómago.

Siempre pruebe los frenos antes de operar. (los frenos de estacionamiento y los de emergencia) para asegurarse de que podrá frenar adecuadamente. compruebe que al pulsar el botón de emergencia el motor se detiene, siempre verifique las luces, las alarmas de retroceso (si es que las tiene), u otros dispositivos de seguridad, siempre siéntese correctamente en una posición alerta, siempre al iniciar su marcha verifique sus controles en un área segura, mientras se mueve lentamente. dirija su máquina tanto a la derecha como hacia la izquierda, para estar seguro que la puede conducir y operar correctamente, nunca permita a nadie que esté de pie o montado en las plataformas de la máquina.

Nunca lleve a una persona no autorizada. la cabina del operador está diseñada para una sola persona, siempre sepa dónde se encuentra el equipo de primeros auxilios y cómo usarlo, inspecciónelo frecuentemente para asegurarse de que todos los artículos están presentes y en buen estado, siempre manténgase atento a los peligros que tiene arriba de usted. mantenga una distancia segura de las líneas energizadas, siempre manténgase alejado de todos los componentes giratorios, cualquier enredo o contacto con ropa o con las extremidades puede producir una lesión grave o la muerte.

Se pueden producir explosiones de neumáticos inflados con aire debido a la combustión de gases producida por el calor dentro de los neumáticos, estas explosiones pueden ocurrir por los gases que se generan al soldar, por el calentamiento de los componentes del aro, por incendios externos o por el uso excesivo de los frenos.
La explosión de un neumático es mucho más violenta que un reventón. La explosión puede propulsar el neumático, los componentes del aro y del eje fuera de la máquina. Manténgase alejado de la trayectoria. Tanto la fuerza de la explosión como los componentes que salen disparados pueden causar daños materiales, lesiones graves o mortales.

No arranque el motor si hay una etiqueta de advertencia en el interruptor de arranque del motor o en los controles de la máquina. Además, no mueva ninguno de los controles de la máquina.

En caso de Incendio verifique diariamente que siempre se encuentre el extintor de incendios en su calzo, verifique diariamente que siempre se encuentre operativo el sistema de extinción de incendios, siempre inspeccione el extintor de la máquina en forma regular, lea y entienda como funciona, siempre el extintor de fuego es capaz de apagar incendios de los siguientes materiales: madera, papel, lana, papel, tela, material eléctrico, gas y aceite. (tipo A B C), el extintor de incendios se encuentra siempre instalado en el bastidor delantero.

ACTIVIDAD N° 1

Actividad de Aprendizaje:

-Características y componentes del Equipo

Objetivo

-Reconocer las Nociones básicas de operar LHD en Producción

Materiales y recursos

-Manual del participantes.

Catalogos del equipo

Lápices de colores

Fotos y videos

- **Estrategia Metodológica**
  A través de los procedimientos y recursos utilizados promover el aprendizaje esperado con 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	✓
Trabajo en terreno	

INSTRUCCIONES

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: conocerán los principales riesgos asociados de la operación de LHD en Producción.

Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con las características del proceso pre operacional del equipo para esto observarán una serie de videos e imágenes que apoyarán los contenidos vistos en clases, contestarán preguntas relativas al equipo y sus componentes.

Desarrollo de la actividad

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

PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD: Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

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.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
B) El instructor entrega a cada grupo los formatos de listas de verificación de los sistemas de seguridad.
C) Por cada grupo revisan los sistemas de seguridad de un LHD
D) Ahora hacen una revisión de videos del Funcionamiento de los sistemas de seguridad como es el fop rops y sistemas centralizados de incendio.
E) Los participantes pueden realizar prácticas de sistemas de seguridad en operación a través del simulador.
F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando las diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas sobre el proceso previa

Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.

Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de fotos y videos de los sistemas de seguridad

Desarrollo de la actividad (continuación)

- Se dispone de 10 minutos por persona para sesiones de prácticas de seguridad en el simulador, el instructor luego retroalimenta al participante sobre el ejercicio mostrando datos de la actuación en caso de incendio en un equipo.
- El instructor debe mostrar la información a todos los participantes sobre el ejercicio realizado, mantener un enfoque de lo que se va a realizar y motivar a que todos los integrantes del grupo realicen la prueba en el simulador.

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:

- Revisión de equipo LHD.
- Aplicada las pruebas en el simulador revisan videos de sesiones y tiempos de respuestas a lo solicitado.

Duración de la actividad

90 minutos.

