



PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Instructor

Operador Avanzado Equipos Mina Rajo

**Módulo VIII: Estructura y Funcionamiento de
Equipos de Transporte en Instalaciones Mina**

PFERA-3-01/V.1-[PE01-M08/V.1]

Una iniciativa de:



Con la asesoría experta de:

Innovum **FCH**
FUNDAÇÃO CHILE

Equipo Consejo Minero

Joaquín Villarino H., Presidente Ejecutivo
Carlos Urenda A., Gerente General
Christian Schnettler R., Gerente del Consejo de Competencias Mineras
José Tomás Morel L., Gerente de Estudios
María Cecilia Valdés V., Gerente de Comunicaciones
Sofía Moreno C., Gerente de Comisiones y Asuntos Internacionales
Christel Lindhorst F., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Director de Proyectos
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Rizzo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos

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

Propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero:

Este material ha sido realizado por el Centro de Innovación en Capital Humano de Fundación Chile - Innovum, con la colaboración técnica del Centro Tecnológico Minero, para el Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero - del cual pasa a ser propiedad -.

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, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el 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.

© Anglo American Chile Ltda., Anglo American Sur S.A., Antofagasta Minerals S.A., Asociación de Industriales de Antofagasta (AIA)., Asociación Gremial de Proveedores Industriales de la Minería (Aprimin)., BHP Chile Inc., Compañía Contractual Minera Candelaria., Compañía Minera Cerro Colorado Limitada., Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM., Consejo Minero de Chile A.G., Corporación Nacional del Cobre de Chile, CODELCO CHILE., Finning Chile S.A., Glencore Chile SA., Kinross Minera Chile Ltda., Komatsu Chile S.A., Minera Escondida Limitada., Minera Freeport-McMoRan South America Ltda., Minera Spence S.A., Sierra Gorda SCM., Sociedad Contractual Minera El Abra., Teck Resources Chile Limitada.; 2016.

Índice

8	Módulo VIII Estructura y funcionamiento de equipos de transporte de equipos	
	rajo (cama baja)	5
8.1	Capítulo I Chequeo pre –operacional.....	5
8.1.1	Componentes del equipo.....	5
8.1.2	Condiciones operacionales.....	7
8.1.3	Estructura del equipo.....	7
8.1.4	Acceso al equipo	8
8.1.5	Chequeo del equipo.....	9
8.1.6	Neumáticos.....	10
8.1.7	Motor	12
8.1.8	Comunicación con Dispatch	14
8.1.9	Desviaciones visibles.....	15
	Actividad N°15: Confección y aplicación de una pauta de inspección pre-	
	operacional.....	16
8.2	Capítulo II Chequeo de sistemas	17
8.2.1	Sistema de iluminación.....	17
8.2.2	Sistema de frenos.....	18
8.2.3	Sistema de dirección	20
8.2.4	Sistema de comunicación.....	22
8.2.5	Sistema mecánico	22
8.2.6	Sistema de lubricación.....	24
8.2.7	Sistema de aire acondicionado.....	25
8.2.8	Sistema contra incendios.....	26
8.2.9	Sistema cama baja (tow haul).....	26
8.3	Capítulo III Detección de fallas en la operación del equipo.....	27
8.3.1	Interpretación y tipos de alarmas.....	27
8.3.2	Parámetros de los sistemas	30
8.3.3	Elementos de desgaste	30
8.3.4	Pérdida de fuerza o potencia.....	31
8.3.5	Informar fallas.....	32
	Actividad N°16 : Comparación de equipos	33

8 Módulo VIII Estructura y funcionamiento de equipos de transporte de equipos rajo (cama baja)

8.1 Capítulo I Chequeo pre –operacional

8.1.1 Componentes del equipo

Las camas bajas son remolques o tráiler especialmente acondicionados para transportar cargas que normalmente no se podrían movilizar utilizando camiones corrientes, ya sea por su tamaño, peso o contenido. La diferencia entre una cama baja común es que permite funciones adicionales como las siguientes:

- Mayor facilidad y seguridad porque se evita tener que subir la carga a través de rampas inclinadas, porque la cama baja se pone sobre el piso.
- Transportar carga alta a través de lugares con restricción en la altura, como puentes o túneles
- Tiempos de cargas y descarga menores.
- La carga se hace por la parte delantera de la cama baja, quedando está totalmente sobre el piso.

Algunas de las cargas que pueden ser transportadas con una cama baja de cuello hidráulico son:

Grúas telescópicas	Recicladoras de pavimento
Paladragas	Tuneladoras
Fresadoras	Cosechadoras
Unidades de perforación	Terminadoras de concretos
Tractores	Dumper

A continuación se detallan los principales componentes con que está fabricada una cama baja:

- 1) Chasis
- 2) Vigas maestras
- 3) Travesaños
- 4) Pisos
- 5) Plataforma
- 6) Madera
- 7) Rampas traseras
- 8) Cuello de gancho, fijo, desmontable doble cilindro
- 9) Lanza de enganche
- 10) Ejes
- 11) Rodado
- 12) Luces de tránsito
- 13) Caja de herramienta

- 14) Acoples rápidos
- 15) Porta repuesto
- 16) Ganchos de amarre
- 17) Sistema de acople
- 18) Tren de apoyo
- 19) Llantas
- 20) Puentes intermedios
- 21) Marco lateral
- 22) Sistema neumático de frenos



Algunos modelos de camas bajas que se encuentran en el mercado son:

Remolque 2 ejes Eager Beaver con barra de enganche

Modelo	Tamaño	Tipo	Capacidad
10 HA-PT	2,6 x 5,8 metros	Cola Castor	10 Ton
12 HA-PT	2,6 x 5,8 metros	Cola Castor	12 Ton
15 HDB PT	2,6 x 5,8 metros	Cola Castor	15 Ton
20 HALX	2,6 x 5,8 metros	Cola Castor	20 Ton
B6 DOW	4,4 x 5,0 metros	Cola Castor	6 Ton

Remolque 3 ejes. Eager Beaver Cuello de Ganso

Modelo	Tamaño	Tipo	Capacidad
25 XPL	2,6X6,7 metros	Cola Castor	25 Ton
35 GLB	2,62X5,48 metros	Cuello fijo	35 Ton
35 GSL-BR	2.62X7,32 metros	Cuello desmontable	35 Ton
B9 DOW	2,4X5.0 metros	Cola Castor	9 Ton.
50 GSL-BR	2,62X7,31 Metros	Cuello desmontable	50 Ton.
55 GSL-3	2,62X7,62 metros	Cuello desmontable	55 Ton.
60 GSL-3	2,62X7,62 metros	Cuello desmontable	60 Ton.

8.1.2 Condiciones operacionales

Durante el funcionamiento, de una cama baja el operador debe ser calificado y autorizado. Para estar calificado, debe comprender las instrucciones escritas proporcionadas por el fabricante, poseer formación que incluya el funcionamiento real de la máquina y conocer las reglas de seguridad y normativas para el lugar de trabajo contar el manual de operación del sistema de una cama baja.

En el trabajo, el operador no debe utilizar medicamentos o alcohol que puedan alterar su capacidad de atención o coordinación. Un operario en tratamiento o que haya consumido medicamentos sin receta, precisa consejo médico acerca de si puede o no manejar la máquina de forma segura.

El operador debe conocer su máquina. Debe saber cómo manejar todo el equipamiento de la máquina y conocer la finalidad de los controles, de carga y descarga, las dimensiones las características de toda la estructura de la cama baja. También conocer la capacidad de carga nominal, régimen de velocidad, características de frenado y dirección, radio de giro y distancias de conducción. No debe olvidar que condiciones como lluvia, nieve, hielo, gravilla suelta, terreno blando, etc. alteran las capacidades operativas de su máquina.

Antes de poner la máquina en marcha, se debe estudiar el manual respectivo. Si no entiende alguna parte del manual, solicitar al supervisor mayores explicaciones. Debe de mantener el equipo siempre en óptimas condiciones de operación, siempre realizar la revisión inicial tener claro el procedimiento de echar a andar el equipo, poner en movimiento el equipo, revisar y probar los sistemas de frenos.

8.1.3 Estructura del equipo

La estructura del equipo está definida como el conjunto de piezas, componentes elementos importantes que proporcionan durabilidad y soporte adecuado para el equipo en su totalidad.



Las camas bajas tienen diferentes características y tamaño, dependiendo del uso que se les vaya a dar y la carga que se necesita trasladar es por eso que es sumamente necesario poder dimensionar el uso o trabajo de esta manera optimizamos de mejor manera los traslados de cargas pesadas

En el chasis, van instalados las vigas maestras, travesaños, pisos, plataforma, madera, rampas traseras, cuello adecuado, ejes, rodado, luces, acoples rápidos, porta repuesto ganchos de amarre, sistema de acople.

La cama baja ya construido puede absorber cargas de choque de impacto y fuerzas de torsión dependiendo de su velocidad al cual se desplaza el equipo y su peso a transportar.

Generalmente, tienen las siguientes características estructurales:

- Vigas en aceros
- Las vigas principales en I reforzadas con platina en bandas con puentes
- Piso elaborado en madera de 57 mm inmunizado y atornillado para garantizar mayor durabilidad
- El cuello se fabrica en vigas con sistema hidráulico argollas distribuidas uniformemente a cada lado de la cama baja
- Acoplador en lamina reforzada para soportar el arrastre de la carga y del equipo mismo
- Suspensión en muelles de 10 hojas de 12.500 lbs cada uno ejes redondos de 30.000 lbs
- Frenos tipo leva de tambor neumáticos con cámaras con tanque de almacenamiento de aire capacidad acorde con el sistema.
- Sistema eléctrico de 12 o 24 Volts luces laterales en cada costado luces traseras, luces de frenos y luces de reservas.
- La pintura en capa anticorrosiva terminación final en esmalte sintético
- Manual de operación de partes y mantenimiento además la ficha técnica

8.1.4 Acceso al equipo

Para subir o bajar, se debe mirar siempre hacia la máquina y mantener tres puntos de apoyo (ambos pies y una mano, o ambas manos y un pie) con los pasamanos y escalones (incluida la zapata de la oruga), para asegurar que tiene donde apoyarse con seguridad.

Se debe comprobar siempre si hay aceite, grasa o barro en pasamanos y escalones. En caso de que exista suciedad, se debe limpiar antes de utilizarlos.

Se debe reparar cualquier daño que exista y apretar los pernos que se hayan aflojado.



No se debe subir o bajar nunca de la máquina mientras tenga alguna herramienta en la mano.

No se debe agarrar a ninguna de las palancas de control para subir o bajar de la máquina, porque podrían moverse.

No se debe saltar nunca ni para subir a la máquina ni para bajar de ella. El operador podría resbalar y caer, pudiendo resultar gravemente lesionado o podría incluso romperse algún hueso o sufrir lesiones graves al tocar el suelo.

Nunca se debe subir ni bajar con la máquina en movimiento. El operador podría no ser capaz de sujetarse en los pasamanos y escalones y caer de la máquina, resultando lesionado. Incluso si la máquina se pone en marcha sin operador, no debe saltar para subirse e intentar detenerla.

8.1.5 Chequeo del equipo

La cabina del operador cuenta con todos los controles necesarios para operar y echar a andar el motor, antes de entrar en este compartimiento, el operador debe limpiar siempre todo el barro y el aceite de las suelas de sus zapatos. Si se intentan accionar los pedales con barro o aceite en las suelas de los zapatos, los pies podrían resbalar y la máquina podría moverse de forma inesperada, causando lesiones graves al operador o a otros.

No se deben dejar tiradas en el compartimiento del conductor herramientas o piezas de la máquina. Si las herramientas o piezas entran en el equipo, podrían dificultar el funcionamiento y provocar un movimiento inesperado de la máquina, con resultado de lesiones graves.

No se debe utilizar teléfono móvil al conducir o manejar la máquina. Podría provocar errores en el funcionamiento que causarían lesiones graves al operador o a otros.

No se debe guardar en el compartimiento del operador artículos peligrosos, como explosivos o detonantes

Las ventanas deben estar siempre limpias para garantizar buena visibilidad. Los artículos de comodidad, como, por ejemplo, el asiento, deben ajustarse para minimizar la fatiga del conductor. Se debe informar a mantención de cualquier artículo que presente un riesgo en la cabina y colaborar por mantener el área de trabajo limpia y segura.