RESUMEN

Identificación de los riesgos asociados en la operacion del LHD en produccion, Etapas pre operacional del equipo LHD en Producción.

2. Monitoreo y Operación.

Aprendizaje esperado: Realizar las etapas del proceso de operación del LHD en producción de acuerdo a procedimiento de operación de la empresa.

Conceptos Claves	
CARACTERISTICAS DE LOS EQUIPOS LHD.	COMPRENDER LAS ETAPAS DEL PROCESO DE OPERACION DEL LHD EN PRODUCCION.
Identificar los principales componentes de un LHD. .	Reconocer el proceso de operacion de un LHD en Produccion y practicas seguras de operacion.

Resumen de contenido

El proceso de Monitoreo y Operación es donde el operador juega un rol fundamental, ya que en esta parte del proceso debe estar claro cuáles son las etapas del proceso de un LHD en Producción y esta manera poder diagnosticar y reconocer probables fallas en el equipo.

En el proceso de operación se distinguen tres ciclos fundamentales los cuales son el carguío, transporte y vaciado de mineral de un LHD en producción. Dentro de esta etapa también debemos considerar un factor no menos importante como es la limpieza del lugar de extracción, traslado y vaciado de mineral.

Los LHD (Toro 007 y EJC 65 y los CAT R 1600G y R 1700G y otros) son máquinas diseñadas para cargar, transportar y descargar material exclusivamente rocoso, los LHD están diseñados de acuerdo con lo estipulado por las normas y el diseño de seguridad, los LHD solamente deben utilizarse: Según su uso previsto; esto es cargar, transportar y vaciar, cuando su estado técnico sea el adecuado, estando el operador consciente de la seguridad y de los posibles peligros, siguiendo detalladamente las instrucciones indicadas en este manual.

Los LHD están compuestos de una parte delantera donde está ubicado el balde, los lados izquierdos y derecho de la unidad se han diseñado para que los operadores miren hacia la parte frontal de la unidad.

Las características técnicas de los LHD van a variar según el modelo del LHD y el fabricante del equipo, es importante en esta etapa del desarrollo de la entrega de información y conocimiento hacia los
participantes usar el catalogo según el equipo que posea la empresa en cuestión.

El operador debe comprender la función y operación de cada uno de los instrumentos y de los controles. Las funciones de control se identifican con símbolos "internacionales" que el operador debe aprender a reconocer de inmediato. Este conocimiento resulta esencial para un funcionamiento adecuado y seguro.

La inspección inicial al comienzo de cada turno, y al final de cada turno camine alrededor del LHD y realice una cuidadosa inspección visual, esta inspección visual debe quedar registrada en el check list (u otro) del equipo, verifique que el sistema de despacho esté funcionando (si aplica). La inspección alrededor del LHD no detectada, pueda transformarse en una falla grave para el equipo**.** Comience en la esquina izquierda, trasera del LHD y muévase en dirección contraria a las manecillas del reloj. Hacia adelante y hacia atrás, por la parte posterior y de nuevo hacia adelante, por el costado opuesto al LHD.

Si se dan estos pasos en forma secuencial y se repiten desde el mismo punto y en la misma dirección antes de cada turno, será posible evitar muchos riesgos potenciales o se podrá programar la mantención, las condiciones de trabajo locales pueden evitar que el operador realice todas las tareas aquí sugeridas, pero dentro de lo posible, el operador deberá seguir la siguiente rutina:

Siempre la revisión conocida como “vuelta del perro” de los LHD se inicia en la parte trasera izquierda de la máquina. Mientras realiza la inspección caminando, revise visualmente que todas las luces y equipo de seguridad no presenten daño externo provocado por rocas o mal uso. Asegúrese que los cristales no estén rotos ni sucios.

Durante la operación uno de los factores más importantes a tener en cuenta son los ángulos de máxima pendiente en que puede ser conducido el LHD. El exceso de confianza puede ocasionar accidentes muy graves con peligro de muerte. Pese a lo anterior debemos decir que en cuanto a la Mina Subterránea este apartado no es relevante pues dentro de la mina no se produce este tipo de inclinaciones. En situaciones normales este factor sumado a suelo resbaladizo y operación con balde levantado es causal de volcamiento.

Un aspecto muy importante en la operación del LHD Toro 007 es la visibilidad que tiene el operador desde su cabina de comando. Usted debe tener presente que siempre su visibilidad estará limitada y debe por tanto asegurarse de que no se encuentren personas no autorizadas en el área de trabajo.