Por las amplias ventanillas de las puertas, de un solo panel, el operador puede ver cómodamente las zonas más próximas, a ambos lados de la cama baja.

El asiento es ajustable y diseñado para el confort del operador. El asiento grueso y con cojines, que proporcionan apoyo para la espalda y muslos, permite un movimiento sin restricción de brazos y piernas. Los apoyabrazos ajustables uniformes, proporcionan el confort adicional para el operador.

El tablero de mandos, de fácil lectura y lámparas de alarmas, mantienen al operario enterado de cualquier problema potencial.



La revisión de la cama baja debe de hacerse con una secuencia lógica iniciándose en un punto y finalizando en ese cualquier hallazgo o evento presente debe de informarse de inmediato.

8.1.6 Neumáticos

Un neumático es un producto compuesto por mucho material que se genera como resultado de un proceso de ensamblaje algunos de esos materiales son: caucho sintético o natural aceros fibras textiles.



En las camas bajas por eje llevan 4 neumáticos pueden ser 3, 4 ejes y más, el cuidado neumático está en las libras de aire con que debe de trabajar y mantenerlas, evitar el pasa por sobre obstáculos acercar la banda de lateral a cuneta.



Tren de rodado

El tren de rodado es un conjunto de neumáticos que se fabrica como un todo y se gastan como conjunto todos se colocan a la vez en algunos casos, el valor alcanza cercano al 40% del valor del equipo por lo tanto las malas prácticas aplicadas en los traslados, giros incorrecto, trasladarse con neumáticos con presiones bajas, mal posicionamiento al estar cargando se acorta la vida útil al rodado.



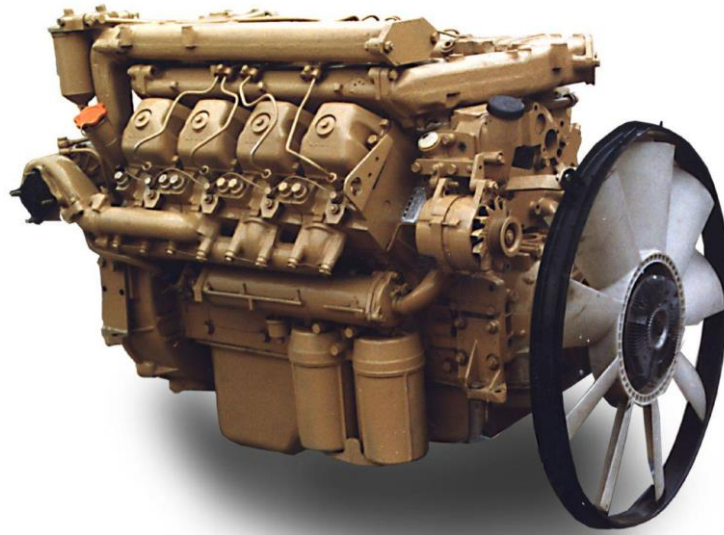
8.1.7 Motor

Componente en que todas sus piezas funcionan sincronizadamente y es capaz de hacer funcionar un sistema transformando algún tipo de energía en energía mecánica para realizar un trabajo (fuerza que produce un movimiento).

Un motor cuenta con 5 sistemas para trabajar:

- Sistema de lubricación
- Sistema de refrigeración
- Sistema de inyección
- Sistema de admisión y escape
- Sistema eléctrico





Con el cuidado adecuado, el motor debería rendir miles de horas sin tener que hacer alguna reparación. El servicio y la mantención apropiada son importantes para determinar la vida útil del motor, pero el operador también tiene la responsabilidad de darle el cuidado apropiado al motor.

El petróleo diésel se bombea desde el estanque de combustible a los inyectores y a los cilindros del motor. Se mezcla con el aire de inducción para formar una mezcla de combustión. Es importante recordar que la bomba de combustible y los inyectores son componentes de precisión y dependen del diésel para su lubricación. Si el estanque de combustible se vacía mientras el motor se encuentra en marcha, las partes metálicas trabajarán sin recibir la lubricación adecuada, resultando en averías al sistema de inyección.

El operador nunca debe permitir que el motor se quede sin combustible. La bomba, los inyectores y otros componentes pueden resultar averiados.

La combustión del combustible y el aire crea calor en los cilindros que se convierte en energía mecánica a través de los pistones, el vástago del émbolo y el cigüeñal. El calor generado por la combustión se disipa por intermedio del sistema de enfriamiento. El sistema de enfriamiento depende del agua que circula por el motor y el radiador. Posteriormente, el agua es enfriada por el aire proveniente del ventilador del radiador. Por lo tanto, el sistema de enfriamiento depende del calor que se transfiere del motor al agua de enfriamiento y por el radiador a la atmósfera. Es importante comprender que cualquier cosa que impida la transferencia de calor a través del sistema puede resultar en un recalentamiento y por lo tanto en una avería seria al motor.

Hay mecanismos de advertencia o apagado del motor para prevenir un recalentamiento del motor. El operador debe seguir los procedimientos apropiados cuando los niveles del calor sobrepasen los niveles aceptables.

El operador nunca debe intentar anular o producir un corto circuito en cualquiera de los mecanismos de protección del motor. El sistema debe ser revisado por personal de mantención y la causa de la advertencia debe ser corregida.

El aire de inducción que se usa para la combustión es aspirado por los filtros de aire. Estos separan la tierra del aire antes de entrar al motor. Aún una cantidad muy pequeña de tierra que entre en el motor resultará en un desgaste rápido del motor y una disminución considerable de la vida útil del mismo. De igual forma, si los filtros de aire se llenan de tierra, el flujo de aire al motor disminuirá y resultará en una reducción de potencia. Los filtros de aire deben ser monitoreados para asegurarse que operen eficientemente.

Si el operador nota cualquier perforación o fuga en el sistema de aspiración de aire, debe informar al personal de mantención de inmediato, antes que resulte en una avería de seriedad para el motor. Se debe revisar el sistema de inducción de aire del motor, incluyendo los indicadores de filtro de aire, al comienzo de cada turno para asegurarse que el motor reciba aire adecuado y limpio.

El motor depende del aceite para su lubricación y enfriamiento. El nivel del aceite debe mantenerse en los niveles aceptables. Se debe tener mucho cuidado de evitar que algún residuo de tierra penetre en el motor mientras se está agregando aceite. Si el nivel del aceite es significativamente más alto del que debe ser, el operador debe informar al personal de mantención antes de poner en marcha el motor.

Se debe revisar el nivel del aceite en el motor al comienzo de cada turno y tan frecuentemente como sea posible. Si es estrictamente necesario, agregue aceite, asegurando que sea almacenado en un lugar libre de suciedad para evitar que tierra entre en el motor.

8.1.8 Comunicación con Dispatch

El sistema dispatch es el corazón de la información de una mina, es la solución a la gestión de la flota, maximizando la producción y su eficiencia, aumentando la seguridad y el control.



El operador nunca debe ingresar al área donde otros equipos son los de mayor jerarquía operacional sin solicitar autorización. Esta autorización debe solicitarse vía radial bajo el siguiente esquema:

- Detenerse a una distancia mínima de 50 metros respecto al otro equipo
- Utilizar canal radial respectivo para solicitar autorización de ingreso al área
- Identificar claramente el equipo mediante su número o código interno
- Informar la maniobra a efectuar en forma clara y precisa.

Una vez autorizado, el operador deberá evaluar constantemente las condiciones del área y las operaciones de las maquinarias del sector, de tal forma que le permita un completo control del equipo en todo momento.



8.1.9 Desviaciones visibles

Es una de las definiciones que significa salirse del camino marcado, es una violación a una norma, el comportamiento fuera de norma, puede convertirse en una situación de altos riesgos en una cama baja, el no cumplir con alguna norma puede ser un grave accidente, el peso de lo transportado, el tamaño de lo transportado son situaciones que se pueden transformar en un error fuera de control.



Las medidas de dispersión llamadas medidas de variabilidad muestran una distribución equiparada, compensada, debe de estar siempre centrada y alineada la carga. No transitar a exceso de velocidad, con frenos en mal estado o el motor defectuoso.

Actividad N°15: Confección y aplicación de una pauta de inspección pre-operacional

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán confeccionar una pauta donde se pueda chequear el equipo cama baja, previo a la operación. A través de un análisis de la estructura y sus componentes, tendrán que confeccionar un listado de puntos a revisar para posteriormente aplicarla de manera simulada.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

- Lápices
- Hojas

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los contenidos del capítulo anterior, se deberá discutir, analizar y confeccionar un listado de los principales componentes a revisar en el equipo cama baja, antes de iniciar su operación.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar el formato de pauta de inspección pre-operacional escrita que diseñaron y la misma pauta aplicada de manera simulada, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.

8.2 Capítulo II Chequeo de sistemas

8.2.1 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación forma parte del sistema eléctrico en una cama baja, considera los siguientes subsistemas:

Alumbrado interno

El equipo cuenta con una con iluminación interna, la que iluminará la cabina, mientras que también tiene iluminación para la parte superior del equipo y la escalera.

Luces en el tablero de instrumentos

El tablero se encuentra completamente iluminado, las cuales entregarán información al operador del equipo, sobre advertencias, niveles y otros.



Luces intermitentes de peligro

El equipo cuenta con luces y alarmas de emergencias, las cuales se encenderán cuando el equipo detecte alguna falla en el sistema.

Faros delanteros

Como todo equipo y/o vehículo, tiene las respectivas luces de iluminación, contando con luces altas y luces bajas, las que son alimentadas por una corriente continua de 12 ó 24 V.

Luces de posición y parada

El equipo cuenta con sus respectivas luces de estacionamiento, luces de aviso de emergencia (intermitente doble).

Sistema eléctrico de 12 o 24 Volts luces laterales en cada costado luces traseras, luces de frenos y luces de reservas.



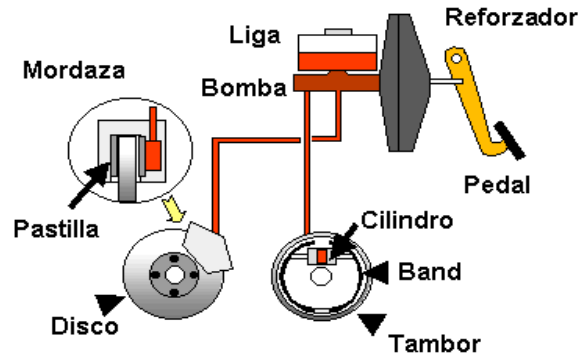
El operador no debe trabajar de noche, trasladarse, descargar, cargar si está quemado o no enciende uno de los focos de trabajo, debe dar aviso inmediatamente al personal de mantención o supervisores.

8.2.2 Sistema de frenos

Es el mecanismo que permite que un dispositivo se detenga o reduzca su avance, se encargan de transformar la energía cinética de un objeto en trabajo o calor; componentes principales: pedal, bomba, mangueras, cilindro, tambor, discos pastillas. La transmisión de la fuerza es a través de un fluido, con un mínimo de esfuerzo.

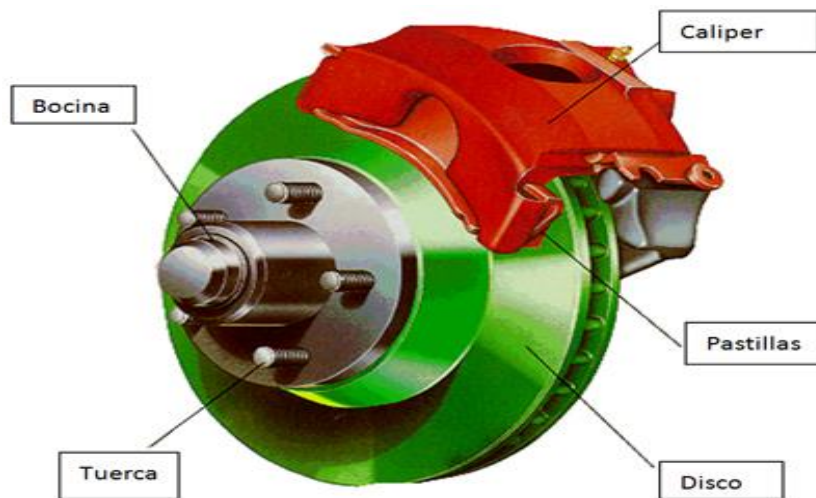
Existen diversos tipos de freno. Los frenos de fricción son aquellos que actúan, justamente, a través de fuerzas de fricción. Cuentan con un elemento fijo que ejerce presión sobre el objeto que se pretende desacelerar. Dentro de este grupo, es posible distinguir entre los frenos de tambor (la fricción es producida por pastillas que realizan una presión sobre el interior de un tambor que gira y que está adherido al eje o la rueda), los frenos de cinta (con una banda flexible que ejerce tensión sobre un cilindro solidario al eje que se desea manipular), los frenos de llanta (habituales en las bicicletas) y los frenos de disco (actúan sobre la rotación de la rueda).