INGRESO A CALLE DONDE SE ENCUENTRE OPERANDO UN LHD, nunca se debe usar como vía de desplazamiento de peatones, vehículos o equipos, calles donde se encuentre operando algún equipo LHD, nunca se autorizará el ingreso de peatones o vehículos a una calle donde se encuentre más de un LHD operando, sólo se autorizará el ingreso a una calle de producción de acuerdo si, y sólo si, el LHD que estuviese allí operando se encuentre totalmente detenido, el operador se encuentre informado y haya autorizado y coordinado dicho ingreso, siempre se debe seguir el siguiente procedimiento para ingresar a una calle donde se encuentre un LHD confinado

realizando producción o en movimiento: solicitar autorización de ingreso a una calle determinada al supervisor de operaciones a cargo del área de producción y Confirmación del supervisor si existe o no equipo en esa calle de producción, si no existe equipo LHD realizando producción, podrá autorizar el ingreso.

En el caso que se trate de personas que ingresen en vehículos o equipos, el operador y quienes ingresen deberán realizar las mismas coordinaciones. si se requiere dejar paso libre para estos vehículos o equipos, el operador reubicará su lhd con ese fin, sin permitir el ingreso a su área de trabajo y sólo autorizará ingreso una vez que tenga su equipo detenido.

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN ADOPTARSE EN LA OPERACIÓN EN AREA DE CARGA

- Siempre mantenga las distancias adecuadas.
- Siempre el operador del LHD tiene que asegurarse de que el personal no autorizado no acceda al área de peligro.
- Siempre cumpla lo estipulado por las normativas nacionales en materia de prevención de accidentes laborales y protección del medio ambiente.
- Siempre siga lo establecido por las normativas técnicas generales en cuanto a la profesionalidad y la seguridad durante el funcionamiento del equipo.
- Siempre complemente el manual de instrucciones con los informes y controles obligatorios de acuerdo con las normas de la compañía.
- Siempre el esfuerzo empleado en nivelar la pequeña zona de trabajo de la máquina se verá recompensado con un aumento de la productividad.
- Siempre, al cargar, debe trabajar en el área con la mayor amplitud posible.
- Siempre, al cargar, empiece por la parte exterior del montón y siga con el centro.
- Siempre que siga los procedimientos de carga adecuados, su máquina y usted formarán un equipo más eficiente.
- Siempre diríjase al montón con los brazos de elevación bajados.
- Siempre antes de comenzar la carga, aproxime la placa del borde del balde al suelo tanto como le sea posible.

PROCEDIMIENTOS QUE DEBEN ADOPTARSE EN LA OPERACIÓN DE DESCARGA

- Siempre conduzca en las marchas adecuadas.
- Siempre que conduzca pendiente abajo, seleccione una marcha que le permita controlar la máquina sin utilizar demasiado los frenos. Por norma general, al conducir pendiente abajo, seleccione la misma marcha que usaría para conducir pendiente arriba.
- Siempre antes de descargar, eleve el balde lo suficiente. Mientras descarga, mantenga siempre los frenos de servicio accionados y la transmisión en punto muerto.
- Siempre eche el balde vacío hacia atrás, dé marcha atrás, y baje completamente los brazos del balde.
- Nunca haga retroceder el vehículo con la transmisión hacia delante cuando trabaje sobre pendientes inclinadas.

Problemas Frecuentes, balde sin labio o cuchilla, esta condición nos va a generar un sobre esfuerzo al equipo LHD al momento de cargar, así como también nos va a dificultar la tarea de limpieza del área de carguío, transporte y vaciado de mineral, los sobre esfuerzos del equipo al

penetrar el balde en la saca (patinaje de los neumáticos, levantamiento del equipo, etc.)**,** chequeo de gases vencido del equipo, no comprender la simbología de los equipos LHD, y las categorías de advertencia que este proporciona, bajo nivel del refrigerante, alta temperatura del refrigerante, alta temperatura del aceite del motor, baja presión del aceite de transmisión, operar equipo LHD con el pie accionando el pedal del freno. Esto causaría un sobrecalentamiento del sistema hidráulico y un temprano desgaste.

Reconocimiento de informes asociados, confeccionar reporte en caso de detectar anomalías en la operación o en el área de trabajo, también debe operar de acuerdo a los procedimientos e instructivos relacionados con la operación.