Otras clases de frenos son los frenos eléctricos (crean corriente eléctrica para el frenado), los frenos mecánicos (transmiten la fuerza a través de cables o palancas), los frenos neumáticos (que funcionan con aire comprimido) y los frenos hidráulicos (con un líquido que se transmite vía pistones).

En el ámbito automovilístico hay que subrayar el protagonismo que desde hace unas décadas tienen los llamados frenos ABS que son un sistema antibloqueo de las ruedas de los coches. Gracias al mismo lo que se consigue es que durante el proceso del frenado de aquellos los neumáticos consigan una mayor adherencia. De esta manera, se apuesta de manera contundente por la seguridad de todos los individuos que vayan en el interior de dichos vehículos.





8.2.3 Sistema de dirección

El conjunto de mecanismos que componen el sistema de dirección tienen la misión de orientar las ruedas delanteras para que el vehículo tome la trayectoria deseada por el conductor.

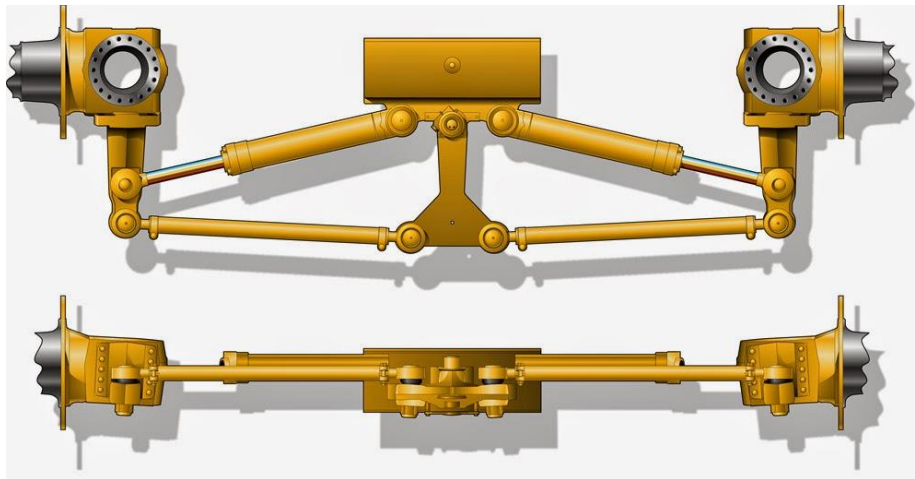
Características que deben reunir todo sistema dirección

Siendo la dirección uno de los órganos más importantes en el vehículo junto con el sistema de frenos, ya que de estos elementos depende la seguridad de las personas; debe reunir una serie de cualidades que proporcionan al conductor, la seguridad y comodidad necesaria en la conducción. Estas cualidades son las siguientes:

- **Seguridad:** depende de la fiabilidad del mecanismo, de la calidad de los materiales empleados y del entretenimiento adecuado.
- **Suavidad:** se consigue con un montaje preciso, una desmultiplicación adecuada y un perfecto engrase. La dureza en la conducción hace que ésta sea desagradable, a veces difícil y siempre fatigosa. Puede producirse por colocar un neumático inadecuado o mal inflado, por un "avance" o "salida" exagerados, por carga excesiva sobre las ruedas directrices y por estar el eje o el chasis deformado.
- **Precisión:** se consigue haciendo que la dirección no sea muy dura ni muy suave. Si la dirección es muy dura por un excesivo ataque (mal reglaje) o pequeña desmultiplicación (inadecuada), la conducción se hace fatigosa e imprecisa; por el contrario, si es muy suave, por causa de una desmultiplicación grande, el conductor no siente la dirección y el vehículo sigue una trayectoria imprecisa. La falta de precisión puede ser debida a las siguientes causas:
 - Por excesivo juego en los órganos de dirección.

- Por alabeo de las ruedas, que implica una modificación periódica en las cotas de reglaje y que no debe de exceder de 2 a 3 mm.
- Por un desgaste desigual en los neumáticos (falso redondeo), que hace ascender a la mangueta en cada vuelta, modificando por tanto las cotas de reglaje.
- El desequilibrio de las ruedas, que es el principal causante del shimmy, consiste en una serie de movimientos oscilatorios de las ruedas alrededor de su eje, que se transmite a la dirección, produciendo reacciones de vibración en el volante.
- Por la presión inadecuada en los neumáticos, que modifica las cotas de reglaje y que, si no es igual en las dos ruedas, hace que el vehículo se desvíe a un lado.
- **Irreversibilidad:** consiste en que el volante debe mandar el giro a las pero, por el contrario, las oscilaciones que toman estas, debido a las incidencias del terreno, no deben se transmitidas al volante. Esto se consigue dando a los filetes del sin fin la inclinación adecuada, que debe ser relativamente pequeña.

Como las trayectorias a recorrer por la ruedas directrices son distintas en una curva (la rueda exterior ha de recorrer un camino más largo por ser mayor su radio de giro, como se ve en la figura inferior), la orientación que debe darse a cada una distinta también (la exterior debe abrirse más), y para que ambas sigan la trayectoria deseada, debe cumplirse la condición de que todas las ruedas del vehículo, en cualquier momento de su orientación, sigan trayectorias curvas de un mismo centro (concéntricas), situado en la prolongación del eje de las ruedas traseras.



Para conseguirlo se disponen los brazos de acoplamiento que mandan la orientación de las ruedas, de manera que en la posición en línea recta, sus prolongaciones se corten en el centro del puente trasero o muy cerca de este.