Siempre que encuentre alguna condición sub-estándar (ejemplo fierros, fortificación o planchas sobresalientes, pista deteriorada, etc.) debe informar al supervisor de operaciones para su solución en cuanto esto sea posible, y deberá realizar el reporte de esta condición

ACTIVIDAD N° 2

Actividad de Aprendizaje:

-Comprensión de las etapas del proceso de operación del LHD en producción de acuerdo a procedimiento de operación de la empresa.

Objetivo

-Reconocer las características y una noción básica general de los componentes del LHD y el proceso de operación.

Materiales y recursos

-Manual del participantes.

Catálogo del equipo

Lápices de colores

Fotos y videos del LHD

- **Estrategia Metodológica**

A través de los procedimientos y recursos utilizados promoverá el aprendizaje esperado utilizando diferentes 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	✓
Trabajo en terreno	

INSTRUCCIONES

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: Los participantes identificarán los diferentes componentes de un LHD, a través de un listado de verificación.

Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y aplicarán las listas de verificación disponibles check list del equipo, cada participante realizara sesiones de operación en el simulador.

Desarrollo de la actividad

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

PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

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.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
B) El instructor entrega a cada grupo los formatos de listas de verificación.
C) Por cada grupo revisan el equipo con el listado de check list.
D) Ahora hacen una revisión de videos y fotos de los puntos que se deben revisar y las capacidades de los equipos.
E) Los participantes realizaran sesiones de operación en el simulador carga y descarga de mineral.
F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando las diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas mirando el registro y video entregado por el simulador.
G) Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.
H) Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de fotos y videos de un LHD.

Desarrollo de la actividad (continuación)

- Se dispone de 15 minutos por cada integrante de grupo para realizar la actividad práctica en el simulador, luego el instructor entregara informe a cada participante de la actividad práctica y sus desviaciones para una evaluación en conjunto.
- El instructor estará en todo momento guiando la actividad en el simulador de lo que se va a realizar y motivar a que todos los integrantes del grupo realicen las actividades de manera que todos los participantes realicen las sesiones de prácticas de operación. enfoque

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:

- Revisión de equipos a través del check list.
- Revisión de las sesiones de prácticas operacionales a través del simulador

Duración de la actividad

120 minutos.

RESUMEN

Identificar los principales componentes de un LHD, reconocer el proceso de operacion de un LHD en Producción y prácticas seguras de operacion.

3. Registros e Información.

Aprendizaje esperado: Registrar qué información es relevante registrar y comunicar en el ciclo de término de operación de LHD en producción.

Conceptos Claves

ENTREGA DE NOVEDADES DEL TURNO.	SISTEMAS DE CONTROL DE OPERACIONES
Conocer la informacion relevante que debe comunicar en el ciclo de termino de la operacion de LHD.	Identificar el sistema de control de operacion de la empresa.

Resumen de contenido

El Operador del LHD deberá cumplir fielmente con la entrega de las novedades de final de turno, ésta información debe ser clara en los aspectos de estado del equipo y ubicación de este, la información clara y oportuna para el turno entrante es de vital importancia ya que de esta manera evitara retrasos y demoras en el inicio del turno entrante.

Sistema de Control de procesos mineros a gran escala, que utiliza lo último en la tecnología en Sistemas de Posicionamiento de Sectores en calles de Producción para Mina Subterránea, comunicaciones de datos y computación para proporcionar asignaciones óptimas y automáticas a los equipos de campo.

Sus objetivos principales son, aumentar la Productividad de los Procesos de Extracción Mina, controlar las transacciones de Origen y Destino de los equipos LHD y Camiones para optimizar el envío de mezcla de mineral a la Planta, mejor Control de Leyes en tiempo real, mejorar la utilización de los equipos, mejorar la coordinación con otras áreas como Planificación y Mantención.

El ingreso y cambio de estados es de suma importancia para la producción y la Gestión que se quiera realizar, ya que, si no hay un buen manejo de éstos, la gestión que se realiza puede caer en un grave problema al momento de realizar las mediciones, por ejemplo, bajos índices en los Indicadores de Gestión, problemas en el cumplimiento de producción.

Si se realiza un buen manejo de los estados, se puede, aumentar la productividad, mejorar los Indicadores de Gestión, obtener un buen cumplimiento de Producción, mejorar los rendimientos de los Camiones en cada turno.

El operador debe ingresar los diferentes estados del equipo en el sistema de control de producción que la empresa cuente. De presentar fallas, será el supervisor de Operaciones quien defina si detiene a reparar o continúa operando sin sistema. El operador debe reportar a encargado del sistema de control de operación toda falla o daño generado en antenas, tag y componentes del sistema.