8.2.4 Sistema de comunicación

El sistema de comunicación está compuesto básicamente por un radio transmisor de uso exclusivo del operador, quien es además el responsable del mismo.

Si se detecta alguna anomalía durante el funcionamiento o las operaciones de inspección o mantenimiento (ruido, olores, vibraciones, indicadores con visualizaciones incorrectas, humo, pérdidas de aceite o visualizaciones anómalas en indicadores, dispositivos de advertencia o monitores), el operador debe detener la máquina sobre un terreno plano y notificar a través del sistema de comunicación radial, al supervisor correspondiente. Si se opera la máquina sin solucionar el problema, podrían producirse accidentes de graves consecuencias.

Toda vez que se le da arranque al equipo el operador debe indicar a la supervisión, a través del sistema de comunicación radial, que el equipo está en condiciones de comenzar a trabajar; además de informar al centro de despacho de equipos mina, que se encuentra próximo al servicio.

El operador nunca debe ingresar al área donde otros equipos son los de mayor jerarquía operacional sin solicitar autorización. Esta autorización debe solicitarse vía radial bajo el siguiente esquema:

- Detenerse a una distancia mínima de 50 metros respecto al otro equipo
- Utilizar canal radial respectivo para solicitar autorización de ingreso al área
- Identificar claramente el equipo mediante su número o código interno
- Informar la maniobra a efectuar en forma clara y precisa

Una vez autorizado, el operador deberá evaluar constantemente las condiciones del área y las operaciones de las maquinarias del sector, de tal forma que le permita un completo control del equipo en todo momento.

8.2.5 Sistema mecánico

El sistema mecánico está constituido por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan al transformar distintos tipos de energía.

El motor diésel es el generador de fuerza motriz encargado de suministrar la potencia necesaria para mover la máquina. La fuerza que viene del motor, pasa por el damper ubicado en el volante del motor y desde aquí mediante un cardán con crucetas (juntas universales) se comunica con el sistema de transmisión.

El damper es un amortiguador de los efectos torsionales del motor sobre la transmisión o de las ruedas motrices al motor. En su construcción se han considerado unos topes de goma que amortiguan el efecto torsor de salida o de entrada al motor.

El eje cardan es el conector entre el conjunto motor-damper y la transmisión. Las crucetas que tiene en cada extremo permiten un desalineamiento entre los conjuntos que une.

El convertidor de torque (camión cama baja)

Es un acoplamiento hidráulico compuesto por dos (2) turbinas; una conductora y otra conducida. La conductora toma movimiento del motor, recoge aceite de su propio embalse y lo centrifuga. Por la forma de la turbina, también llamada "bomba", el aceite no sale con dirección radial, sino, con dirección axial, lo que permite llegar a la turbina conducida, también llamada solamente "Turbina". Esta se mueve por la fuerza cinética del aceite y pone en movimiento la transmisión, puesto que va conectada a ella por un eje.

La forma de la turbina conductora y conducida permite el desalojo del aceite de una y del empuje con chorro de aceite en la otra. Una pieza llamada estator que va ubicada entre las dos turbinas permite una retroalimentación del aceite, ahora desde la conducida a la conductora. El principio básico es crear varios chorros de aceite en una turbina para que se descarguen en la otra.

Todas las cajas de velocidades automáticas y semi-automáticas no cuentan con engranajes desplazables, por lo que la operación se hace con engranajes en toma constante o permanente y son los ejes los que se acoplan y se desacoplan hidráulicamente. Esta situación debe tenerla presente el operador para el estacionamiento de la máquina. Se debe recordar que una máquina con convertidor de torque y caja semi-automática no se quedará jamás enganchada a través de la caja.



Los mandos finales están ubicados cerca de las ruedas motrices y albergan en su interior un conjunto de satélites y planetarios, que permiten cuando ambas ruedas giran y el tractor hace una curva, que una rueda gire más que la otra sin perder tracción. En este conjunto (mandos finales) también se encuentran engranajes reductores de giro.

8.2.6 Sistema de lubricación

El sistema de lubricación está ubicado en un compartimento aislado, que puede ser calefaccionado en operaciones de climas fríos. Los principales puntos de lubricación asistida están en los pasadores, articulación central, los otros puntos de lubricación son alimentados de manera automática.



La función de este sistema (motor) es de limpiar, enfriar, lubricar partes y piezas; y específicamente en el caso del motor de la máquina, mantener una película que sella las paredes de los cilindros, impidiendo el trasvasije de los gases tanto en la carrera de compresión como en la carrera de trabajo. Para ejecutar estos trabajos el aceite (lubricante) debe cumplir con el tiempo de permanencia en el cárter del motor (horas de trabajo) y debe estar su nivel dentro del rango indicado por el fabricante.

Esta última observación es la más importante. Una línea de agua del motor pasa por un enfriador de aceite y lo refrigera. Alarmas y sensores indican bajo nivel o temperatura muy alta del aceite. El sistema trabaja con una presión llamada “presión normal” que es determinada por el fabricante y debería estar en el rango de 30 – 60 PSI o 2,1 a 4,2 kg./cm².

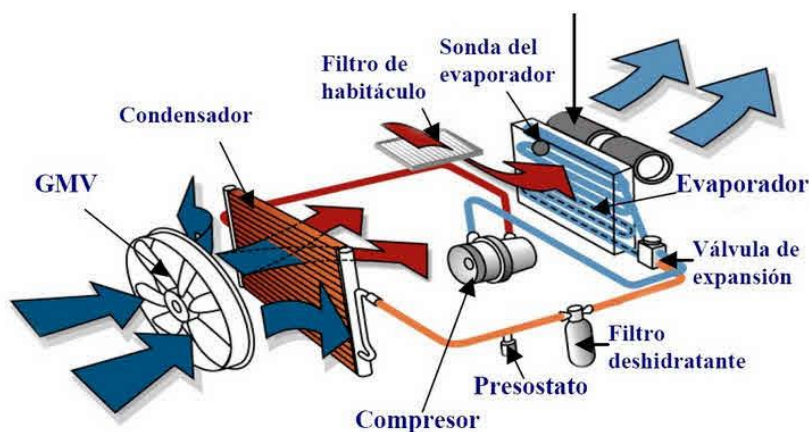
El operador debe revisar el nivel de aceite del motor al comienzo de cada turno. Se debe aumentar el nivel si está bajo. Se debe añadir sólo aceite limpio. Si el nivel se encontró muy alto, se debe reportar a mantención.

Existen sistemas centralizado de lubricación garantizando la seguridad de lubricación ya que no se tiene que detener el equipo para engrase manualmente, generando ahorro de horas al año de engrases con este sistema, alargando la vida útil del componente.

8.2.7 Sistema de aire acondicionado

Entendemos por aire acondicionado al sistema de refrigeración del aire que se utiliza de modo doméstico para refrescar los ambientes cuando las temperaturas del ambiente son muy altas y calurosas. El aire acondicionado, si bien hace referencia al aire en sí, es un aparato que se instala en casas, locales y demás espacios cerrados con el objetivo de proveer de aire fresco que se renueva permanentemente. A pesar de ser un aparato de gran utilidad para el confort diario, sus efectos pueden ser a veces adversos no sólo en la salud de los individuos sino también en el medio ambiente en general debido a su expulsión constante de aire caliente hacia afuera.

El aire acondicionado funciona a partir de la puesta en circulación del aire de un espacio cerrado. Esta puesta en circulación suma, además, la variación que se genera en la temperatura y en la humedad a partir de la entrada de aire frío y de la salida del aire más caliente o cálido. Hay dos tipos principales de sistemas de aire acondicionado: los centralizados y los autónomos. Mientras que los segundos son los más comunes, aquellos que se encuentran en las casas particulares, en locales, etc., los centralizados son los que dependen de un sistema central como por ejemplo una caldera que recibe y otorga el tipo de aire específico.



Funcionamiento del sistema:

El compresor o motor del aire acondicionado empuja el gas y manda presión hacia el condensador. El gas, al pasar por el condensador baja su temperatura y presión pasando a estado líquido. Cuando sale del condensador pasa por la válvula ofreciendo lectura de presión a la misma, de ahí sigue pasando por el interior del filtro, eliminando impurezas y humedad. Ahora la válvula de expansión será la encargada de regular la cantidad de gas en estado líquido que entra en el evaporador. El gas líquido ya circula por el evaporador y el ventilador empuja el aire frío, filtrado por el anti polen, hacia el habitáculo. El compresor aspira el gas llevándolo de nuevo a su interior para seguir comprimiendo y enviando a través del circuito cerrado.

8.2.8 Sistema contra incendios

Es un sistema instalado en la mayoría de los equipos, de una capacidad de funcionamiento muy preciso y amplio, con una distribución en todos aquellos lugares donde se puede producir altas temperaturas que pueden llevar a que se produzca un incendio, actuando automáticamente por la alta temperatura en algún punto.



8.2.9 Sistema cama baja (tow haul)

El enganche mecánico con la cama baja cuenta con los siguientes componentes: anillo giratorio, caja de herramientas, porta repuesto lanza, cadenas, balatas de frenos, rodamientos, resorte sujeción conexión eléctrica conexión freno, suspensión del eje.



8.3 Capítulo III Detección de fallas en la operación del equipo

8.3.1 Interpretación y tipos de alarmas

El operador debe de estar preparado para reconocer una alarma saber interpretarla, reconocer el evento determinado y tomar la decisión adecuada.

Tipos de alarmas

Existen alarmas sonoras acompañadas de destello de luz.

Existen alarmas solamente de luz.

Existen las categorías de advertencia con sus respectivos niveles necesidades del equipo.

Los sistemas de alarmas constan de tableros de monitoreo y luces de acción con indicadores de alertas individuales, para los diferentes sistemas de la máquina.

Generalmente se trabaja con tres tipos de alarmas. La primera categoría requiere sólo que el operador esté al tanto de la situación. La segunda categoría requiere que el operador responda a la advertencia. La tercera categoría requiere que el operador apague los sistemas de la máquina de inmediato.

- **Alarmas Tipo 1**

En esta categoría, sólo destellará el indicador de alarma. Esta categoría alerta al operador de que el sistema de la máquina necesita atención.

Sistema eléctrico:

Indica que hay un desperfecto en el sistema eléctrico. Si este indicador destella, significa que el voltaje del sistema está demasiado alto o demasiado bajo para operar la máquina. Si las cargas eléctricas son altas, se debe aumentar la velocidad del motor a alta, en vacío. Las cargas eléctricas son el aire acondicionado y/o la iluminación. Un alternador generará más corriente cuando el motor está a velocidad alta en vacío. Si el indicador de alarma del sistema eléctrico se detiene dentro de un minuto, quiere decir que el sistema eléctrico está funcionando normalmente. Durante los períodos de baja velocidad del motor, el alternador se sobrecarga. Se debe modificar el ciclo de operación, esto impedirá que el sistema eléctrico descargue las baterías. También se pueden reducir las cargas sobre el sistema eléctrico, usando la velocidad media del ventilador en la cabina en vez de usar la velocidad alta, operando el motor a la velocidad normal y el sistema eléctrico con carga ligera. Si la luz permanece encendida, se debe detener la máquina en un lugar apropiado. La causa del problema podría ser una correa de alternador floja o rota, una batería defectuosa, un alternador defectuoso u otras.

Admisión de aire del motor:

Este indicador muestra que el filtro de la admisión de aire del motor se debe cambiar. Si este indicador destella, se debe cambiar el filtro de la admisión de aire del motor.

Comprobar el motor:

Este indicador avisa que hay información de diagnóstico presente en el sistema de control del motor. Esto no indica un problema con la operación del motor. Si se enciende el indicador, el operador debe comprobar el motor lo antes posible.

Freno de estacionamiento:

Este indicador avisa que el freno de estacionamiento está conectado. Si este indicador destella, se debe desconectar el freno de estacionamiento.

Sistema de transmisión:

Este indicador avisa que hay un problema en el sistema electrónico de la transmisión. Si el indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

Sistema de frenos:

Este indicador avisa que hay un problema en la electrónica del sistema de frenos. Si el indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

Sistema de dirección:

Este indicador muestra que hay un problema en la electrónica del sistema de dirección. Si este indicador sigue destellando, se debe comprobar el sistema lo antes posible.