El Operador del LHD deberá cumplir fielmente la carta de tiraje asociada a la calle de producción en la que se encuentre trabajando, deberá informar cualquier anomalía en el sistema de control de operación y no podrá por ningún motivo realizar sobre extracción o extracción fuera de carta sin la autorización del supervisor de Operaciones a quién lo debe validar y autorizar el Jefe General del Turno, a quién le informará la Superintendencia Gestión Producción a qué punto de extracción y cuántas baldadas puede extraerle, en función de esa directriz se debe informar al supervisor de Operaciones y éste a Operador de LHD, siempre la información debe ser conocida por supervisor de sala de operaciones mineras.

ACTIVIDAD N° 3

Actividad de Aprendizaje:

-Descripción de la información relevante registrar y comunicar en el ciclo de término de operación de LHD en producción.

Objetivo

-La importancia de identificar los registros y la información relevante que debe registrar.

Materiales y recursos

-Manual del participantes.

Bitacora de registro de informacion

Lápices de colores

Fotos y videos de los sistemas de control de operacion del LHD

- **Estrategia Metodológica**

A través de los procedimientos y recursos utilizados para promover el aprendizaje esperado realizara diferentes 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	✓
Trabajo en terreno	

INSTRUCCIONES

Inicio

La siguiente actividad consiste en que los participantes, guiados por el instructor, realicen: la identificación de los estados de operación de un sistema de monitoreo de LHD en producción.

Los participantes son divididos en grupos con un máximo de cuatro integrantes y aplicarán los estados en sistema de monitoreo de control de operaciones del LHD en producción.

Desarrollo de la actividad

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

PROCEDIMIENTO DE LA ACTIVIDAD:

Hacer una breve introducción a lo que deberán alcanzar los participantes como resultado.

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.

Describa paso a paso la actividad de aprendizaje, de manera que los participantes cumplan sin inconveniente lo que Ud. ha planificado para ellos.

A) El instructor explica la manera en que se debe realizar la actividad, y refuerza los conceptos que se tendrán presentes en la actividad.
B) El instructor entrega a cada participante los estados en un sistema de control de operación.
C) Por cada grupo revisan fotos de los distintos estados de los sistemas de operación.
D) Ahora explican los diferentes grupos cual es la importancia que tienen los cambios de estado en un sistema de Control de Operación.
E) Los participantes preparan un resumen de lo observado y lo presentan al resto de los participantes.
F) El instructor hace un resumen de lo expuesto, resaltando la importancia que tiene la información que debes entregar del LHD, diferencias en las observaciones de cada grupo y motiva a los participantes a aclarar dudas en el llenado del formato de verificación.

Instructor monitorea avances y entrega feedback en caso de producirse desviaciones.

Participantes realizan orden y limpieza del sector, si así es necesario.

Datos:

- Uso del manual del participante.
- Apoyo constante del instructor durante el desarrollo de la actividad.
- Uso de fotos y videos de los registros de información y de los cambios de estado.

Desarrollo de la actividad (continuación)

- Se dispone de 10 minutos por grupo para realizar la actividad que considera la preparación de la presentación y luego 5 minutos por grupo para exponer frente a los demás participantes.
- El instructor debe recorrer los grupos de trabajo y reunirse con cada grupo para mantener un enfoque de lo que se va a realizar y motivar a que todos los integrantes del grupo distribuyan las actividades de manera que todos los participantes por grupo completen el llenado de las listas de verificación y tengan asignada una función.

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:

- Revisión de los documentos que debe dejar el operador de equipo LHD.
- Aplicada los cambios de estados en un sistema de control de operación.

Duración de la actividad

90 minutos.

RESUMEN

Conocer la informacion relevante que debe comunicar en el ciclo de termino de la operacion de LHD, identificar el sistema de control de operacion de la empresa.

Consejo Minero
Dirección: Apoquindo 3500, Piso 7, Las Condes, Santiago.
Teléfono: (562) 2347 2200
www.ccm.cl

CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

SOCIOS CCM

AngloAmerican
ANTOFAGASTA MINERALS
APRIMIN Asociación de Proveedores Industriales de la Minería
ASOCIACIÓN DE INDUSTRIALES ANTOFAGASTA
bhpbilliton resourcing the future
CODELCO
COLLAHUASI
CONSEJO MINERO
FINNING CAT
FREEPORT-McMoRAN COPPER & GOLD
GLENCORE
KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.
KINROSS
KOMATSU
lundin mining
Teck

Una iniciativa de:
CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:
Innovum FCH FUNDACIÓN CHILE