- **Alarmas Tipo 2**

En esta categoría, el indicador de alarma y la luz de acción destellan. Esta categoría advierte al operador de que la máquina necesita un cambio en su operación. A través de esto, se reducirá el exceso de temperatura en uno o más de los sistemas y/o también se disminuirá el exceso de velocidad del motor. En caso de que el indicador de alarma y/o la luz de acción sigan destellando, el operador deberá dejar de trabajar con el equipo.

Filtro de aceite de la transmisión:

Este indicador muestra que se debe cambiar el filtro de aceite de la transmisión.

Exceso de velocidad del motor:

El exceso de velocidad del motor le da al operador una alarma visual señalando que está violando los límites recomendados. Esto indicará que el operador debe modificar la operación para poder controlar la velocidad del motor, lo cual reducirá el riesgo de daño al mismo.

Temperatura del aceite hidráulico:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del aceite hidráulico. Se debe cambiar la operación de la máquina para bajar la temperatura del aceite. Si no baja la temperatura del aceite hidráulico, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

Temperatura del refrigerante:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del refrigerante. Se debe modificar la operación de la máquina para bajar la temperatura del refrigerante. Si no baja la temperatura del refrigerante, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

Temperatura del aceite de la transmisión:

La aguja en la zona roja del medidor indica excesiva temperatura del aceite de la transmisión. Se debe modificar la operación de la máquina para bajar la temperatura del aceite de la transmisión. Si no baja la temperatura del aceite de transmisión, se debe detener la máquina en un lugar apropiado.

- **Alarmas Tipo 3**

En esta categoría, el indicador de alarma y la luz de acción destellan, además de sonar la alarma de acción. Esta categoría requiere que se detenga la operación de inmediato para evitar graves daños al sistema o a la máquina. No se debe operar el equipo hasta que se haya corregido la causa del problema.

Sistema eléctrico:

Este indicador señala un desperfecto en el sistema eléctrico de la máquina. El voltaje del sistema puede estar demasiado alto o demasiado bajo. Es posible causar daño a la máquina. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Flujo de refrigerante:

Este indicador avisa que no existe flujo de refrigerante en el motor. Si este indicador destella, el operador debe detener el equipo inmediatamente.

Freno de estacionamiento:

Este indicador avisa que el freno de estacionamiento y la transmisión están conectados.

El operador debe desconectar el freno y poner la transmisión en neutro.

Sistema de transmisión:

Este indicador avisa que hay un problema grave en el sistema electrónico de la transmisión. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Sistema de frenos:

Este indicador avisa que hay un problema grave en la electrónica del sistema de frenos. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Sistema de dirección:

Este indicador avisa que hay un problema grave en la electrónica del sistema de dirección. El operador debe detener la máquina inmediatamente.

Presión de aceite del motor:

Este indicador avisa que hay baja presión de aceite. Si este indicador destella, el operador debe detener el equipo inmediatamente.

8.3.2 Parámetros de los sistemas

Todos los sistemas tienen sus parámetros de funcionamiento, mínimos y máximos, asociados a variables específicas para lograr el máximo rendimiento de cada modelo de equipo en particular.

Dentro de los parámetros más importantes para el funcionamiento del equipo, se pueden enumerar los siguientes:

- Temperatura mínima y máxima
- Presión mínima y máxima
- Flujo mínimo y máximo
- Caudal mínimo máximo
- Velocidad mínima y máxima
- Niveles mínimo y máximo

8.3.3 Elementos de desgaste

Los elementos de desgaste tienen su vida útil y se puede calcular en horas de trabajo. Cuando no se aplican las técnicas adecuadas de operación, su vida útil

se ve disminuida. Los síntomas de fallas en estos elementos, se pueden detectar al realizar las inspecciones y chequeos previos al desarrollo de los trabajos.



Al inspeccionar cuidadosamente el equipo, se podría detectar cualquier anomalía leve o grave, y debe realizarse antes que el operador comience su turno de trabajo.

8.3.4 Pérdida de fuerza o potencia

Esta **pérdida de potencia** que se da en los equipos, normalmente se da por razones derivadas de una **mala combustión** y un **inadecuado ratio combustible aire** en los cilindros, por ese motivo, los fallos pueden ser muchos y variados, aunque en muchos casos la solución es sencilla.

Como todos sabemos, en un cilindro se da una mezcla de combustible y aire, que tras un proceso químico crea un gas que mueve el pistón. Si por alguna razón hay algún problema en el suministro de aire, el motor **pierde potencia**, y si el problema proviene del suministro de combustible el motor también **pierde potencia**.



8.3.5 Informar fallas

En la mayoría de los equipos se incluye un sistema de monitoreo, diagnóstico e información; que está conectado directamente al centro de control de la operación de la mina. Este sistema alerta al operador y a la supervisión para evitar trabajar con temperaturas altas, bajas presiones, problemas de frenos, con fugas de fluidos, cadenas destensadas y otros parámetros fuera de rango.

Actividad N°16 : Comparación de equipos

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán elegir un modelo de equipo específico cama baja y buscar la mayor cantidad de información en relación a su estructura y funcionamiento (web/bibliografía técnica/catálogos/manuales). Luego deberán confeccionar una presentación, indicando en forma muy resumida, los principales sistemas que lo conforman, sus principales características y diferencias con los modelos elegidos por los otros grupos.

Para qué sirve

A través de la realización de esta actividad, los participantes podrán aplicar los contenidos desarrollados hasta el momento, así como también recurrir al trabajo en equipo.

Materiales

- Lápices
- Hojas
- Conexión a Internet
- Acceso a Bibliotecas
- Acceso a Manuales/Catálogos de Equipos

Manos a la obra

Según lo revisado hasta el momento y aplicando los conocimientos de estructura y funcionamiento del equipo cama baja, se deberá discutir, analizar y confeccionar una presentación resumida considerando un equipo específico, y luego será expuesto en clases hacia el curso.

Puesta en común

El instructor le pedirá a un representante por grupo que comente las conclusiones y acuerdos a los que llegaron, comparando las respuestas entre los grupos, indagando el nivel de dificultad de la actividad y qué se aprendió de ella.

Finalmente, cada grupo deberá entregar la presentación que generaron, con el detalle de integrantes que participaron en su elaboración.



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

SOCIOS CCM



Una iniciativa de:

Con la asesoría experta de:

