



PAQUETES PARA ENTRENAMIENTO

Cuaderno del Instructor

Operador Especialista Equipos Carguío Mina Rajo

**Módulo IV: Estructura y Funcionamiento del
Cargador Frontal**

PFERA-4-01/V.1-[PE01-M04/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 Riffo 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

4	Módulo IV Estructura y Funcionamiento del Cargador Frontal.....	5
4.1	Capítulo 1 Chequeo Pre-Operacional	5
4.1.1	Clasificación del cargador frontal.....	5
4.1.2	Componentes del equipo.....	10
4.1.3	Condiciones operacionales.....	14
4.1.4	Estructura del equipo.....	14
4.1.5	Acceso al equipo	16
4.1.6	Chequeo de cabina.....	17
4.1.7	Tren de rodado	18
4.1.8	Motor diésel	22
4.1.9	Tren de potencia.....	24
4.1.10	Elementos de desgaste	27
	Actividad N°9: Confección y aplicación de una pauta de Inspección Pre-Operacional	34
4.2	Capítulo II Chequeo de sistemas	35
4.2.1	Sistema de iluminación.....	35
4.2.2	Sistema de dirección	35
4.2.3	Sistema de freno.....	46
4.2.4	Sistema de comunicación.....	54
4.2.5	Sistema hidráulico del equipo de trabajo (aguilón, cucharón, cilindros) 55	
4.2.6	Sistema mecánico	57
4.2.7	Sistema de lubricación.....	75
4.2.8	Sistema aire acondicionado.....	76
	Sistema contra incendios	77
4.3	Capítulo III Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo .	79
4.3.1	Tipos de alarmas e interpretación.....	79
	Elementos de desgaste.....	83
	Informar fallas	85
	Actividad N°10: Comparación de equipos	89

4 Módulo IV Estructura y Funcionamiento del Cargador Frontal

A continuación se presenta una descripción general del Cargador Frontal; principales componentes y técnicas de operación, entre otros. Cabe mencionar que esta información debe ser complementada por medio de los recursos y equipos utilizados para el entrenamiento, tanto para la consolidación de los conocimientos, como para el desarrollo de las habilidades asociadas a la operación del equipo.

4.1 Capítulo 1 Chequeo Pre-Operacional

4.1.1 Clasificación del cargador frontal

La primera pala cargadora apareció en 1939 en los Estados Unidos, Ésta consistía de una cuchara accionada por cables y poleas.

Los cargadores frontales tienen como nombre técnico “PALAS MECÁNICAS ARTICULADAS” han sido construido especialmente para labores de carguío y levantamiento de materiales en los campos de LA MINERÍA A TAJO ABIERTO

Los cargadores son equipos de carga, acarreo y eventualmente de excavación, en el caso de acarreo solo se recomienda realizarlo en distancias cortas.

Estos equipos levantan el material, lo transportan y lo descargan en volquetes, tolvas, depósitos o lo apilan en una cancha.

Los cargadores frontales realizan la misma labor que las palas y las excavadoras.

Existen dos tipos de Cargadores Frontales, según su tren de rodaje, estos son:

- De ruedas o neumáticos.
- De orugas.

Estos últimos llamados cargador de orugas, también son conocidos en otros países como Traxcavo.



De acuerdo con la capacidad del cucharón, se establecen tres categorías de palas cargadoras:

CATEGORÍA	CAPACIDAD (m³)
Pequeñas	Menor que 4
Medianas	4 – 8
Grandes	Mayor que 8

- Máquinas sobre RUEDAS

Son aquellas que se fabrican especialmente a pedido de empresas que trabajan yacimientos mineros muy grandes y poseen cucharas de más de cinco metros cúbicos.

- Máquinas sobre orugas

En minería a cielo abierto la cargadora sobre orugas es principalmente una máquina de apoyo. Si bien no tiene la movilidad de una cargadora sobre neumáticos es mucho más móvil que la pala mecánica y se utiliza principalmente en excavación de planos inclinados. Con movimiento de cadenas u oruga, se utilizan para trabajar en terrenos muy rocosos y escarpados.

Tren de Rodaje	Ventajas	Desventajas
Orugas	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor capacidad de excavación. • Menor presión sobre el terreno. • Gran esfuerzo de tracción. 	<ul style="list-style-type: none"> • Velocidad de desplazamiento baja. • Costo de mantenimiento alto en materiales abrasivos.
Neumático	<ul style="list-style-type: none"> • Gran movilidad. • Menor costo de mantenimiento en condiciones fáciles. • Velocidad de desplazamiento alta. • Maniobrabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • En materiales abrasivos, alto costo de rodaje. • Presiones sobre el terrero, alta.

Tipos de cargadores frontales

Existen cargadores frontales de grandes dimensiones usados principalmente en la gran minería. Principalmente encontramos las marcas: Caterpillar, LeTourneau, Komatsu.



En las faenas de minería a cielo abierto se utilizan principalmente los equipos medianos, asociados a camiones, de acuerdo con combinaciones bien definidas del binomio cargador-camión.

CARGADORES CON RUEDAS - EQUIPOS CHICOS

Potencia neta	129 hp / 96 kW
Cilindrada	6000 cm ³
Peso en trabajo	11.340 kg a 10.850 kg
Capacidad del balde	del 1.70 m ³ / 2.80 m ³



924G



924Gz



924G



928Gz



930G

CARGADORES CON RUEDAS EQUIPOS INTERMEDIOS



962H



IT62H



938G Series II

Potencia neta	134 hp / 180 kW a 262 hp / 195 kW
Cilindrada	7 200 a 15200 cm ³
Peso en trabajo	13.452 kg a 23.698 kg
Capacidad del balde	2.5 m ³ a 6.1 m ³



IT38G Series II



950H



966H

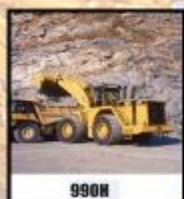


972H



980H

CARGADORES CON RUEDAS EQUIPOS GRANDES



990H

Potencia neta	501 hp / 373 kW a 1577 hp / 1176 kW
Cilindrada	18100 a 78000 cm ³
Peso en trabajo	49.546 kg a 195.434 kg
Capacidad del balde	6.3 m ³ a 36.0 m ³



988H



990 Series II



992G



994D



994F

CARGADORES CON ORUGAS - CHICOS

Potencia neta	90 hp / 67 kW
Cilindrada	5000 a 7200 cm ³
Peso en trabajo	9.484 kg
Capacidad de la pala	1.2 m ³



939C Hystat

CARGADORES CON ORUGAS - MEDIANOS

Potencia neta	128 hp / 95 kW
Cilindrada	7200 cm ³
Peso en trabajo	15.145 kg
Capacidad de la pala	1.85 m ³



953C



4.1.2 Componentes del equipo

Chasis

En general, el chasis está formado por dos semichasis unidos por una articulación doble con eje vertical. En el semichasis delantero, y de forma más o menos triangular, va anclado todo el equipo de trabajo. El semichasis trasero tiene forma de caja y debe soportar, además del eje y su diferencial, el peso del motor y de la transmisión. También, generalmente, soporta el peso de la cabina y mandos del operador.

Ambos están contruidos de aceros de alta resistencia, especialmente diseñados para soportar esfuerzos de carácter continuado, tanto de torsión como de flexión.

Mediante la acción de los vástagos de dos cilindros hidráulicos, uno a cada lado, la articulación permite giros a izquierda y derecha, con ángulos de entre 35 y 45 grados, lo que aumenta la maniobrabilidad de la máquina.



Cabina

La cabina está colocada sobre la articulación y puede formar parte tanto del cuerpo trasero como del cuerpo delantero del equipo. La ubicación de la cabina presenta ventajas, las que se señalan en la siguiente tabla:

Ubicación	Ventajas
Parte Delantera	Mejor visión para el operador, aislamiento de ruidos y vibraciones del motor.
Parte Trasera	Mayor confortabilidad debido a los giros más pequeños en la parte trasera. Mayor seguridad en la operación.

Neumáticos

Se estima que entre 10% y 20% de los costos de mantención de los cargadores frontales corresponde a los neumáticos, por lo que éstos representan uno de los factores clave por considerar en una buena operación de estos equipos. Los cargadores frontales utilizan los siguientes tipos de neumáticos:

- Lonas sesgadas
- Radiales
- Beadless

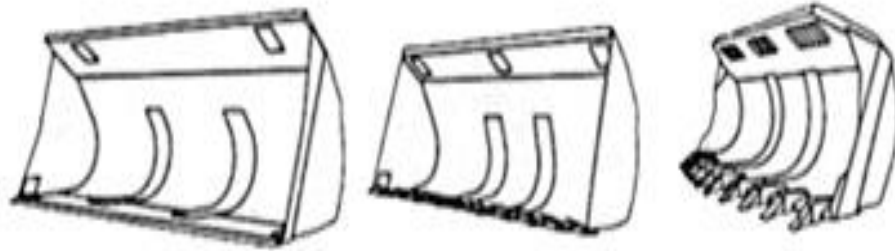
Baldes

En relación con el balde, éstos se diseñan con un ancho un poco mayor al de la máquina, de forma que al introducirlos en las pilas (carga) no se produzcan daños en los neumáticos.

Estas dimensiones hacen que los baldes tengan una estructura más débil que la de las palas de cable y/o hidráulicas. Como además es necesario maximizar la carga útil, se deben construir con el menor peso posible. Por este motivo, las fuerzas de arranque de estos equipos son mucho menores que en las palas.

Los baldes se clasifican de acuerdo con el material que deben transportar y para el cual se han diseñado. Se distinguen baldes de material ligero, baldes de uso general y baldes de roca.

Los dos primeros son baldes de forma recta, en cambio el de roca tiene forma de "V" y se le han incorporado dientes para mejorar la penetración.



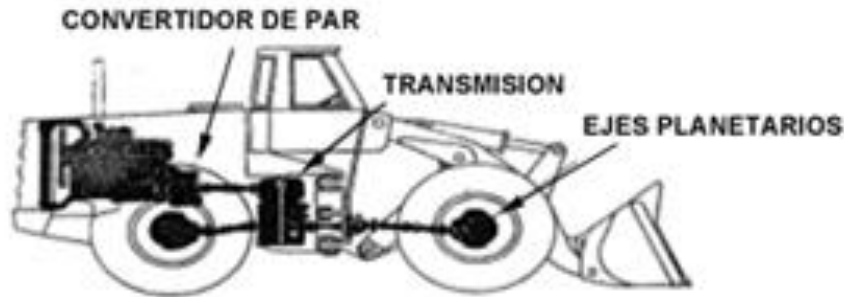
Sistemas de transmisión

Los cargadores frontales usan motores diésel como fuente de energía primaria, utilizando dos tipos de transmisión: mecánica o eléctrica.

Mecánica: La transmisión mecánica está constituida por tres mecanismos de regulación:

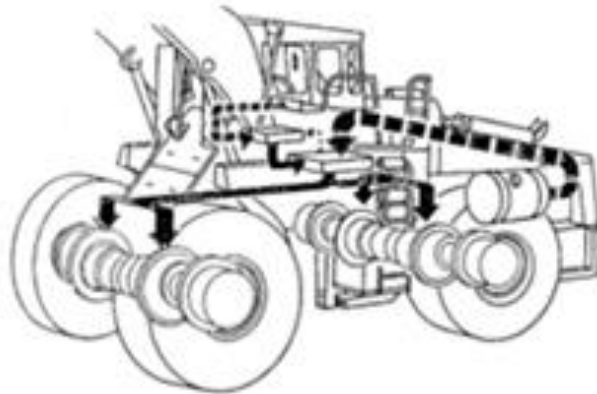
- Mecanismo de regulación de la velocidad del motor, que a su vez acciona un convertidor de par convencional.
- Mecanismo de regulación por modulación de potencia, situado entre el motor y el convertidor de par. La velocidad del motor y la bomba hidráulica permanecen constantes.
- Mecanismo de regulación variable, con varios convertidores de par. Los convertidores de par regulan la velocidad de traslación, manteniendo la velocidad de motor en un régimen constante. Este mecanismo cuenta con los siguientes elementos:
 - ✓ Convertidor de par, cuya finalidad es disponer de un órgano que multiplique el par, disminuya el número de revoluciones y brinde un número de relaciones de cambio, normalmente de 3 a 4,8.
 - ✓ Caja de cambios, que suele ser del tipo "power-shift" o servo transmisión con control simple, disponiendo de varias velocidades hacia adelante y hacia atrás.
 - ✓ Árboles de transmisión, que transmiten el movimiento a los dos ejes, consiguiéndose así la tracción a las cuatro ruedas.

Diferenciales, ejes y mandos finales.



Eléctrica: La transmisión eléctrica está constituida por los siguientes elementos:

- Motor que gira a velocidad constante, acoplado a un generador de corriente alterna y a una caja reductora a la que van conectadas las bombas del circuito hidráulico de elevación y dirección.
- Rectificador de corriente.
- Motores de tracción de corriente continua en cada rueda.
- Sopladores de refrigeración de motores, circuito hidráulico, generador, filtros de aire, frenos, etcétera.
- Ejes planetarios en cada rueda.
- Frenos de disco accionados neumáticamente.



Sistema hidráulico

El circuito hidráulico de los cargadores frontales acciona los cilindros de elevación y articulación.

La bomba que acciona los cilindros de la articulación debe producir la presión de aceite suficiente para controlar el balde, incluso cuando el motor de la máquina funciona a bajo régimen. Igualmente, cuando se produce la excavación y carga, y

el motor se encuentra a régimen máximo, debe existir un exceso en la capacidad del circuito de la articulación para aumentar la del circuito de carga.

Equipo de trabajo

El equipo de trabajo está constituido por el mecanismo de elevación, volteo y la cuchara. Los brazos de elevación son de acero de alta resistencia, están unidos por un puente central que garantiza solidez de conjunto, y son accionados por cilindros hidráulicos para subirlos y bajarlos.

En el mecanismo de volteo existen dos configuraciones. La más utilizada es la que se conoce como "cinemática en Z", que multiplica fuerza y velocidad de volteo gracias a su mejor geometría. El mecanismo es accionado por uno o dos cilindros hidráulicos, según el modelo.

4.1.3 Condiciones operacionales

Para el funcionamiento seguro del Cargador Frontal, 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.

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, sondas e indicadores. 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.

4.1.4 Estructura del equipo

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

Chasis o Bastidor

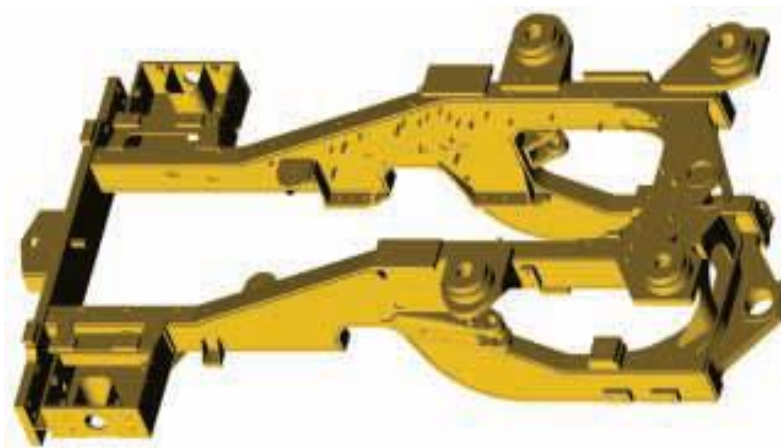
En general, el chasis está formado por dos bastidores unidos por una articulación doble con eje vertical.



- En el bastidor delantero, va anclado todo el equipo de trabajo. Este proporciona una base de montaje fuerte para el eje delantero, brazos de levantamiento, cilindros de levantamiento y cilindros de inclinación horizontal.



- El bastidor trasero tiene forma de caja y debe soportar, además del eje y su diferencial, el peso del motor y de la transmisión. Este bastidor proporciona una estructura fuerte y rígida que resiste las cargas de torsión e impacto.

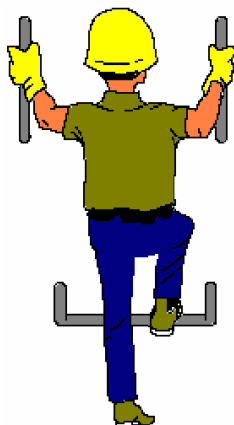


4.1.5 Acceso al equipo

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.

4.1.6 Chequeo de cabina

La cabina del operador cuenta con todos los controles necesarios para operar el Cargador. 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 deben fijar ventosas al cristal de la ventana. Las ventosas actúan como una lente y podrían causar un incendio.



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 elementos ignífugos.

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 máquina.

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. Todos los pilotos (luces) y lecturas de salida, son fácilmente visibles en la luz directa del sol.

4.1.7 Tren de rodado

Cargadores frontales con orugas

El tren de rodado proporciona una potencia hidráulica eficiente y un control superior del movimiento de las cadenas. El tren de rodado es un grupo de piezas que se fabrican como conjunto y se gastan como un todo. Su valor es aproximadamente el 40% del valor del equipo, por lo tanto las malas prácticas aplicadas en los traslados, giros incorrectos, el patinar o trabajar con cadenas destensadas, acorta la vida útil al rodado. Algunos componentes del tren de rodado son los siguientes: zapata, eslabón, bastidores, rodillos, ruedas guías, resorte tensor, rueda motriz, barra ecualizadora.



El tren de rodado soporta las orugas y está conectado al marco principal. Los trenes de rodado (localizados uno en cada lado) son apoyados por una suspensión ecualizadora del tipo oscilación. Esto consiste en una escotilla de pivote y barra que permite que el tren de ambos lados suba o baje mientras se está pasando por sobre terreno desnivelado. El bastidor de los rodillos de las orugas, es la estructura que contiene los rodillos, las ruedas guías y las ruedas motrices, por donde circulan las orugas. Cada lado generalmente cuenta con 8 rodillos inferiores y 2 rodillos superiores.

La tensión de las orugas es un factor importantísimo en la vida útil del tren de rodado. La tensión de las orugas debe observarse todos los días y si no cumplen con las especificaciones, deben ser reportadas. La tensión de las orugas se modifica utilizando una pistola engrasadora a presión, para ajustar la toma. También se debe informar sobre cualquier zapata que se encuentre suelta o doblada.

Cargadores frontales con neumáticos

Los cargadores frontales sobre neumáticos, llamados también cargadores sobre ruedas, son uno de los equipos más usados en minería hoy en día. Conocidos por su extrema versatilidad y capacidad de carga útil, estas máquinas realizan múltiples tareas. Los cargadores frontales son usados primordialmente en aplicaciones como el manejo de material, excavación, carga y transporte, construcción de carreteras, y preparación de lugares.

La utilización del cargador frontal en minería, se hizo más frecuente tras la aparición de cargadores sobre neumáticos articulados, ya que permitieron mayor maniobra reduciendo los ciclos de tiempo. Hoy en día, modelos de cargadores frontales con bastidores articulados son el estándar de la industria y hasta los cargadores más compactos son contruidos de esta manera.

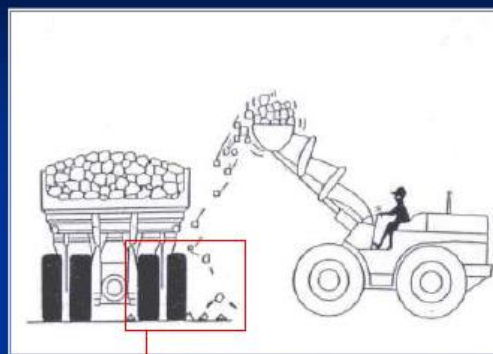
Los cargadores sobre neumáticos son segmentados en el mercado de acuerdo a sus caballos de fuerza. Los cargadores sobre neumáticos compactos contienen 80 caballos de fuerza o menos, y por consiguiente la clasificación es categorizada de 80 a 150 caballos de fuerza, de 150 a 200 caballos de fuerza, y de 200 a 250 caballos de fuerza.

La energía es abastecida desde un motor diésel a través de un convertidor de torque y posee “power shift wheels” para manejar las ruedas. Actualmente, la mayoría de los cargadores sobre neumáticos son de tracción a las cuatro ruedas las cuales es necesario que sean de igual tamaño, aunque también estas máquinas pueden ser operadas en tracción de dos ruedas. La rueda motriz trasera mejora la capacidad para excavar de la maquina mientras que la rueda motriz delantera permite una mejor tracción cuando está cargando un cucharón lleno.

En la industria del equipo, una serie de criterios específicos es usada para medir la capacidad de realizar y de utilidad de un cargador sobre neumáticos para manejar particulares tareas de contracción. Estas incluyen las características del cucharón como el tamaño y sus gavillanes o dientes, las llantas y su habilidad para proveer tracción, “tipping load” y velocidad contrapeso, y la fuerza de arranque. La fuerza de arranque es la cualidad más atribuida en un cargador frontal y proporciona una indicación de la capacidad del cargador sobre neumáticos para cavar.

Respecto de los neumáticos, hay múltiples factores que inciden en la extensión de la vida de un neumático minero: modo de conducción, presión, estado del camino, etc. Y si se aplican las indicaciones del fabricante, su rendimiento puede ser mayor y se reduce el impacto en el medio ambiente

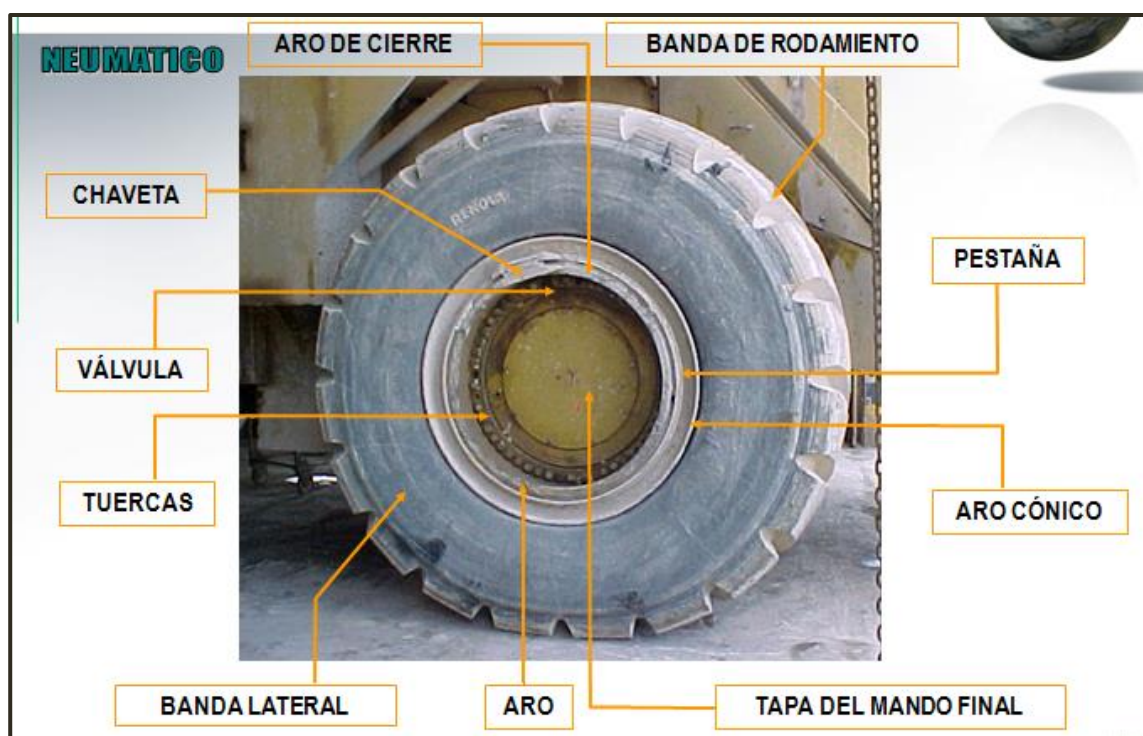
Reducir el consumo y extender la vida útil de los neumáticos de grandes equipos son dos pilares fundamentales dentro de la estrategia de adquisiciones y manejo de costos de las compañías mineras. Esto, considerando que los neumáticos son un insumo clave en sus operaciones y están sometidos a altas exigencias de producción, que ponen a prueba su resistencia y durabilidad.



Se debe evitar el exceso de carga ya que la caída de material provoca cortes en los neumáticos, esta es netamente responsabilidad del operador del cargador. El operador debe estar atento para no cargar en exceso y derramar rocas. Además la carga en exceso provoca caída de material en las rutas, zonas de pendientes y curvas.



Los componentes de un neumático son los siguientes:



4.1.8 Motor diésel

Componente en el cual todas sus piezas funcionan de manera sincronizada y tiene la capacidad de hacer funcionar un sistema/equipo, transformando la energía calórica producida durante la combustión de la mezcla oxígeno (aire) - petróleo, en energía mecánica útil para la ejecución de un trabajo determinado (fuerza que produce un movimiento).

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 motor diésel es un generador de movimiento que se manifiesta en fuerza de trabajo mecánico. Existen tradicionalmente dos tipos de motores de acuerdo al tipo de combustible que utilizan, los motores bencineros y los motores petroleros o también conocidos por motores diésel.

El cargador frontal utiliza motor diésel; en este caso, existen dos tipos de motores diésel: los motores de dos tiempos y los motores de cuatro tiempos. La diferencia radica en el tiempo que se toman para realizar las cuatro fases de la acción de todo motor:

- Admisión.
- Compresión.
- Explosión.
- Escape.



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.

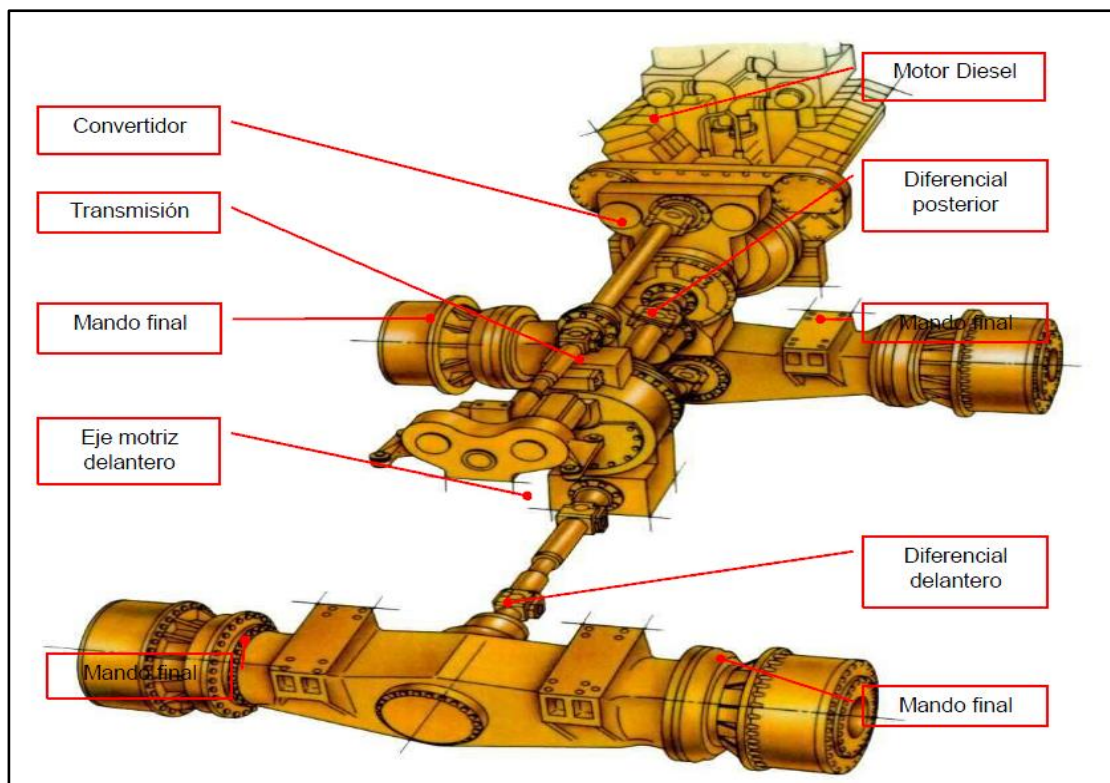
El motor depende del aceite para su lubricación y enfriamiento. El nivel del aceite debe mantenerse en los niveles aceptables. Se debe tener mucho cuidado de evitar que algún residuo de tierra penetre en el motor mientras se está agregando aceite. Si el nivel del aceite es significativamente más alto 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.

4.1.9 Tren de potencia

El tren de potencia (o fuerza), es aquel conjunto de dispositivos encargado de convertir la energía en movimiento, ya sea para trasladarla o desarrollar cierta acción. En otras palabras transmite la fuerza al terreno. El tren de fuerza en los Cargadores Frontales está definido principalmente por los siguientes componentes:



A través del tren de potencia, la energía proveniente del motor, suministra fuerza a las orugas o neumáticos que propulsan el equipo. La potencia del motor se transmite a través de un convertidor de torque. El convertidor de torque es un elemento del tren de potencia que hidráulicamente multiplica el torque del motor y que además entre sus componentes posee un embrague hidráulico que acopla a determinadas velocidades. Las funciones principales de este elemento son: aumentar el torque en las puestas en movimiento de la máquina, aumentar el

torque cuando la maquina trabaja con carga a poca velocidad y disminuir los impactos desde el motor a la transmisión.



Posteriormente, la fuerza se transmite a los mandos finales a través de la Transmisión directamente, en el caso de cargadores con oruga, o Conjuntos de Ejes trasero y Delantero en el caso de cargadores con ruedas.

Cargadores con Oruga: La máquina de cadenas es dirigida haciendo que una cadena gire más rápido que la otra. Existen dos sistemas ampliamente utilizados, a saber: embrague de dirección o dirección con diferencial. En el sistema de embrague de dirección, un embrague de dirección interrumpe el flujo de potencia a una de las cadenas. En el sistema de dirección con diferencial, el diferencial de dirección utiliza la entrada de potencia de un motor hidráulico para aumentar la velocidad de una cadena e igualmente reducir la velocidad de la otra cadena.



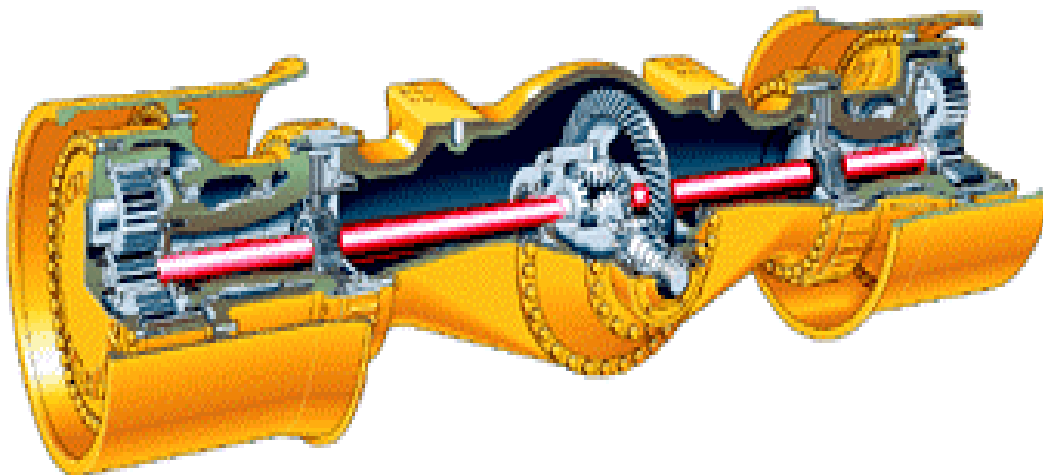
El tren de mando inferior incluye los frenos de servicio para reducir la velocidad o detener la máquina. En el sistema de embrague de dirección, los frenos son parte del conjunto del embrague de dirección y también ayudan a hacer girar la máquina. En el sistema de dirección con diferencial, los frenos forman parte del grupo diferencial de dirección en lado izquierdo del tractor y el grupo planetario en el lado derecho del tractor. Los frenos no ayudan a girar el tractor con sistema de dirección con diferencial.



Los mandos finales proporcionan la última reducción de velocidad e incremento del par en el tren de mando. Los mandos finales pueden ser engranajes principales o juegos de engranajes planetarios (sistema de modulación que permite cambios rápidos de sentido y velocidad). Éstos reciben potencia desde el eje del engranaje solar y la transfieren a la rueda motriz que acciona la cadena. En algunos modelos de equipos (Caterpillar), los mandos finales elevados están aislados del suelo y de las cargas de impacto inducidas por los implementos, para una mayor duración del tren de fuerza. En otros (Komatsu), la rueda guía y rodillos inferiores se balancean libremente a lo largo de la superficie desigual del terreno, absorbiendo los impactos del tren de rodado.

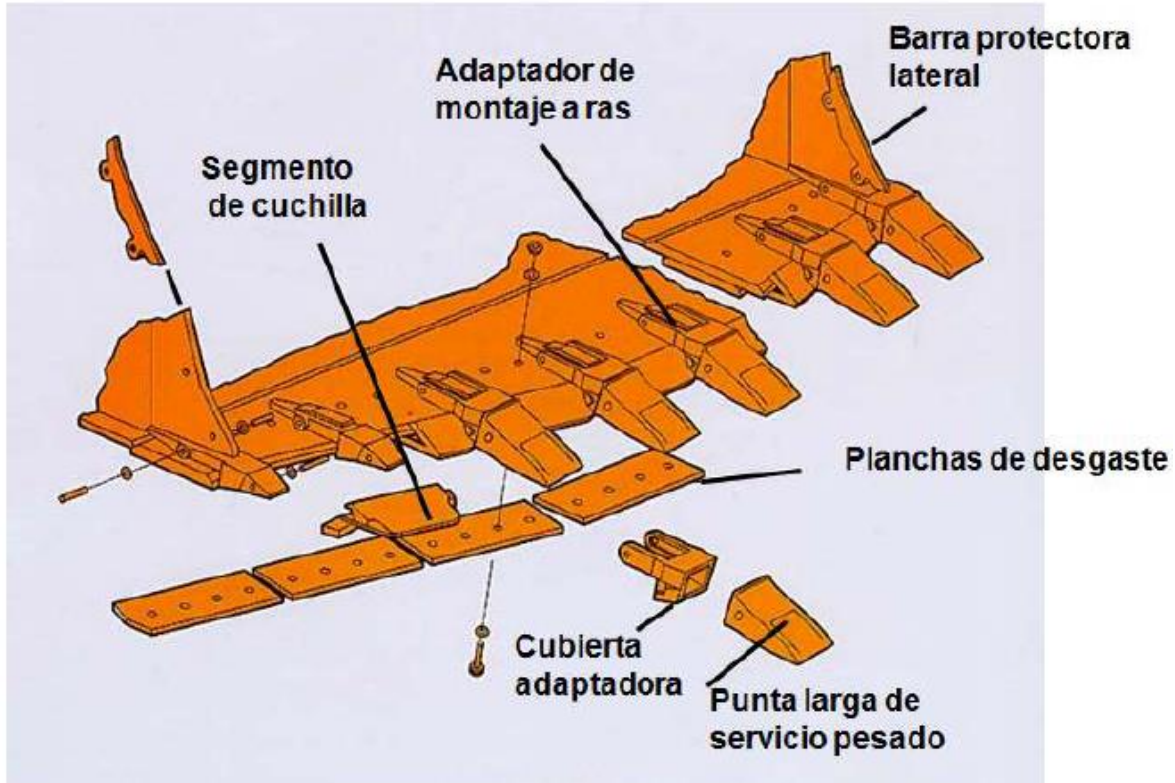
Cargadores con Ruedas. Conjunto Diferencia: El piñón de ataque recibe potencia desde el eje de entrada y se conecta con la corona a 90°. La corona a su vez, está conectada a la caja del diferencial la cual contiene a la cruceta, engranajes satélites y engranajes laterales o de salida que transmiten movimiento a los ejes, mandos finales y ruedas.

El grupo del eje está compuesto por la caja del eje, los semiejes o palieres y los cojinetes. Los semiejes transmiten potencia a los mandos finales. La caja y cojinetes son los que soportan el peso de la máquina



4.1.10 Elementos de desgaste

Constituyen gran parte de los costos de operación de las maquinarias, motivo por el cual se han considerado “Metales Desechables”. Los elementos de desgaste están en contacto con pisos duros, abrasivos, ásperos, rocosos, durante largos períodos de operación. A esto se agrega la velocidad de desplazamiento (a veces muy alta), generando mayor deterioro. Los principales elementos de desgaste en el Cargador son:



Elementos de desgaste específicos del rodado:

- Zapata
- Bujes
- Eslabón
- Rodillos
- Rueda guías
- Pasadores
- Segmentos

El no reemplazar estos artículos resulta en un desgaste del metal en donde se encuentran instalados. Si se permite que esto continúe por mucho tiempo, se dificultará o imposibilitará la tarea de instalar nuevas partes. Tal problema se evita reemplazando estos artículos cuando así la situación lo requiera.

La causa principal de las fallas de la cuchilla son la fatiga del metal y el desgaste del metal donde se instalan dichos artículos. La fatiga puede evitarse sin sobrecargar la cuchilla o aplicarle demasiada fuerza. Cualquier desgaste excesivo de la cuchilla debe ser informado por el operador para su reparación antes que el daño se expanda demasiado y se transforme en una tarea difícil y larga. Se debe informar cualquier artículo que presente desgaste.



Descripción del cucharón

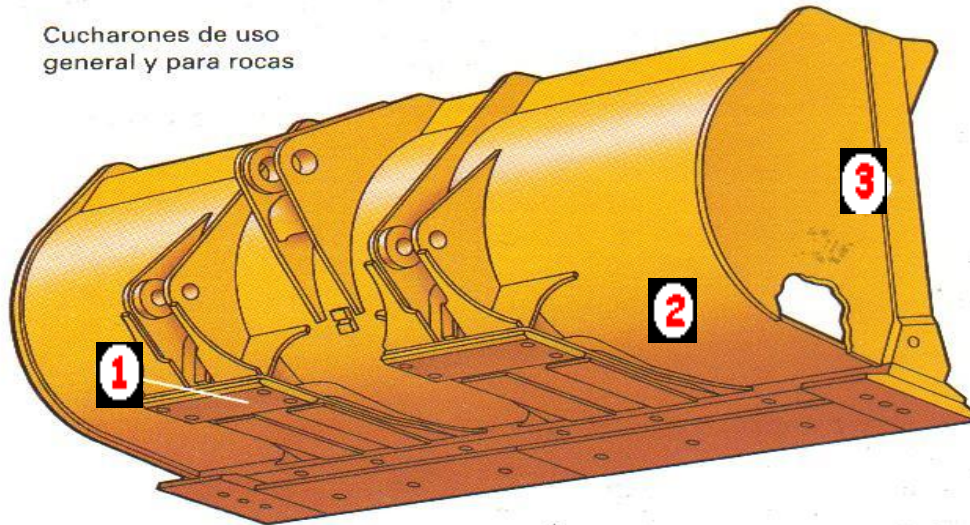
Todos los cucharones están contruidos con costillas de refuerzo exteriores que resisten la torsión y la deformación. Plancha de desgaste empernables y reemplazables protegen el fondo del cucharón. Por ejemplo la marca CAT implementó y patentó el sistema “Guarda esquinas”, el cual protege las esquinas contra el desgaste a largo plazo.

Según el uso, los cucharones se pueden clasificar de la siguiente manera:

Cucharones de uso general y para rocas: son excelentes para la excavación, el apilamiento de materiales y los trabajos de propósito general. Sus elementos principales son:

- Plancha de desgaste empernables.
- Piso con declive.
- Barra lateral recta, afilada.

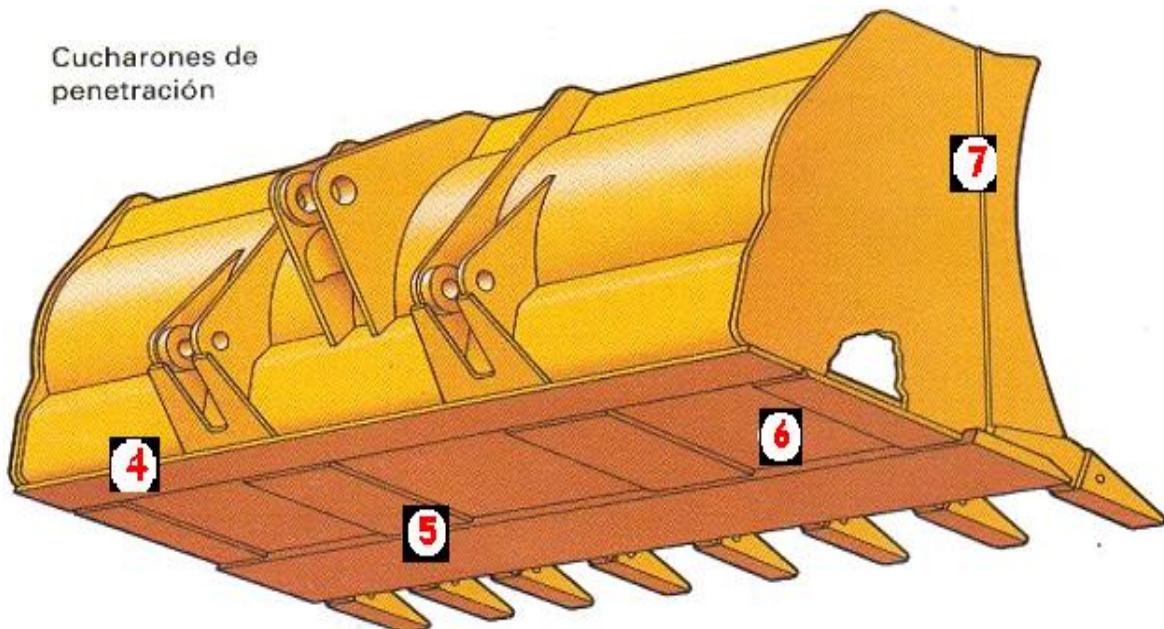
Cucharones de uso general y para rocas



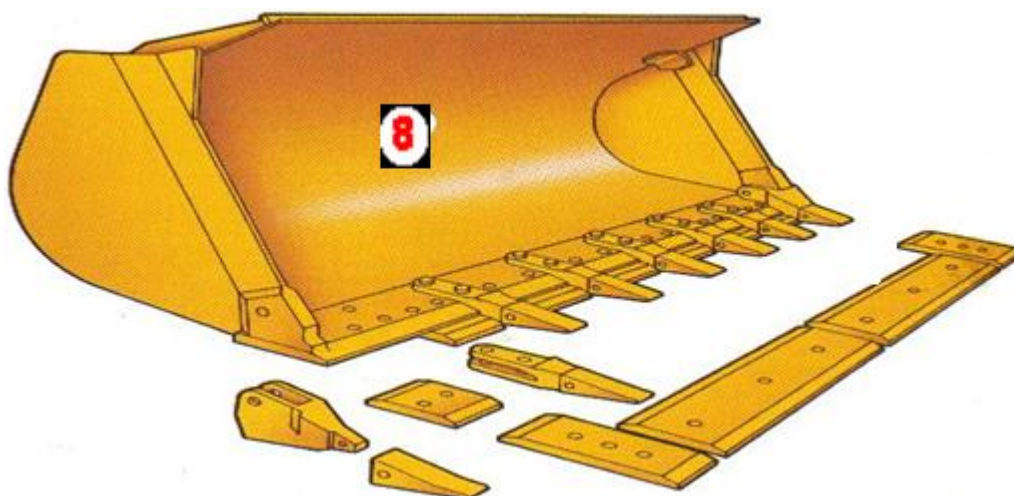
Cucharones de penetración: Excelentes para el trabajo de preparación del terreno. Sus elementos principales son:

- Borde de nivelación trasera a todo el ancho del cucharón.
- Planchas de desgaste longitudinales.
- Piso plano.
- Barra lateral afilada y curva.

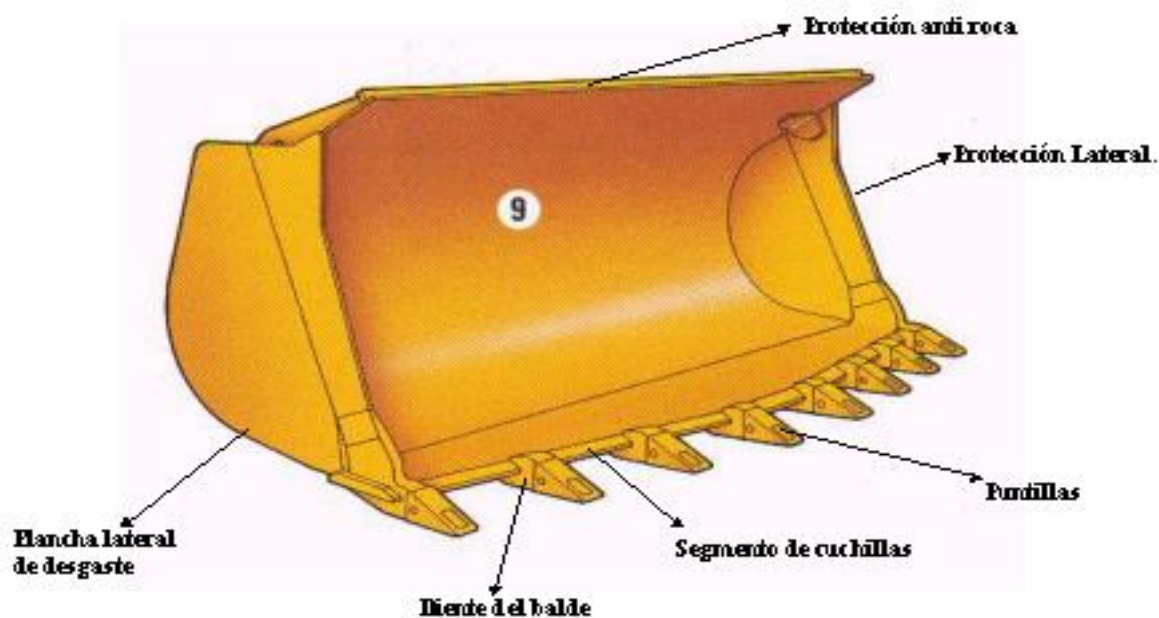
Cucharones de penetración



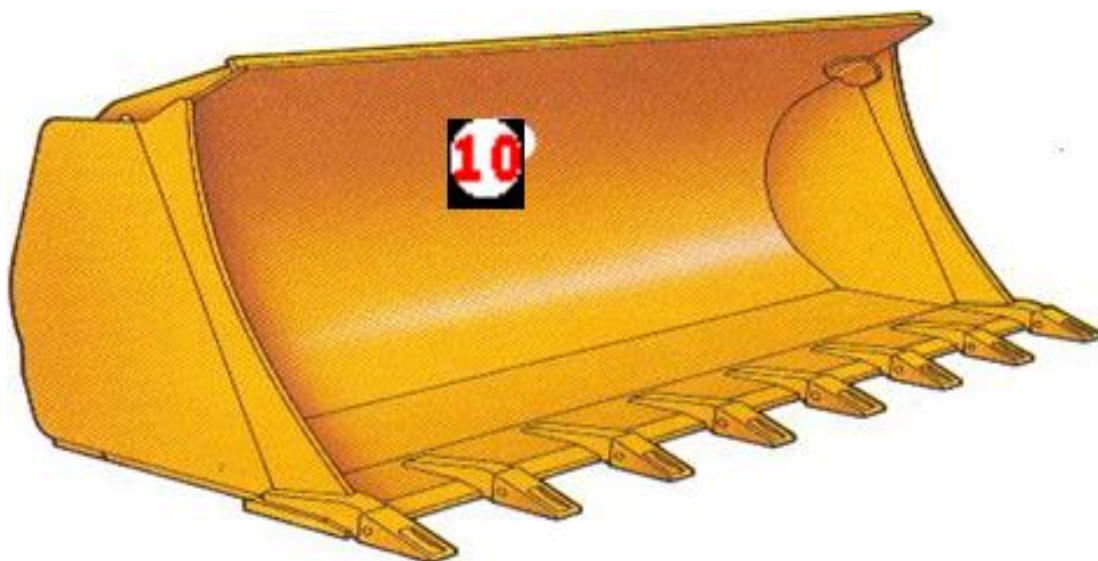
Cucharones de uso general: están disponibles con dientes, con dientes y segmentos o con cuchillas reversibles. Todas son opciones empornables.



Cucharones para roca: Tienen un diseño de cuchilla en forma de pala que los hace adecuados para los trabajos de alto impacto. Los cucharones para rocas están disponibles con dientes o sin dientes.

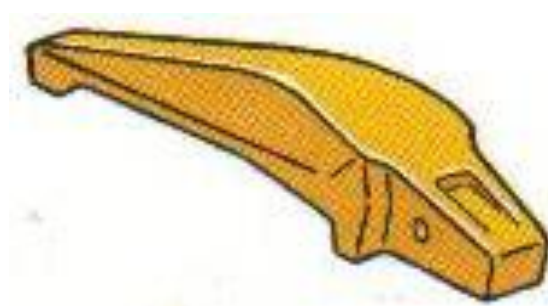


Cucharones para penetración: Son la selección correcta para una fuerza de desprendimiento moderada. Los dientes montados a ras son soldados.

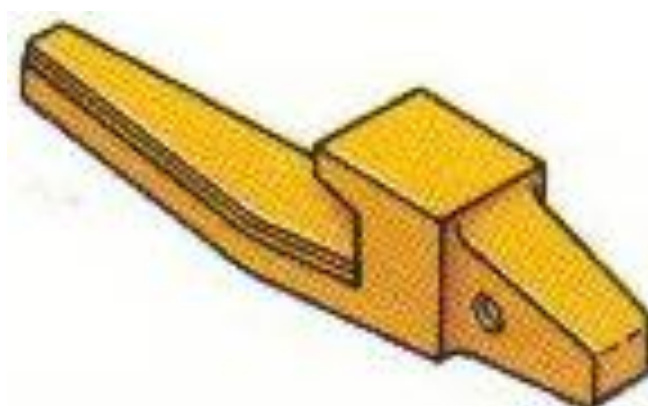


Piezas del Cucharón

- Montado a ras:



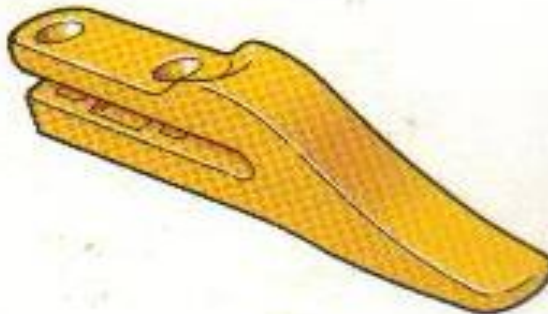
- De Plancha inferior:



- De dos planchas y pernos:



- Unitooth (diente de una pieza):



Opciones de Punta:

- Resistente a la abrasión:



- De penetración:



- Larga:



- Corta:



Actividad N°9: 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 cargador frontal, 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 cargador frontal, 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.

4.2 Capítulo II Chequeo de sistemas

4.2.1 Sistema de iluminación

El sistema de iluminación forma parte del sistema eléctrico del equipo. 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.

Faros traseros

Focos destinados a la iluminación a la parte posterior del equipo.

Luces de posición y parada

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

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

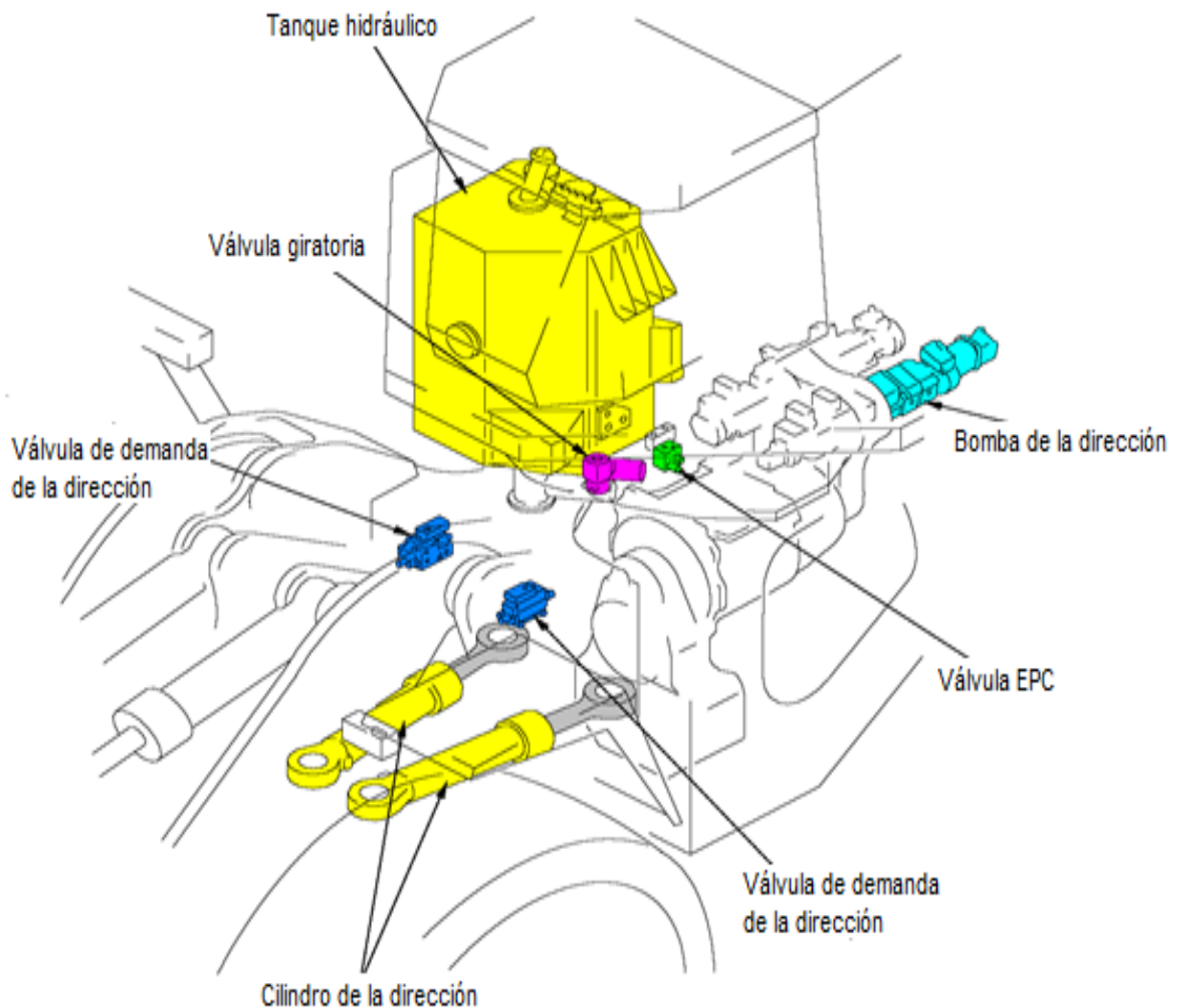
4.2.2 Sistema de dirección

El sistema de dirección es un conjunto de mecanismos mecánicos e hidráulicos mediante los cuales se pueden orientar las ruedas u orugas a voluntad del operador. Permite dirigir sobre el lugar, transitar con exactitud, tanto para tomar

curvas como para estacionarse. Las acciones del operador son ejecutadas sobre los controles de dirección (volante o joystick); se efectúa la conducción de la máquina, y es necesario un solo control para efectuar los giros.

El control de la dirección combina la propia dirección, el sentido de desplazamiento de la máquina y la selección de marchas, en un sistema operado con una mano para aumentar la comodidad y productividad del operador.

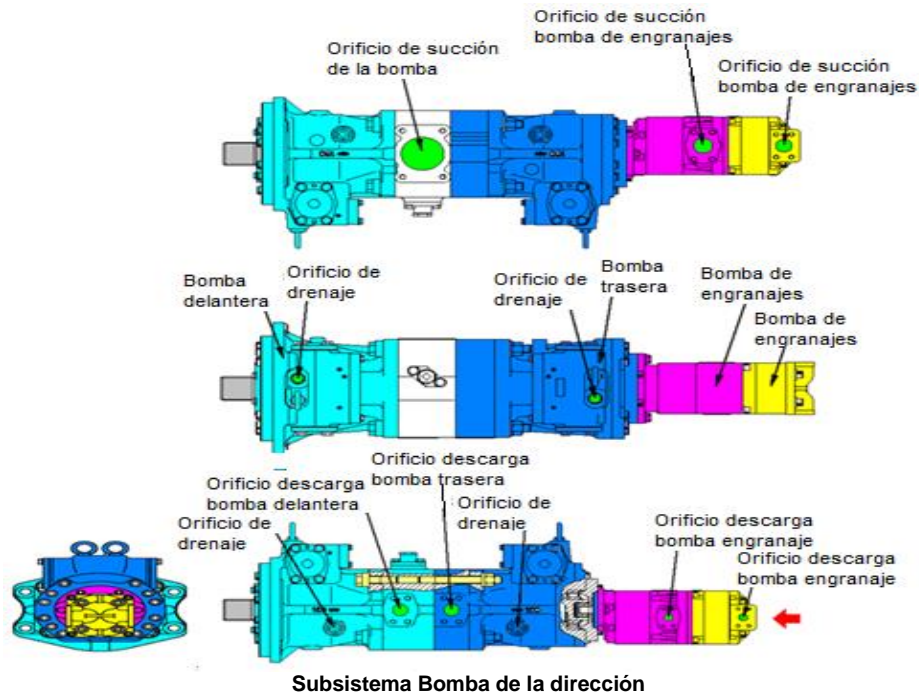
El sistema hidráulico de la dirección funciona a través de varios Subsistema que controlan todas las operaciones: Tanque aceite hidráulico, cilindros y bomba de la dirección, válvulas: demanda de la dirección, giratoria y EPC.



Bomba de la dirección

Está integrada en un conjunto de dos bombas de pistones con plato oscilante de desplazamiento fijo, dos bombas de engranajes y una bomba de turbina entre ellas.

Modelo HPV160 + 160

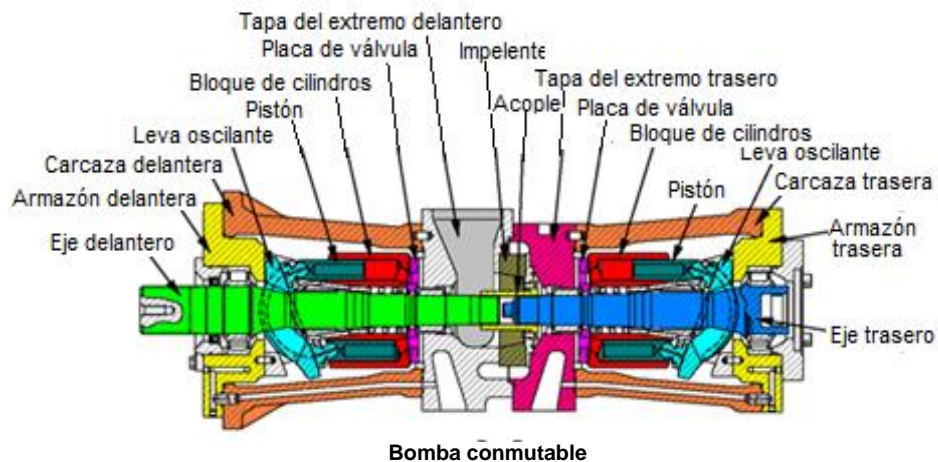


Bomba conmutable

Modelo HPV160 + HPF160

Esta bomba consiste en:

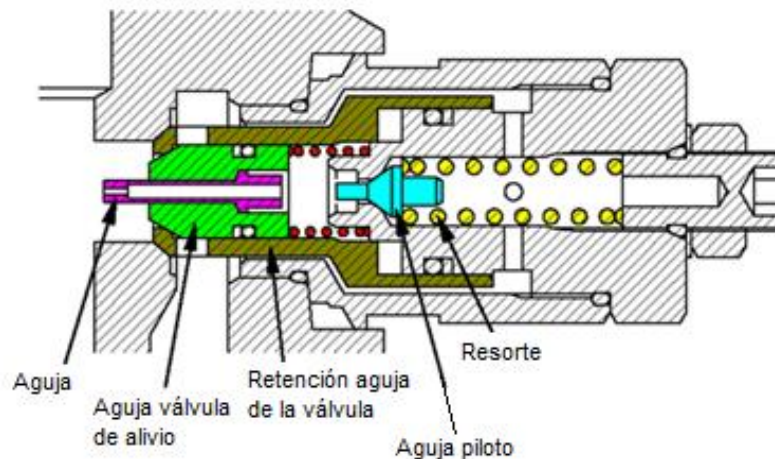
- 1 bomba de pistón con plato oscilante de desplazamiento variable.
- Una bomba de pistón con plato oscilante de desplazamiento fijo.
- Una bomba de turbina construida entre la bomba delantera y la bomba trasera.



Subsistema válvula de alivio por sobrecarga

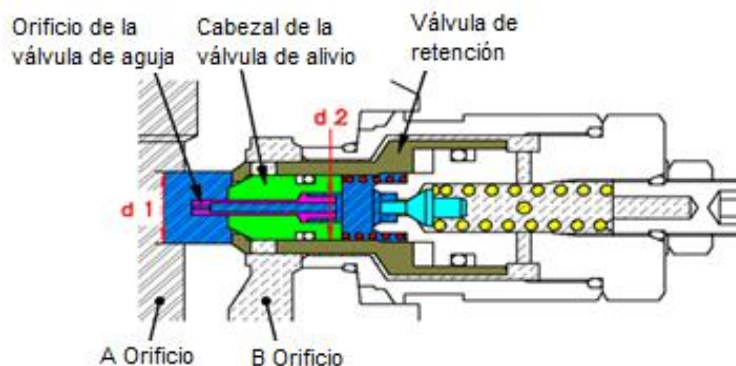
Esta válvula se encuentra instalada en el circuito del cilindro de la válvula de demanda de la dirección. Cuando la válvula de demanda está en posición neutral y cualquier impacto es aplicado al cilindro de la dirección y se genera una presión anormal, esta válvula funciona como una válvula de seguridad para aliviar el circuito y prevenir alguna falla en el cilindro o en la tubería hidráulica.

También actúa para evitar la formación de un vacío si se genera una presión negativa en el extremo del cilindro.



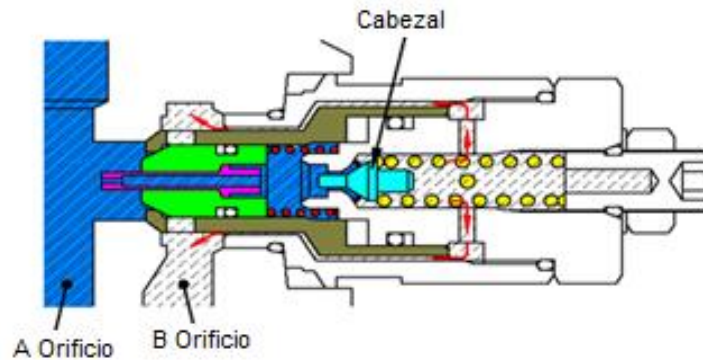
Subsistema Válvula de alivio por sobrecarga

La operación de la válvula de alivio implica que el orificio A está conectado con el circuito del cilindro y el orificio B está conectado con el circuito de drenaje. El aceite pasa a través del orificio de la válvula de aguja (1) y actúa sobre los diámetros d_1 y d_2 .



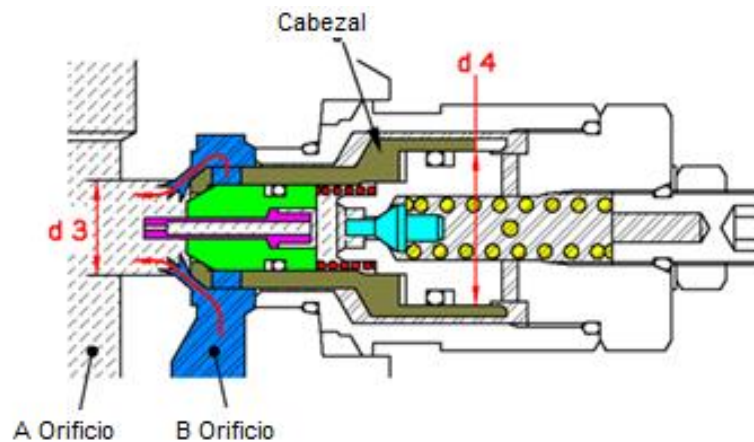
Operación Válvula de alivio

Cuando la presión en el orificio A alcanza el valor de la presión regulada el cabezal se abre y el aceite va alrededor del cabezal piloto y fluye hacia el orificio B



Operación Válvula de alivio

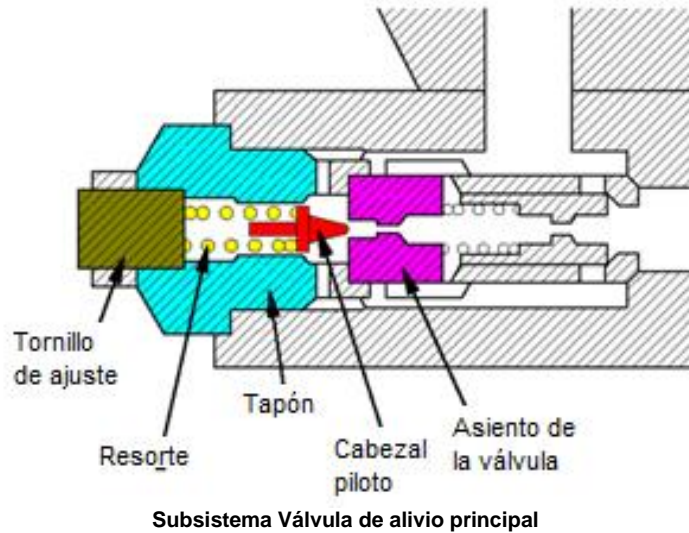
Por su parte, la operación de la válvula de succión implica que si se genera una presión negativa en el orificio A la diferencia en el área de los diámetros d_3 y d_4 abren el cabezal de la válvula de retención y el aceite fluye desde el orificio B hacia el orificio A para evitar la formación de un vacío en el circuito.



Operación Válvula de succión

Subsistema válvula de alivio principal

Componente de la válvula de demanda de la dirección se encuentra dentro de la válvula y cuando entra en funcionamiento establece los valores de la máxima presión en el circuito de la dirección. En otras palabras, cuando se opera la válvula y el circuito de la dirección sobrepasa el valor de la presión regulada de esta válvula, alivia el aceite y actúa como carrete de control de flujo de la válvula de demanda para drenar el aceite hacia el circuito de la dirección.

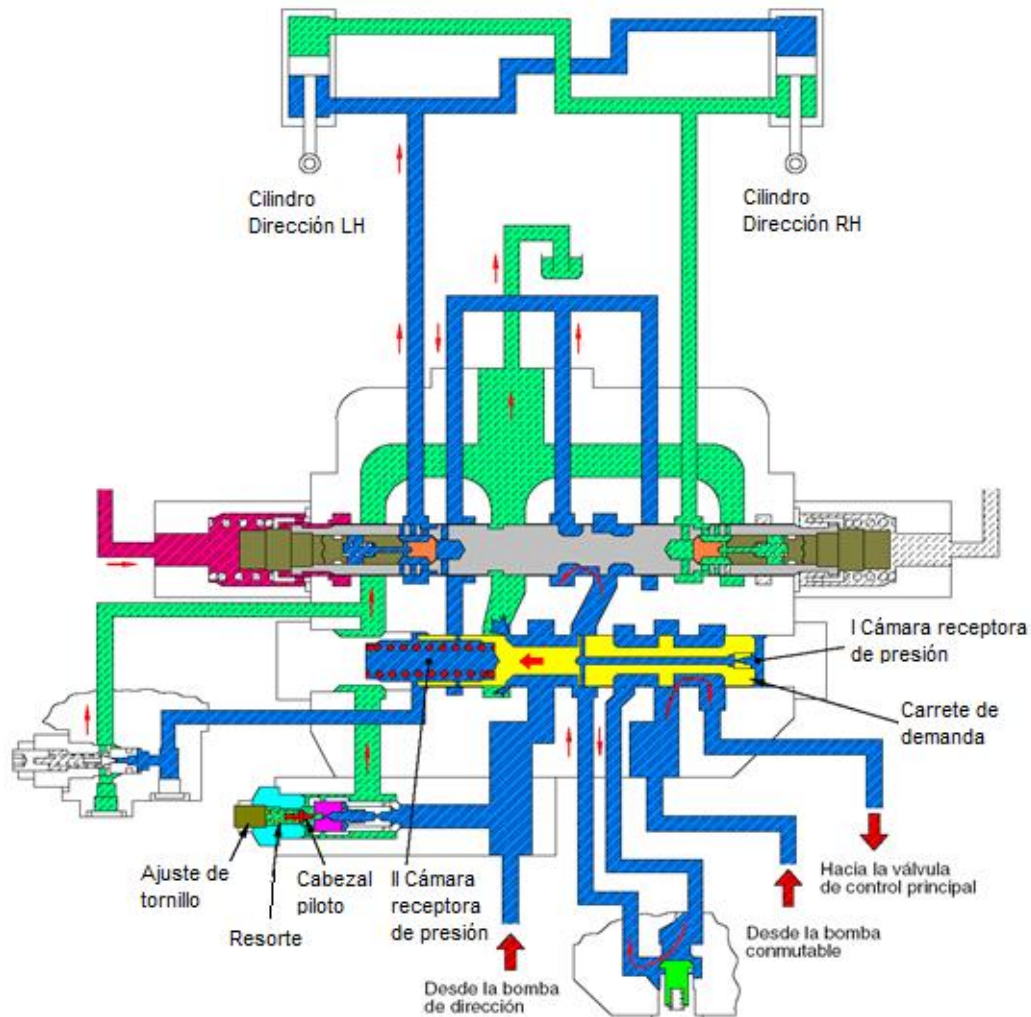


Circuito esquemático (válvula de alivio principal)

Cuando la presión del circuito se eleva y alcanza la presión establecida por medio del ajuste del tornillo y del resorte se abre el cabezal piloto y se drena el aceite.

Cuando esto ocurre, se pierde el equilibrio de presión en la cámara receptora de presión I y la cámara receptora de presión II, y el carrete de demanda se mueve hacia la izquierda.

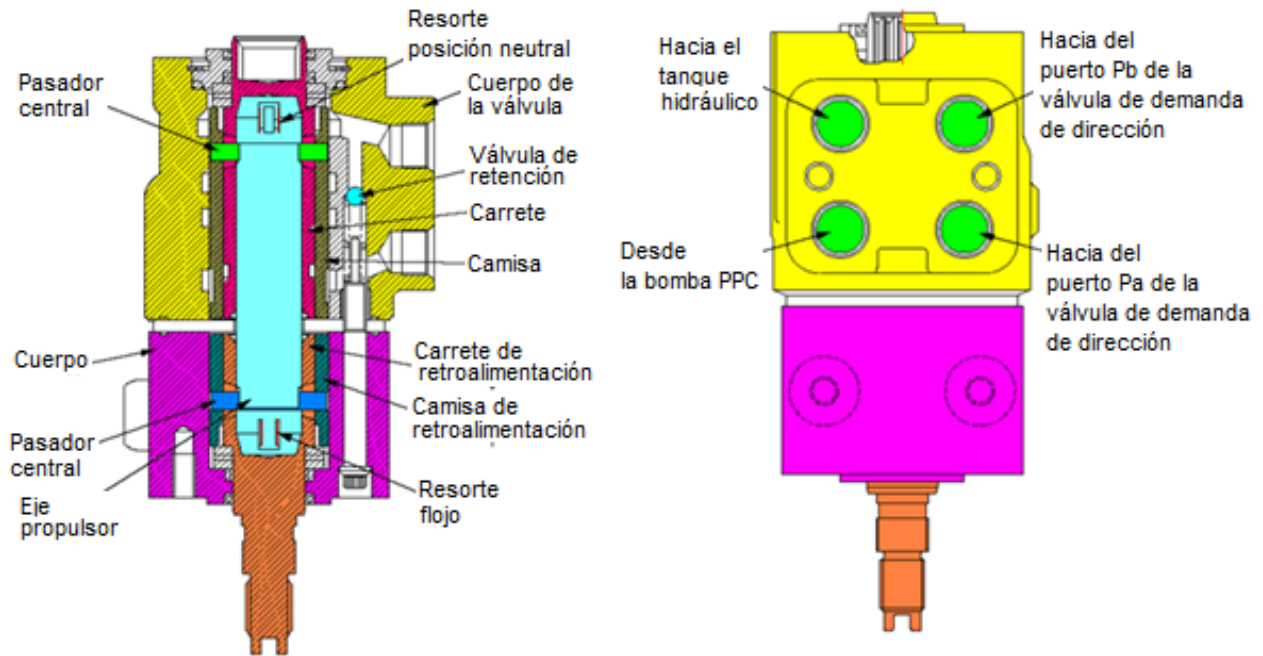
Cuando se mueve el carrete de control de flujo el aceite proveniente de la bomba de dirección es drenado, y el aceite proveniente de la bomba conmutable es aliviado hacia la válvula de control principal para prevenir que la presión en el circuito de la dirección sobrepasa la presión establecida.



Circuito esquemático (válvula de alivio principal)

Subsistema válvula giratoria

La palanca de la dirección está conectada con la parte superior de la válvula rotatoria. La dirección del aceite enviado por la bomba PPC a través de la válvula EPC a esta válvula es cambiada con la palanca de la dirección para mover el carrete de la válvula de demanda de la dirección. Como resultado, el cilindro de la dirección es operado para establecer el sentido de la dirección de la máquina.

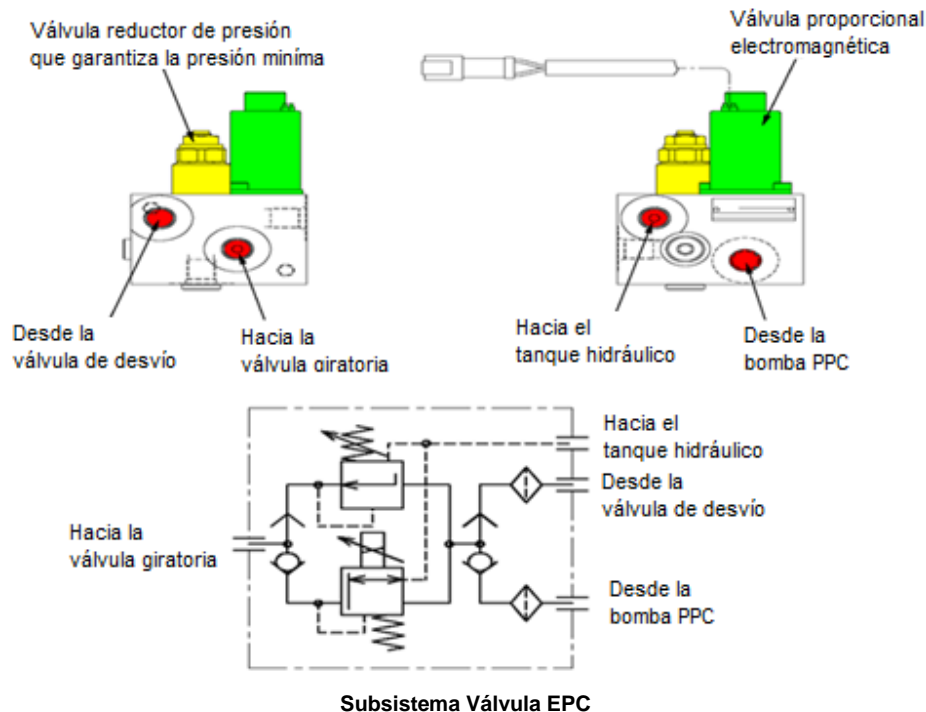


Subsistema Válvula giratoria

Subsistema válvula EPC

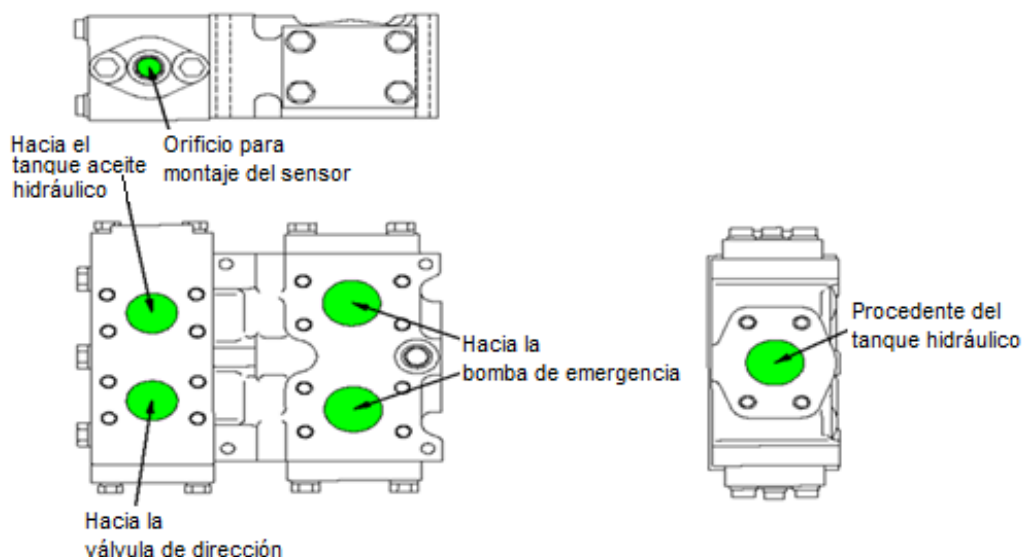
La válvula EPC controla el flujo de aceite hacia la válvula rotatoria con la válvula proporcional electromagnética, la cual es controlada con la corriente de comando proveniente del controlador del equipo de trabajo y de la palanca oscilante.

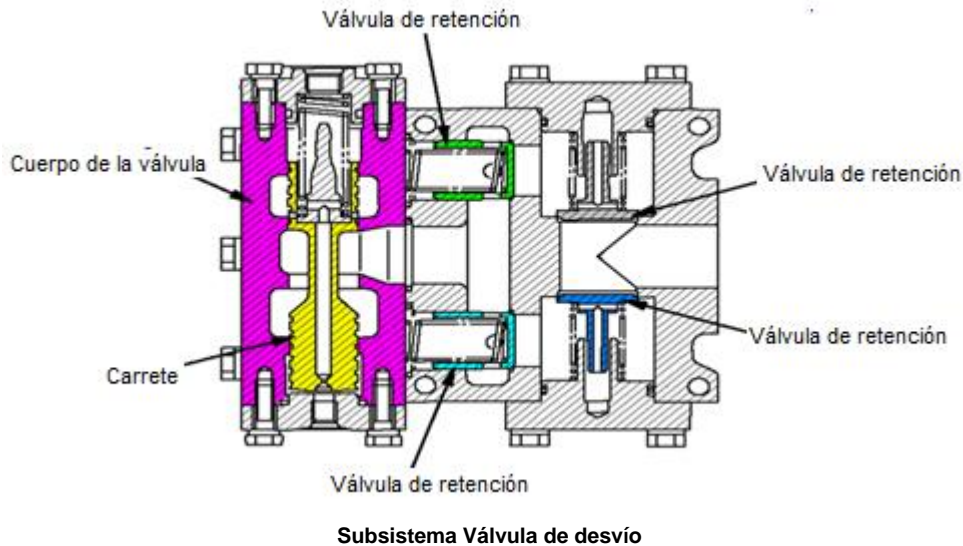
Si la válvula proporcional electromagnética no trabaja a causa de un problema del controlador, la válvula reductora de presión que garantiza y suministra la presión mínima hacia la válvula rotatoria.



Subsistema válvula de desvío

Es una válvula selectora que detecta la presión piloto de la bomba de dirección y si no hay alguna anomalía en el circuito de dirección, drena el aceite de la bomba de emergencia hacia el tanque. Si la presión piloto de la bomba de dirección no llega a la válvula de desvío, el aceite de la bomba de emergencia se envía hacia el circuito de dirección y fluye para habilitar la dirección de la máquina.





Subsistema válvula de emergencia de alivio de la dirección

Si se compara la presión de la válvula de alivio de la dirección de 320 kg/cm², la presión nominal de la bomba de dirección para emergencia y la válvula de desvío ambas son de 210 kg/cm². Por lo tanto para proteger la bomba de emergencia de dirección y la válvula de desvío, hay una válvula de alivio en la tubería desde la válvula de desvío hacia la válvula de dirección. Cuando se opera la dirección por emergencia y la presión hidráulica generada por la dirección excede las 210 kg/cm² la válvula de alivio se activa.

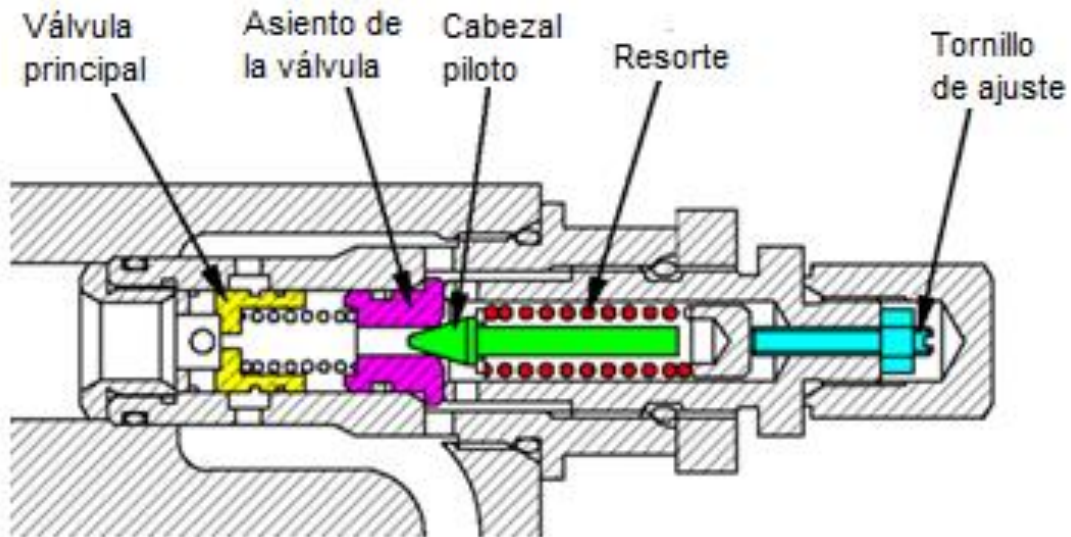


Diagrama esquemático (circuito dirección de emergencia)

Si la bomba o el motor tienen problema mientras la máquina se esté trasladando, la rotación de los neumáticos es transmitida a través de la transmisión hacia la bomba de emergencia. A causa de que la bomba de la dirección no está rotando, no se genera ninguna presión en el orificio D. De acuerdo a esto, el carrete se está presionando hacia la derecha por el resorte. El aceite proveniente de la bomba de emergencia fluye a través del orificio A y del orificio B hacia la válvula rotatoria, y la máquina puede ser virada. La bomba de emergencia puede rotar en cualquier dirección, sea de avance o de retroceso.

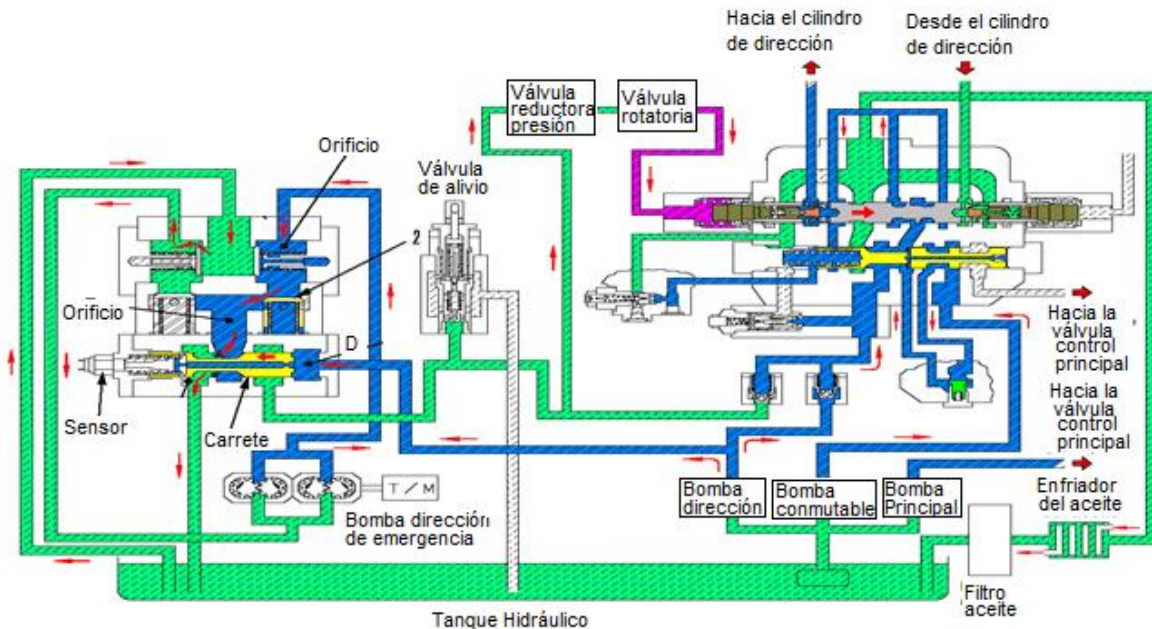
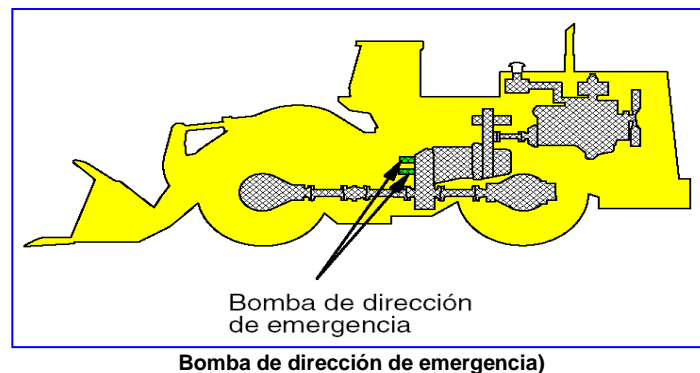


Diagrama esquemático (Circuito Dirección de Emergencia)

En algunos modelos de equipo, la dirección y marchas de la máquina se controlan por un mango montado sobre un eje que puede operarse por el dedo pulgar de la mano izquierda.



Rotando el mango adelante cambia la transmisión de la maquina hacia adelante, rotando el mango hacia abajo la transmisión es marcha atrás. La posición intermedia pone la transmisión de la máquina en neutro. El botón superior hace un cambio a alta del tractor, una gama de velocidad a la vez y el botón inferior hace un cambio a baja del tractor, una gama de velocidad a la vez.

Otros modelos utilizan el sistema de dirección por palanca. Un mando manual (joystick) tiene injerencia en los dos paquetes de discos de frenos (izquierdo y derecho), en una posición del mando manual, actúa primeramente sobre el paquete de discos direccionales permitiendo un leve giro de la máquina en esa dirección; sin embargo si la acción sobre el mando va más al costado, se libera el paquete direccional y actúa el paquete de freno deteniendo la rueda motriz y con ello la oruga de ese lado, obteniendo de esa manera un giro más efectivo, más instantáneo, y porque no decirlo, también más violento. El operador nunca debe realizar esta acción con la máxima velocidad de la máquina, ya que puede perder el control sobre ella.

4.2.3 Sistema de freno

Sistema freno cargador con oruga

Los frenos en los sistemas con orugas se aplican en las ruedas motrices al pisar el pedal, logrando con ello la detención total de la máquina. Los frenos son del tipo de discos múltiples y su acción de frenados está dada por unos resortes que comprimen estos discos. Existe un paquete de discos por cada rueda motriz. Si se quisiera definir el freno, se podría decir que es mecánico en su acción, pero que para liberarlos es necesaria una presión hidráulica.



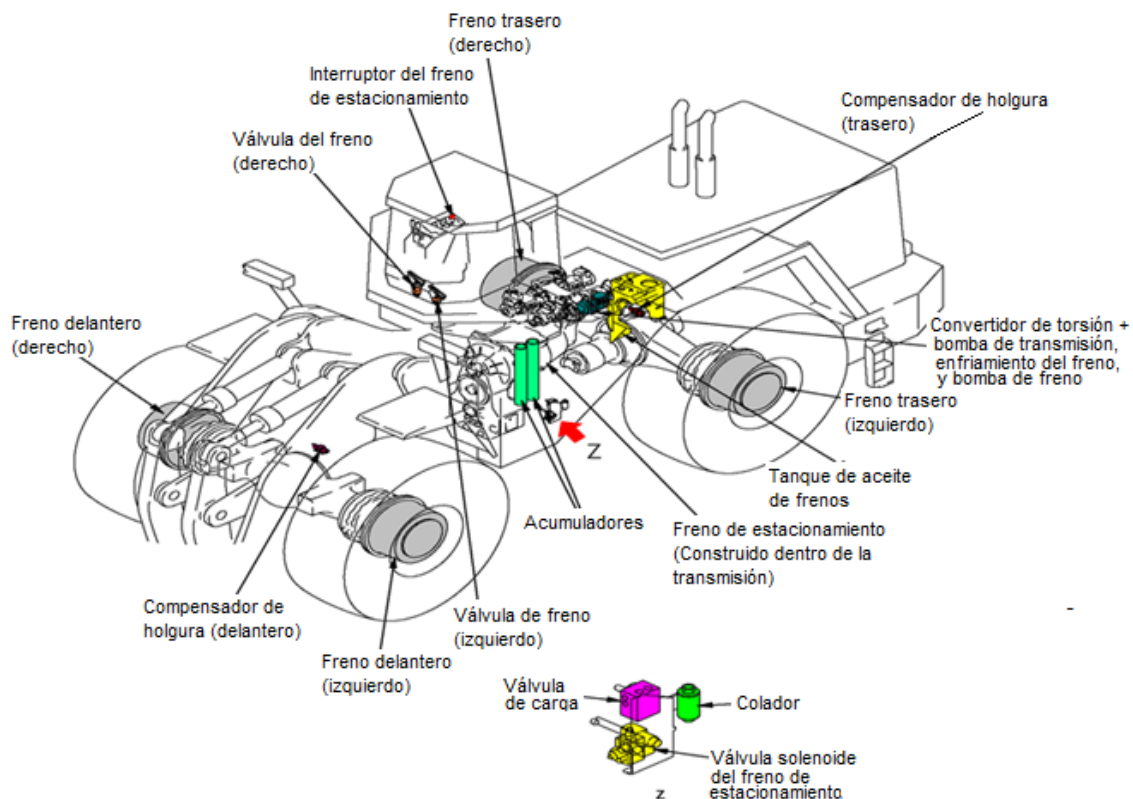
En relación al freno de estacionamiento, éste se aplica con una palanca exclusiva permitiendo tener frenada ambas ruedas motrices aún con el motor andando. Este freno (de estacionamiento) usa el mismo conjunto de discos que el freno de servicio.

El sistema de frenos está diseñado para que a través del funcionamiento de sus componentes se pueda detener el equipo a voluntad del conductor. Mediante un pedal, el equipo puede frenarse y por otro lado el freno de estacionamiento mantiene al equipo en condiciones de frenado mientras se enciende el motor.

Los frenos pueden ser aplicados por pedal o por una palanca de mando que se encuentra en la cabina del operador. Los frenos también son aplicados mediante resortes y se liberan hidráulicamente. Tanto los embragues como los frenos son del tipo disco mojado y múltiple. Los embragues y los frenos se interconectan para una operación fácil.

Sistema Freno Cargador con Ruedas

El sistema de frenos de servicio, emergencia y estacionamiento, están accionado por Subsistema que se componen de varios elementos: Interruptores, compensadores, acumuladores, tanque, filtros, bombas válvulas: carga, alivio.



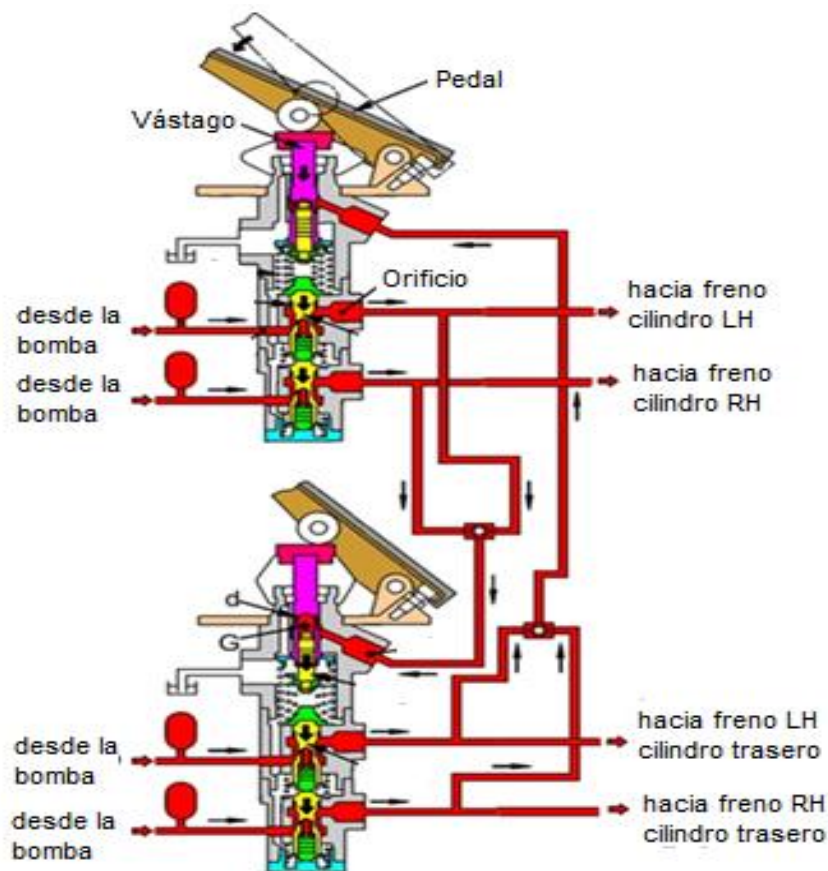
Sistema de Freno

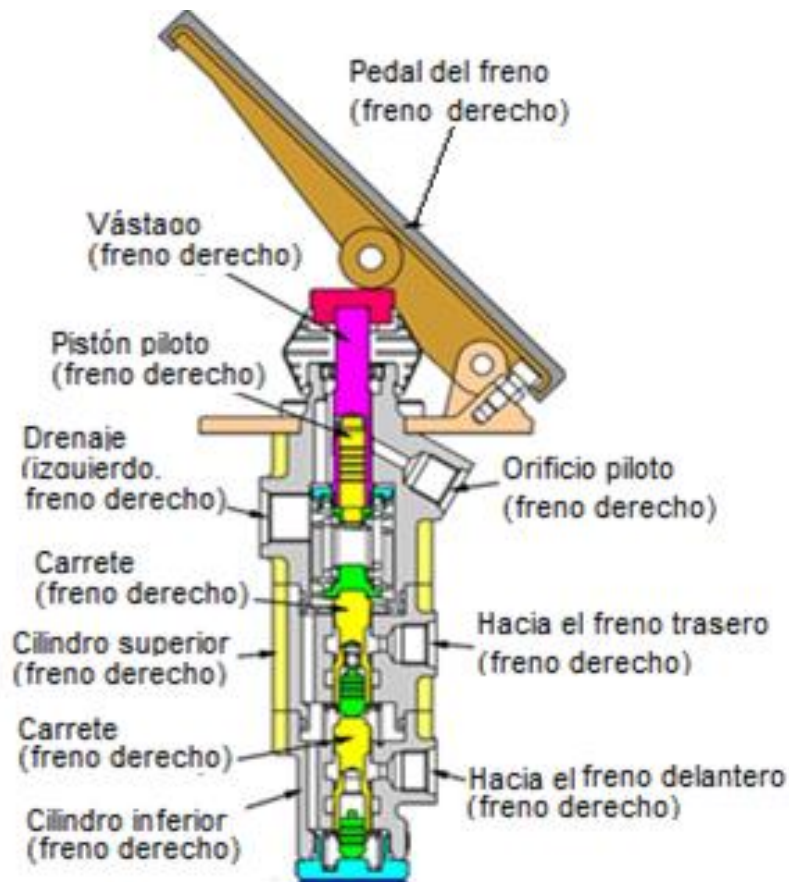
Subsistema válvula de freno

Existen dos válvulas de freno instaladas en paralelo debajo de la cabina del operador, las cuales son activadas pisando el pedal del freno. Cuando se oprime el pedal derecho, el aceite es enviado al cilindro para aplicar los frenos.

Cuando se oprime el pedal izquierdo, el aceite es enviado hacia el pedal derecho y el freno es activado en la misma forma que cuando se oprime el pedal derecho.

Adicionalmente, cuando se activa el pedal de freno izquierdo, el interruptor de corte de la transmisión activa eléctricamente la válvula solenoide de la transmisión para colocar esta en posición neutral.



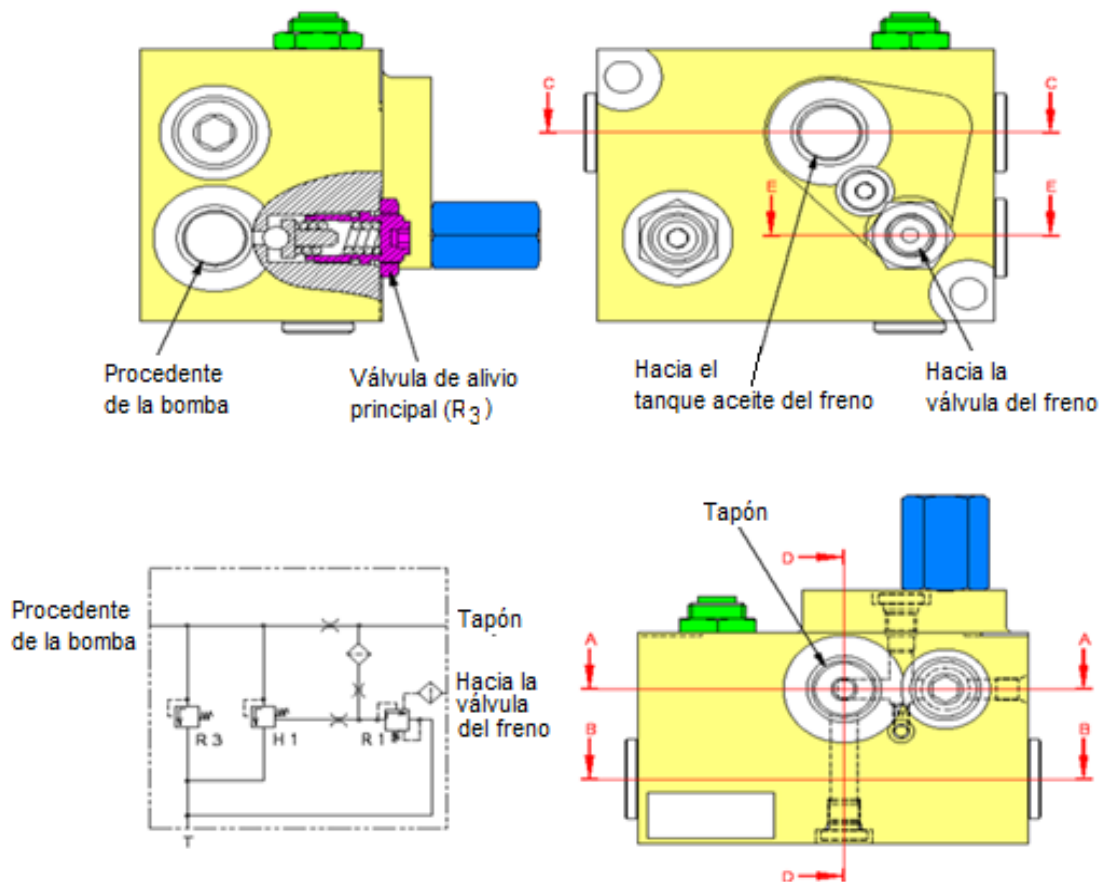


Subsistema válvula de freno

Subsistema válvula de carga

Esta válvula se acciona para conservar la presión del aceite de la bomba al valor de la presión especificada y para guardarlo en el acumulador.

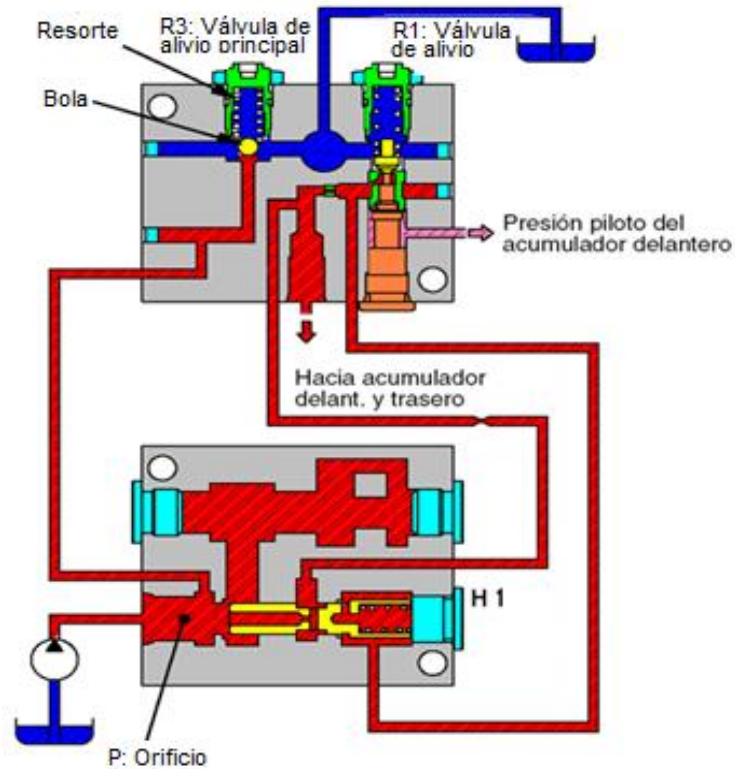
Cuando la presión del aceite alcanza la presión especificada, aceite el proveniente de la bomba es conectado al circuito de drenaje para reducir la carga en la bomba.



Subsistema Válvula de carga

Subsistema válvula de alivio principal (R3)

Si la presión en el orificio P (presión de la bomba) supera la presión regulada de la válvula de alivio (R3), el aceite procedente de la bomba empuja el resorte. La bola es empujada hacia arriba y el aceite fluye al circuito del tanque de aceite de los frenos y de esta forma se establece la máxima presión en el circuito de frenos y se protege el circuito.



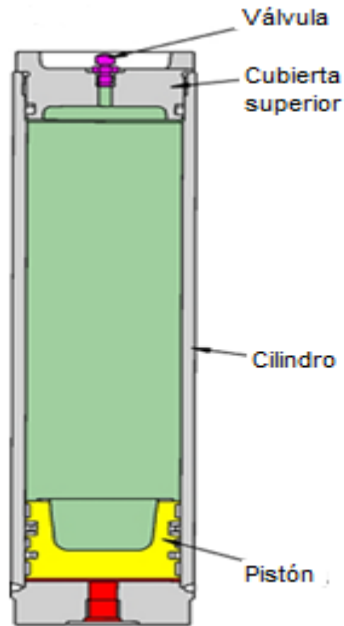
Subsistema Válvula de alivio principal (R3)

Subsistema Acumulador de los frenos

El acumulador está instalado entre la válvula de carga y la válvula de freno. Está cargado con gas de nitrógeno entre el cilindro y el pistón libre y utiliza la compresibilidad del gas para absorber la pulsación de la bomba hidráulica para mantener la fuerza de frenado y hacer posible la operación de la máquina si llegase a detenerse el motor.

Especificaciones

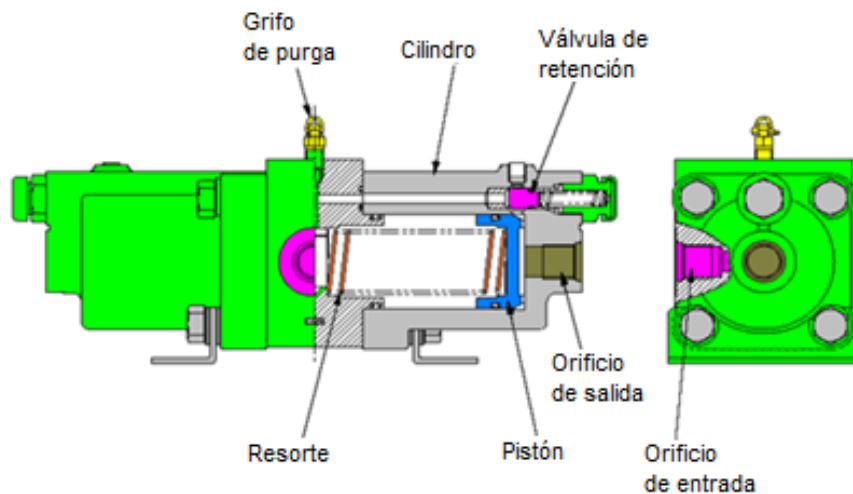
- Gas usado. Nitrógeno
- Carga. 20 lts
- Presión de carga. $120 \pm 5 \text{ kg/cm}^2$



Subsistema Acumulador de los frenos

Subsistema compensador de holgura

Este se encuentra instalado en la línea de aceite de frenos procedente de la válvula del freno hacia el pistón de este. Actúa para mantener constante la holgura entre el pistón del freno y los discos aunque los discos del freno estén gastados. De esta forma actúa para mantener un tiempo de aplicación constante cuando se opere el freno.



Subsistema Compensador de holgura

Especificaciones:

- Presión de operación del aceite del pistón 0,1 kg/cm²
- Presión de disparo válvula de retención 17,8 +/- 0,5 kg/cm²

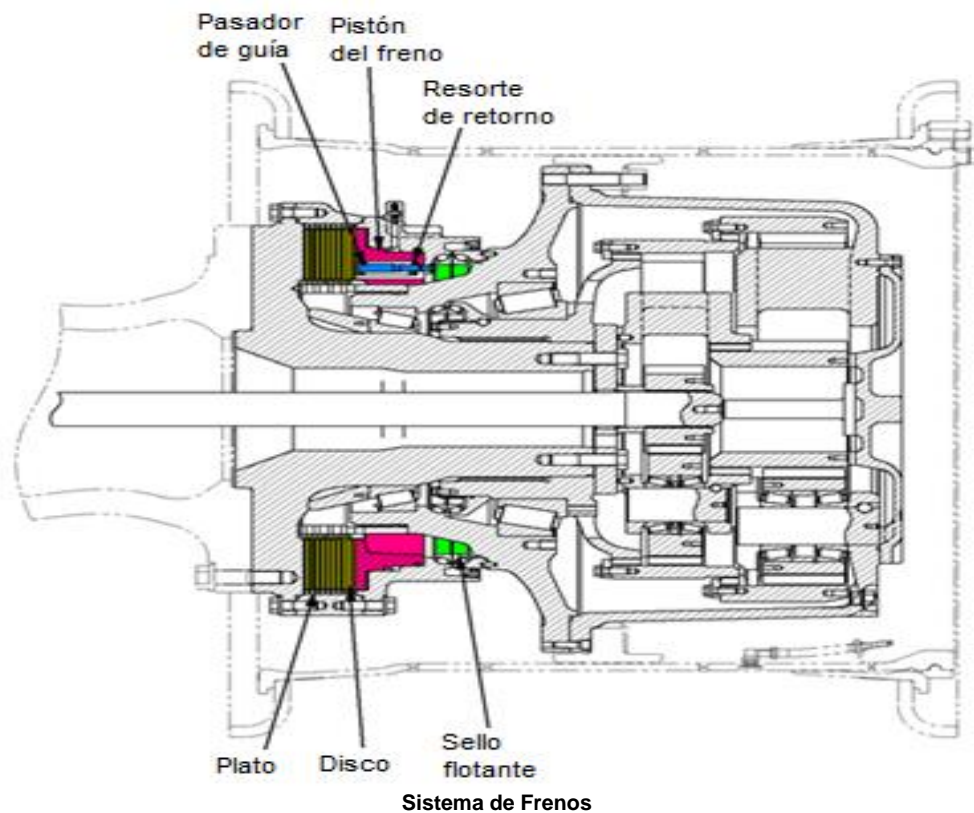
- Presión de cierre válvula de retención 11,1 +/- 0,5 kg/cm²

Funcionamiento Sistema de Frenos

Los frenos son del tipo de discos múltiples bañados en aceite y se encuentran instalados en las cuatro ruedas.

Estos frenos son operados a través de Subsistemas compuestos por: pistones, discos, platos, resortes, sellos.

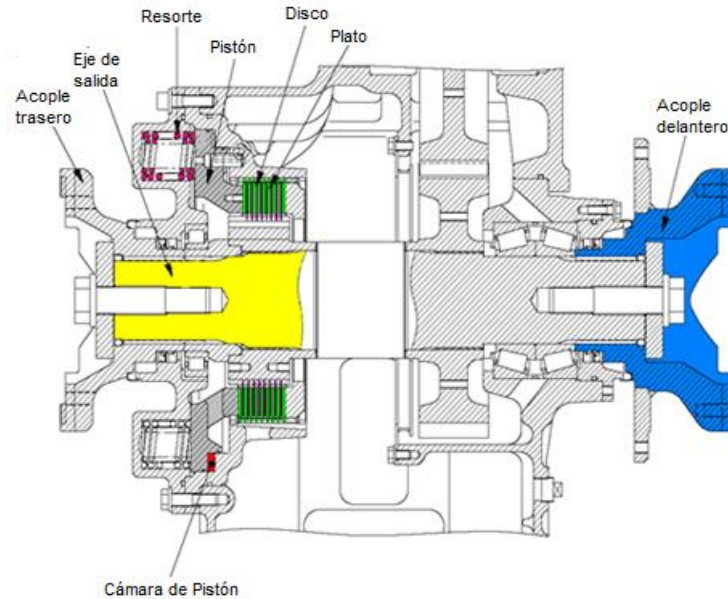
Cuando se oprime el pedal del freno, se mueve el pistón de freno hacia la derecha y comprime y pone en contacto los discos y los platos para sostenerlos en posición. El disco da vueltas junto con la rueda, de manera que cuando se sostiene en posición, se detiene la rotación, se activa el freno y se detiene la máquina. Cuando se suelta el pedal del freno, la presión en la cara posterior del pistón queda aliviada y el pistón se mueve hacia la izquierda por la fuerza del resorte de retorno para liberar el freno.



Freno de estacionamiento

El freno es de discos múltiples bañados en aceite, operado mecánicamente por resorte, para frenar el eje de salida.

La tensión del resorte comprime los discos y los platos con el pistón para frenar el eje de salida, este freno se libera suministrando aceite presurizado a la cámara del pistón, para moverlo contra la tensión del resorte y así dejar libre los discos y los platos.



Freno de estacionamiento

4.2.4 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 están trabajando sin solicitar autorización. Esta autorización debe solicitarse vía radial bajo el siguiente esquema:

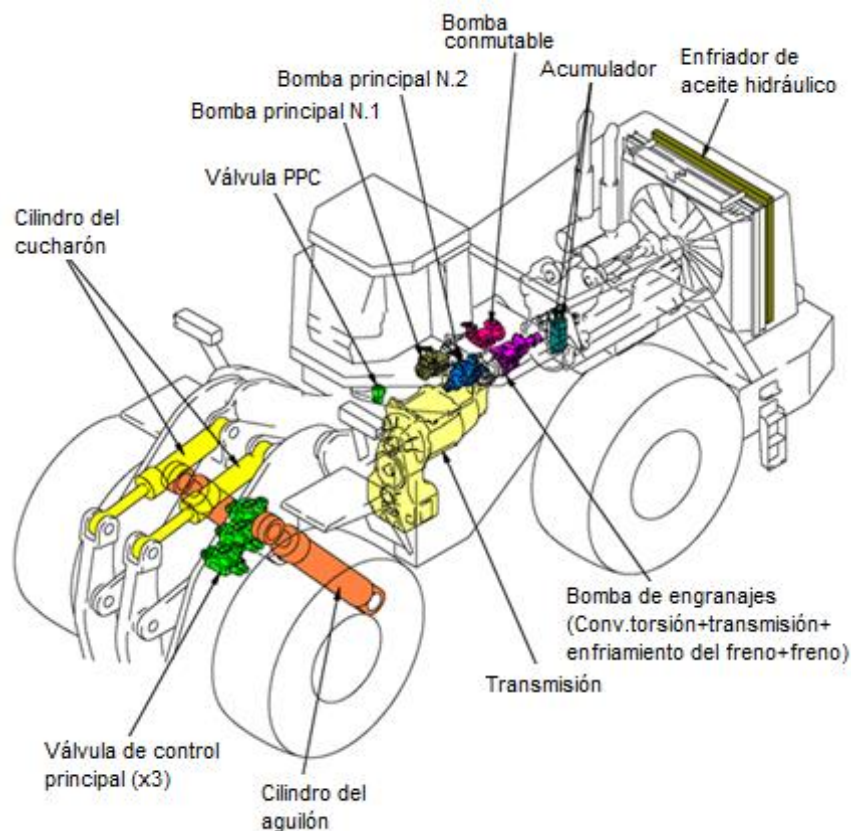
- Detenerse a una distancia mínima de 50 metros respecto al otro equipo

- 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.

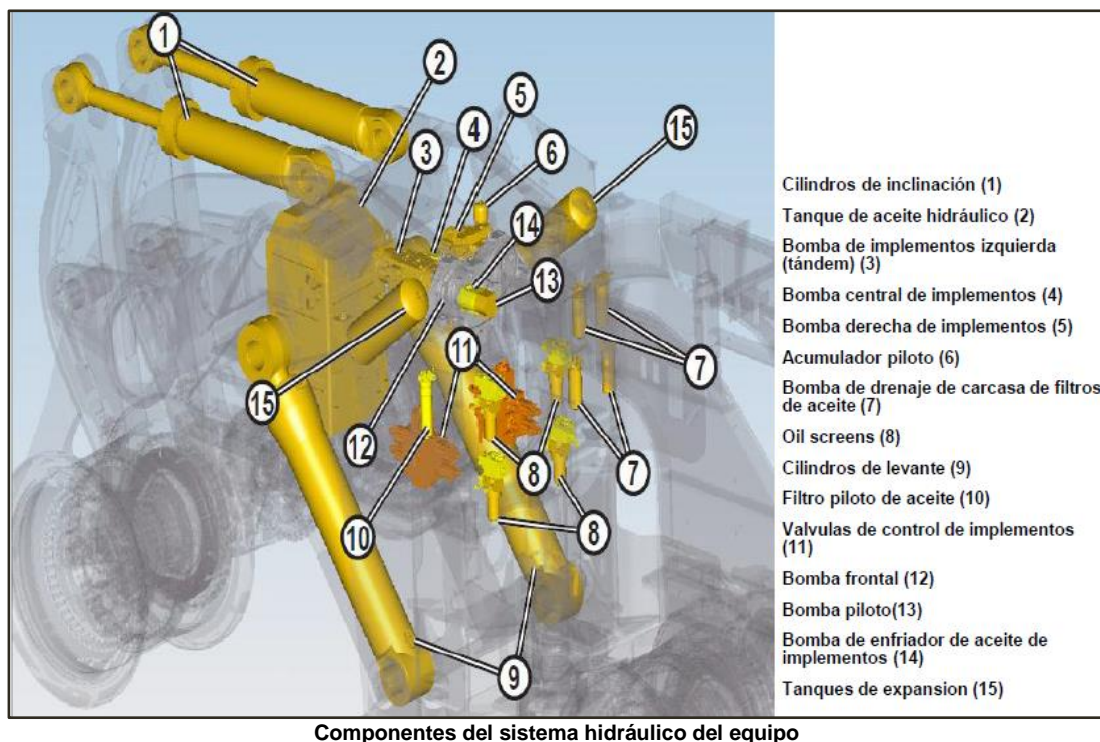
4.2.5 Sistema hidráulico del equipo de trabajo (aguilón, cucharón, cilindros)

El sistema del equipo de trabajo está compuesto por Subsistemas: circuito hidráulico y de la dirección. El circuito hidráulico controla las operaciones del cucharón y aditamentos.



Sistema hidráulico del equipo de trabajo

A su vez, el sistema hidráulico está compuesto por una serie de elementos que permiten el correcto funcionamiento, tal como señala la siguiente imagen:



El aceite del tanque hidráulico

Este aceite es enviado desde la bomba principal N.1 y 2, la bomba conmutable a través de la válvula de dirección a la válvula de control principal.

Si los carretes del cucharón y del aguilón en la válvula de control principal se encuentran en la posición neutra, el aceite filtrado dentro del tanque pasa a través del circuito de drenaje de la válvula de control principal, y es devuelto al tanque.

El carrete del cucharón o del aguilón en la válvula PPC se activa al operar la palanca de control del equipo de trabajo, haciendo que cada carrete en la válvula se active hidráulicamente. Por lo tanto, al aceite se le permite fluir desde las válvulas del equipo de trabajo hacia el cilindro del aguilón o al cilindro del cucharón, para así de esta forma operar a estos dos elementos.

La presión máxima del circuito hidráulico es regulada por la válvula de alivio que se encuentra dentro de la válvula de control principal. Como protección del circuito del cilindro del cucharón, el circuito dispone de dos válvulas de seguridad (válvula de succión y válvula de descarga).

Hasta cuando el motor está apagado, se puede bajar el aguilón al suelo, ya que el circuito dispone de acumulador.

El tanque hidráulico es del tipo presurizado y sellado, dispone de un respiradero con válvula de alivio, esto sirve para presurizar el tanque y al mismo tiempo evitar la presión negativa, así se protege la bomba contra la cavitación.

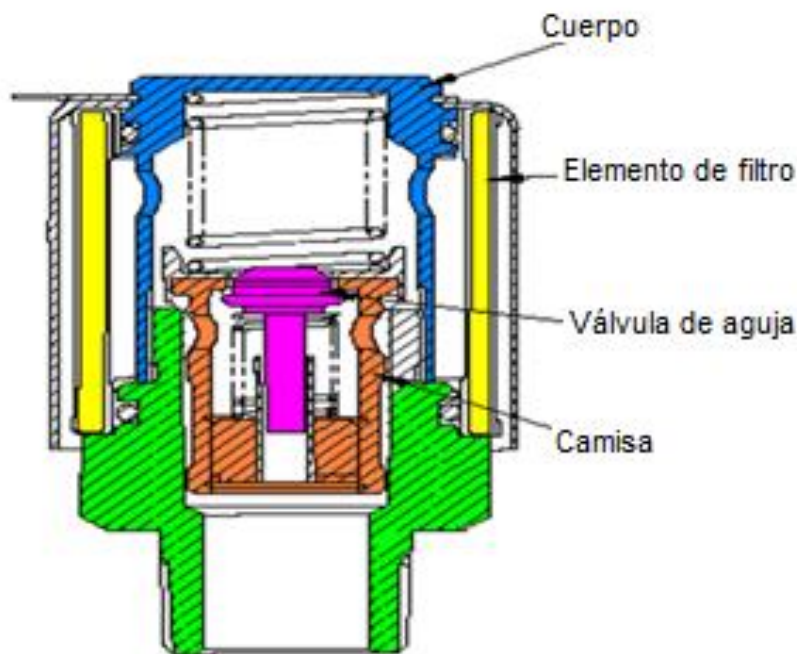
El tanque hidráulico dispone de un orificio para inyectar aire y presurizar este, y así purgar el aire de las bombas de pistones después de desmontar e instalar estas.

Respiradero

Para evitar la presión negativa dentro del tanque, ya que este es del tipo presurizado y sellado, y así evitar que se forme una presión negativa cuando el nivel del aceite desciende durante las operaciones.

Cuando esto ocurre la diferencia de presión del tanque y la presión atmosférica del exterior abre la válvula de aguja y el aire penetra el tanque para evitar la presión negativa.

Para evitar el aumento de presión dentro del tanque cuando se está usando los cilindros hidráulicos, cambia el nivel del aceite en el circuito y aumenta la temperatura. Si aumenta la presión hidráulica por encima de la presión regulada se acciona la camisa para aliviar la presión del tanque.



Respiradero

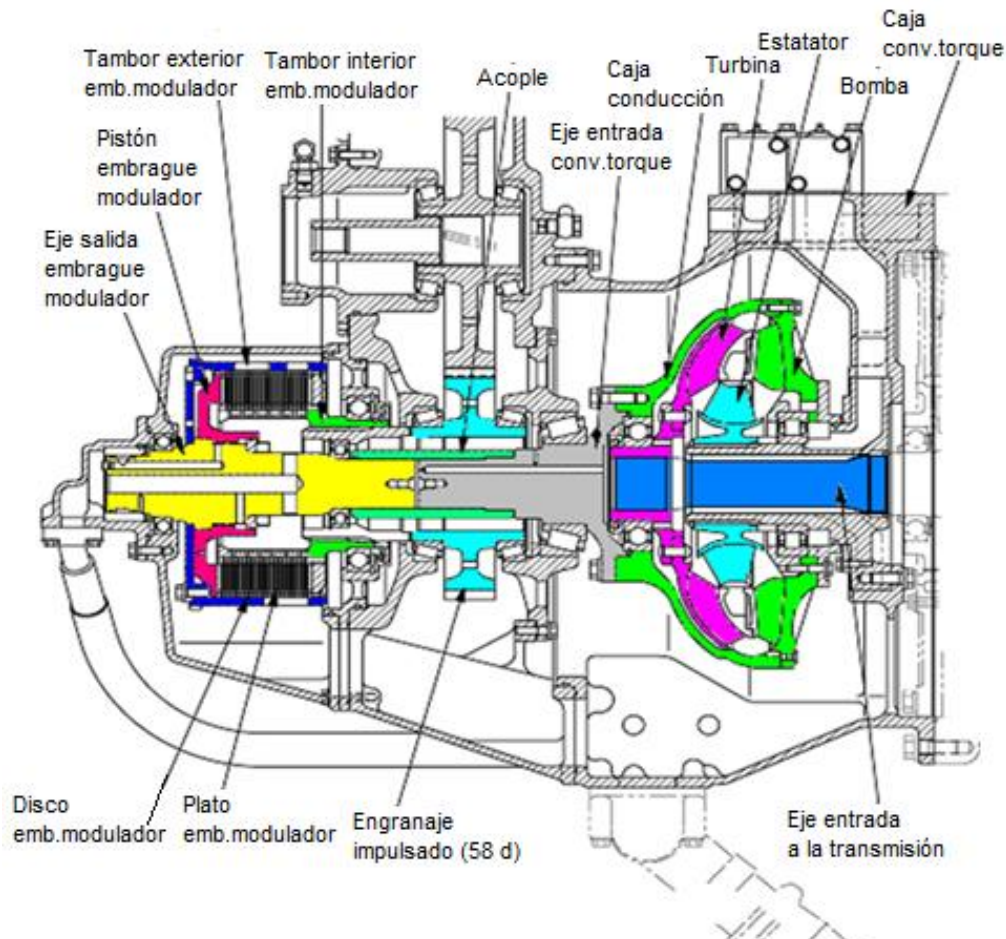
4.2.6 Sistema mecánico

El sistema mecánico está constituido por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan a partir de la transformación de energía efectuada previamente.

Subsistema del convertidor de torque

El convertidor de torque está instalado entre el amortiguador de vibraciones y la transmisión y su trabajo específico es transferir la fuerza del motor a la transmisión.

El convertidor proporciona una conexión mecánica e hidráulica del motor a la transmisión. La hidráulica se canaliza a través de: bomba, válvulas, embragues y la mecánica por el conjunto de engranajes planetarios. Durante el funcionamiento ambos trabajan en conjunto para multiplicar el torque en la medida que aumenta la carga de la máquina.



Subsistema del convertidor de torque

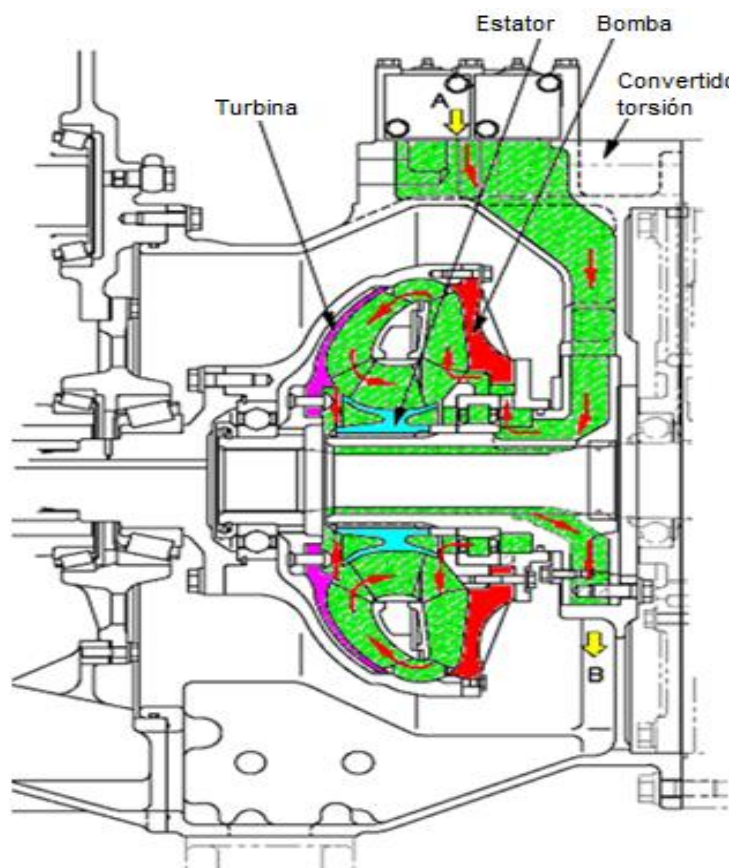
Subsistema hidráulico, flujo del aceite

El aceite fluye a través de la válvula de alivio principal (VAP) y su presión es regulada por debajo de la presión establecida (10,7 kg/cm²) por medio de la válvula de alivio del convertidor de torsión (VACT), luego fluye al orificio de entrada A y se une con el aceite enviado por la bomba de carga del convertidor de torsión a través de la caja de este (26), luego, ambos aceite fluyen hacia la bomba.

Al aceite se le ha dado fuerza centrífuga por medio de ésta bomba y luego fluye transmitiendo su energía a la turbina.

El aceite proveniente de esta turbina fluye hacia el estator y continúa nuevamente hacia la bomba. En este momento una parte del aceite fluye a través del estator y el orificio de salida B y se dirige hacia la válvula reguladora de salida del convertidor de torsión.

El aceite que fluye a la válvula reguladora de salida del convertidor de torsión, fluye a continuación a través del enfriador del aceite para ser enfriado, para luego, ser usado en la lubricación de la transmisión.



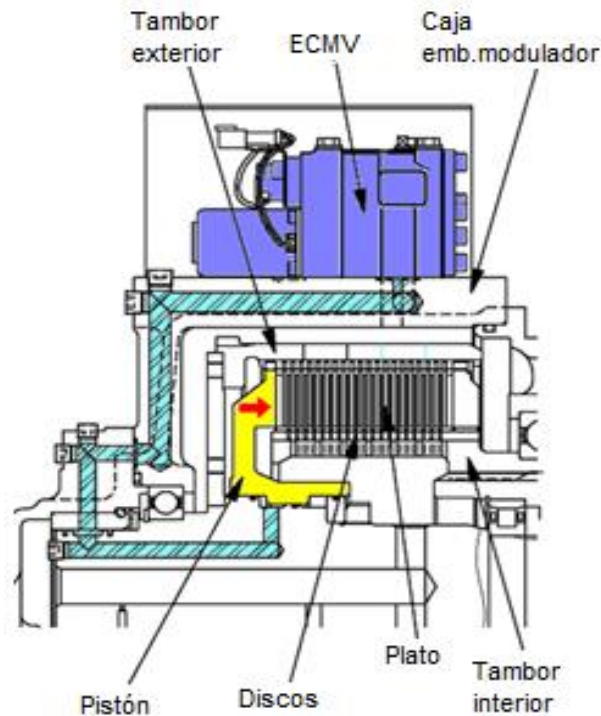
Subsistema hidráulico, flujo de aceite

Sistema del embrague modulador

El embrague modulador está instalado entre la PTO (Transmisión de acoplamiento de las bombas hidráulicas) y el convertidor de torsión.

Este embrague puede ser engranado o deslizado al ajustar la presión del aceite del embrague por medio de la válvula de modulación de control electrónico (ECMV).

La potencia transmitida por el convertidor de torsión puede ser reducida por medio del deslizamiento del embrague.



Sistema del embrague modulator

Funcionamiento del Subsistema

Cuando el embrague es engranado el aceite enviado desde la válvula de modulación de control electrónico (ECMV) hacia el embrague modulator (EM) fluye a través del conducto de aceite de la caja del embrague modulator hacia el pistón para moverlo hacia la derecha. Si el pistón se mueve y sube la presión de aceite del embrague, la presión del pistón incrementa y comprime los discos contra el plato para engranar el tambor interior con el tambor exterior.

Cuando el embrague es deslizado si el controlador envía la señal de reducir la presión del aceite del embrague la válvula de modulación (ECMV) para el embrague modulado reduce la presión del aceite.

Si se reduce la presión del embrague, se reduce también la presión del pistón y los discos se deslizan en el plato, luego el tambor externo gira más lentamente que el tambor interno.

Como resultado, se reduce la potencia transmitida.

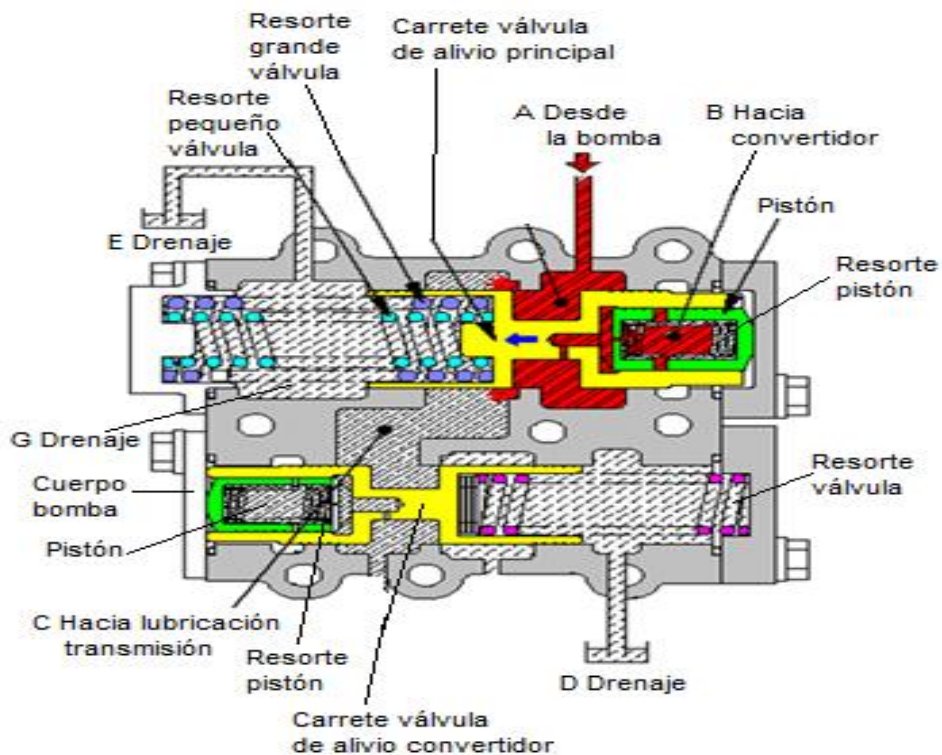
La potencia transmitida depende de la relación de deslizamiento del embrague y la relación de velocidad del convertidor de torsión.

Válvula de alivio principal y Válvula de alivio del Convertidor de torsión

La válvula de alivio principal mantiene la presión de aceite de la transmisión en el nivel establecido (27 kg/cm²)

Válvula de alivio del convertidor de torsión

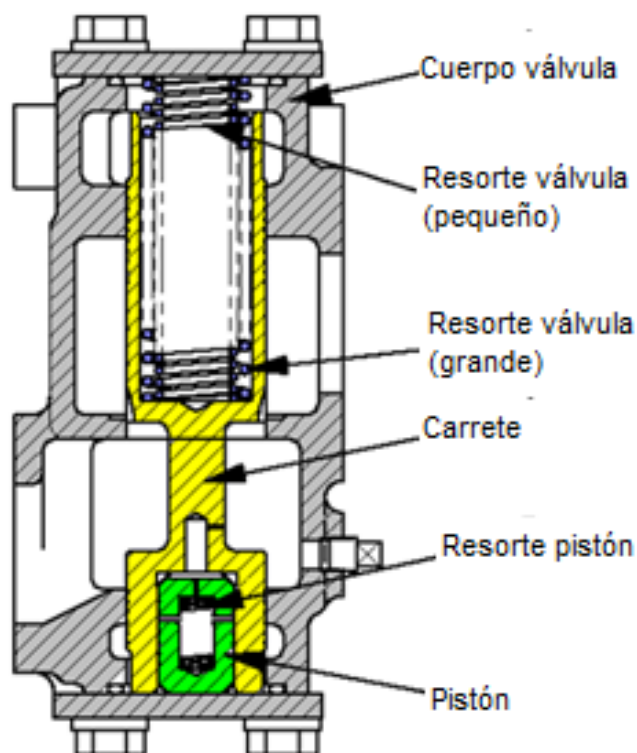
La válvula de alivio del convertidor de torsión, está instalada en el circuito de entrada del convertidor de torsión, y mantiene la presión del aceite en el circuito de entrada del convertidor de torsión por debajo de la presión establecida (10,7 kg/cm²) para proteger de una sobre presión.



Válvula de alivio principal y Válvula de alivio del Convertidor de torsión

Válvula reguladora del Convertidor de torsión

Esta válvula reguladora, está instalada en el circuito de salida del convertidor de torsión, con el fin de obtener el rendimiento máximo del convertidor, manteniendo la presión del aceite al nivel establecido (9 +/- 1 kg/cm²).



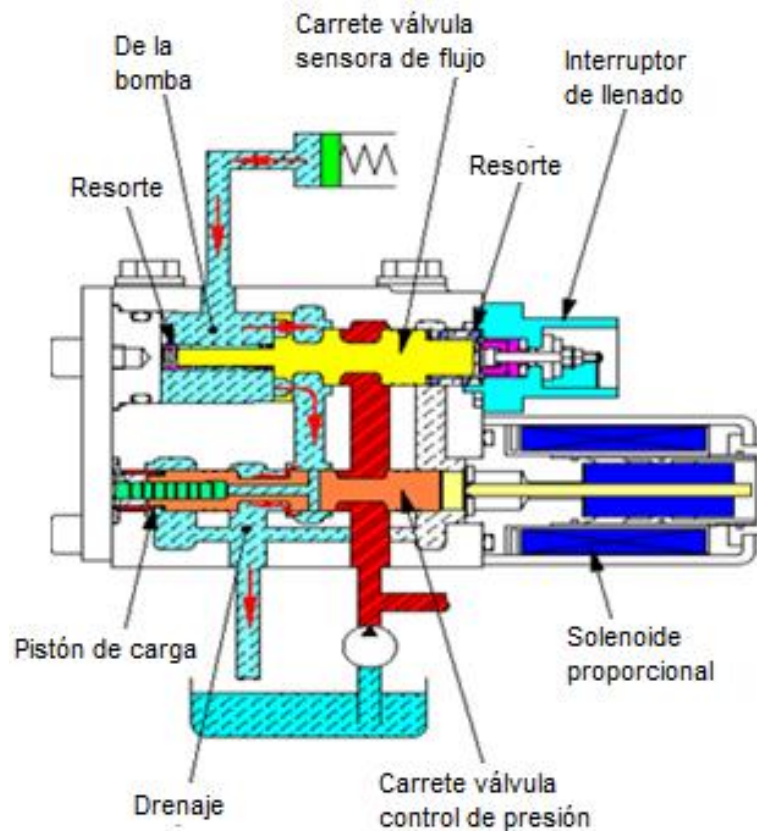
Válvula reguladora del Convertidor de torsión

Válvula moduladora de control electrónico (ECMV) para el Embrague modulator

Esta válvula se compone de: una válvula de control de presión y otra sensora de flujo.

La válvula de control de presión, recibe la corriente enviada por el controlador a través de un solenoide proporcional, que luego lo convierte en presión de aceite.

La válvula sensora de flujo, opera de acuerdo a las señales enviadas por la válvula de control de presión y tiene las siguientes funciones.



Válvula moduladora de control electrónico (ECMV) para el Embrague modulator

Sistema de Transmisión

El sistema de transmisión es accionado a través de subsistema que controlan todos los movimientos que este sistema genera.

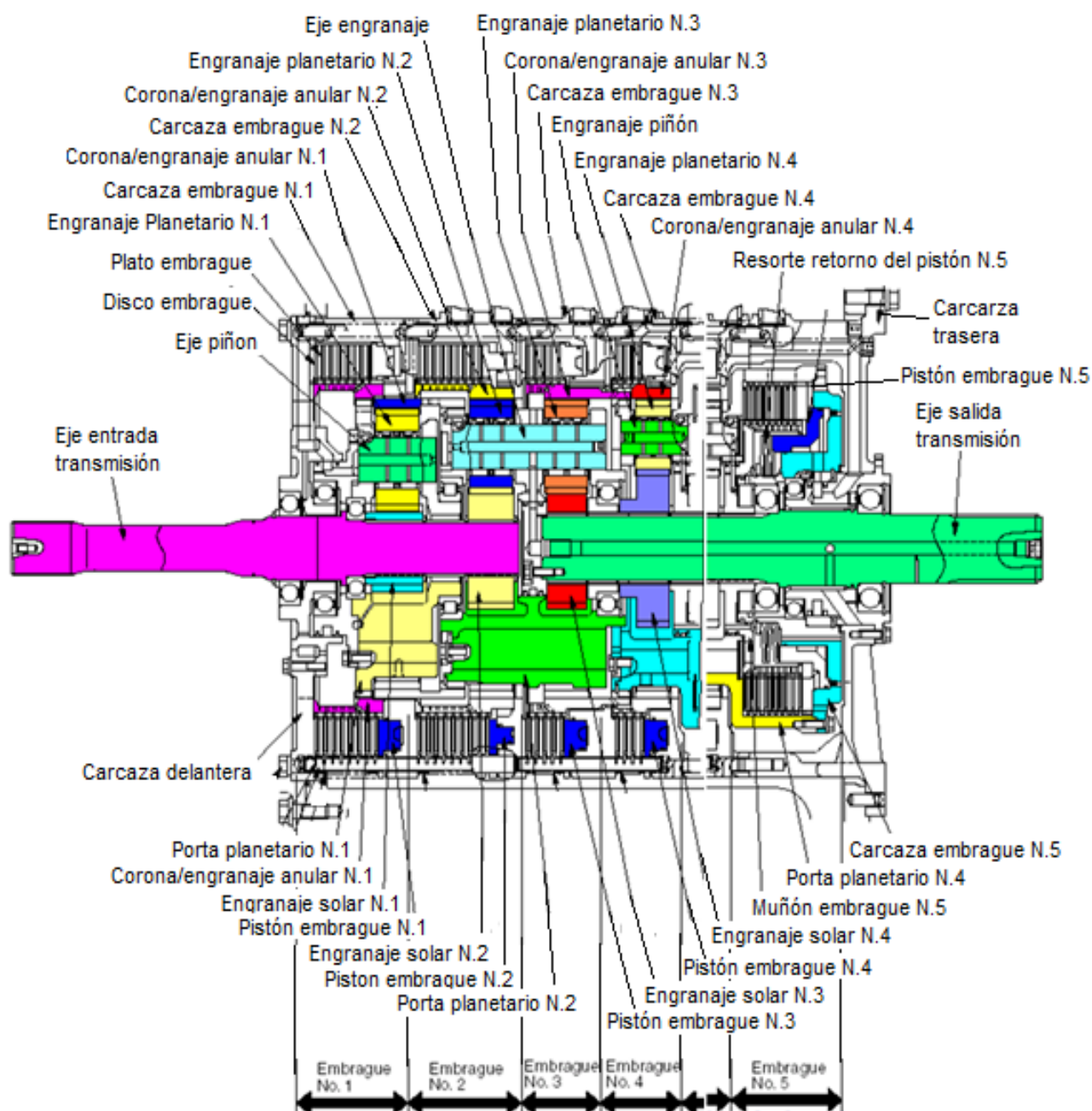
- Hidráulico: Bombas, fluidos y válvulas de control
- Mecánico: Embragues, engranajes, discos, prensas, ejes.

La transmisión consiste en tres engranajes de velocidad hacia adelante y tres engranajes hacia atrás, además consta de un mecanismo de engranajes planetarios y embragues de discos y válvula de control de la transmisión.

Entre los cinco juegos del mecanismo de engranajes planetarios y embragues de discos, dos de estos embragues son operados con la válvula de control y engranados hidráulicamente para seleccionar una dirección de rotación y unas rpm.

El embrague N°1 está fijo para traslado en reversa, el embrague N°2 para traslado en avance, los demás embragues en combinación con estos forman las otras marchas.

- El embrague N°1 está fijo para traslado en reversa
- El embrague N°2 para traslado hacia adelante
- El embrague N°3 para traslado en 3ª velocidad
- El embrague N°4 para traslado en 2ª velocidad
- El embrague N°5 para traslado en 1ª velocidad



Sistema de Transmisión

Marchas y embragues en operación

Velocidad	Embrague (engranado) operado
1a. velocidad de avance	N°2 – N°5
2da. velocidad de avance	N°2 – N°4
3ra. velocidad de avance	N°2 – N°3
1ra. velocidad de retroceso	N°1 – N°5
2da. velocidad de retroceso	N°1 – N°4
3ra. velocidad de retroceso	N°1 – N°3

Funcionamiento de los subsistemas de embragues

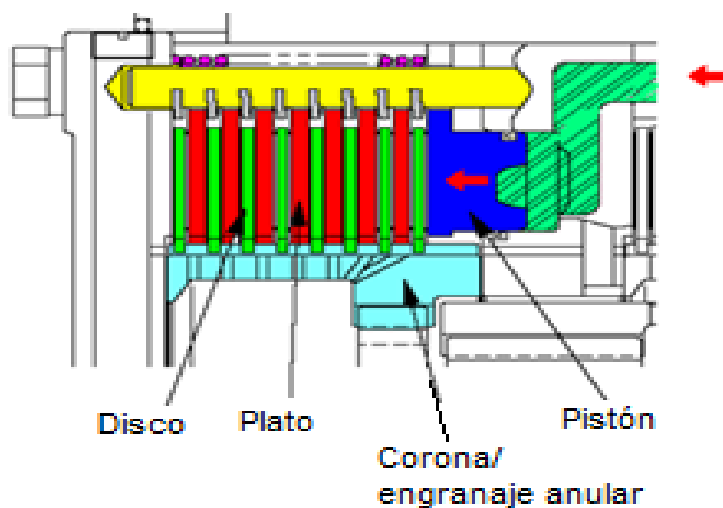
Un embrague consiste de un: pistón, plato, disco, pasador, resorte de retorno del pistón, golilla del resorte, etc. para asegurar la corona o engranaje anular.

El diente interior del disco está engranado con el diente exterior de la corona o engranaje anular. La parte cortada del exterior del plato está engranada con el pasador el cual está fijo al bastidor del embrague.

Embrague activado “ON”

El aceite enviado por la válvula de transmisión fluye a través del pasaje de aceite en la transmisión hacia la cara trasera del pistón para mover este hacia la izquierda.

El pistón comprime el plato contra el disco y fija la corona o engranaje anular engranado con los dientes interiores.

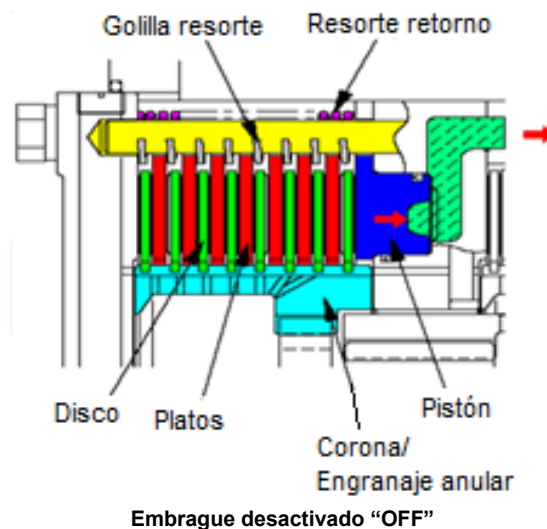


Embrague activado “ON”

Embrague desactivado “OFF”

El flujo de aceite proveniente de la válvula de la transmisión es cerrado, entonces el pistón es devuelto por la presión del resorte de retorno, luego, la fuerza de fricción entre el plato y el disco es liberada y la corona o engranaje anular queda colocado en posición neutral.

La golilla resorte instalada entre los platos en la sección del pasador devuelve rápidamente el pistón y separa repentinamente el plato del disco para prevenir el arrastre de rotación cuando el embrague es desengranado (liberado)



Primera velocidad de avance

Cuando se selecciona la primera velocidad de avance, los embragues N°2 y N°5 están engranados, la corona o engranaje anular está fijo y el núcleo del embrague N°5 está acoplado directamente con el eje de salida para transferir la potencia de salida.

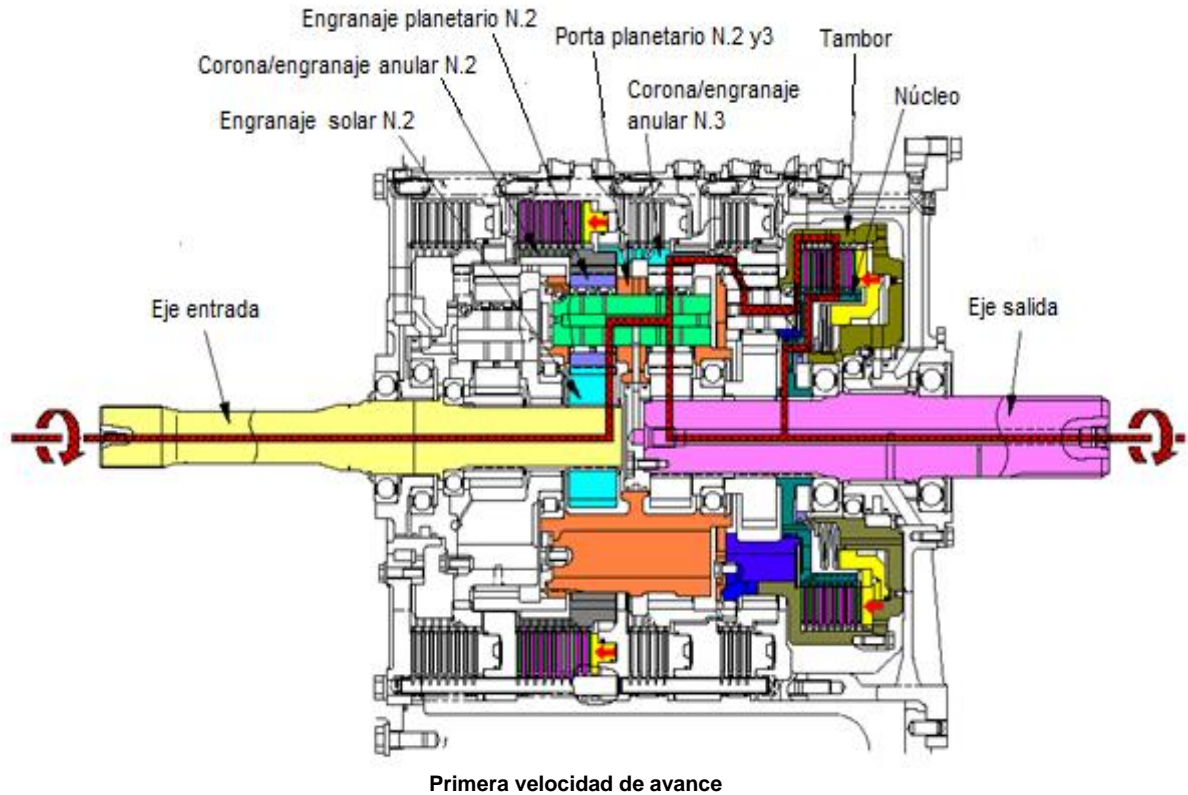
La potencia que viene del convertidor de torsión es transmitida al eje de entrada, luego es transmitida a través del engranaje solar N°2 al engranaje planetario N°2.

Debido a que la corona o engranaje anular N°2 está fijo, el engranaje planetario N°2 gira y simultáneamente da vuelta vueltas a lo largo de la corona o engranaje anular N°2 alrededor del engranaje solar N°2.

En este momento, la rotación de los porta planetarios N°2 y N°3 es transmitida como potencia rotacional en la dirección de rotación del engranaje solar N°2.

A causa de que la corona o engranaje anular N°3 está fijo, como los porta planetarios N°2 y N°3 giran, el engranaje planetario N°3 gira a lo largo de la corona o engranaje anular N°3 y da vueltas alrededor del engranaje solar N°3.

Bajo esta condición, la potencia de rotación de los porta planetarios N°2 y N°3 hace girar el engranaje solar N°3 y la potencia es enviada hacia afuera a través del eje de salida en la dirección de rotación del engranaje solar N°2.



Primera velocidad de retroceso

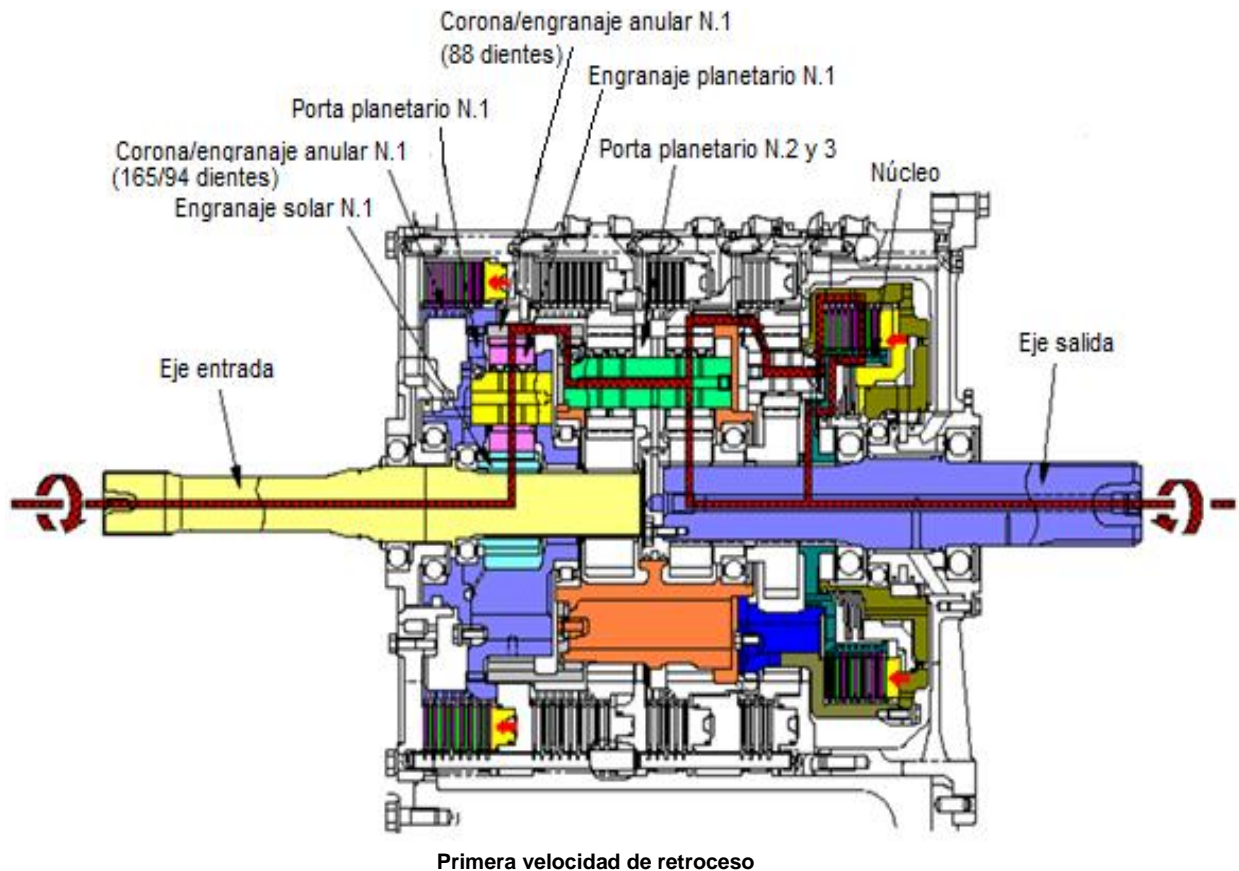
Cuando se selecciona la primera velocidad de retroceso, los embragues N°1 y N°5 están engranados, la corona o engranaje anular N°1, está fijo y el núcleo del embrague N°5 está acoplado directamente con el eje de salida para transferir la potencia de salida.

La potencia que viene del convertidor de torsión es transmitida al eje de entrada, luego es transmitida a través del engranaje solar N°1 y del engranaje planetario N°1 hacia la corona o engranaje anular N°1.

Debido a que la corona o engranaje anular N°1 está fijo, el engranaje planetario N°1 gira y simultáneamente da vueltas alrededor del engranaje N°2.

En este momento, a causa de que el embrague N°1 fija el porta planetario N°1, la potencia rotacional del engranaje planetario N°1 es transmitida a los porta planetarios N°2 y N°3 para hacer girar la corona o engranaje anular N°1 en dirección opuesta a la del engranaje solar N°1.

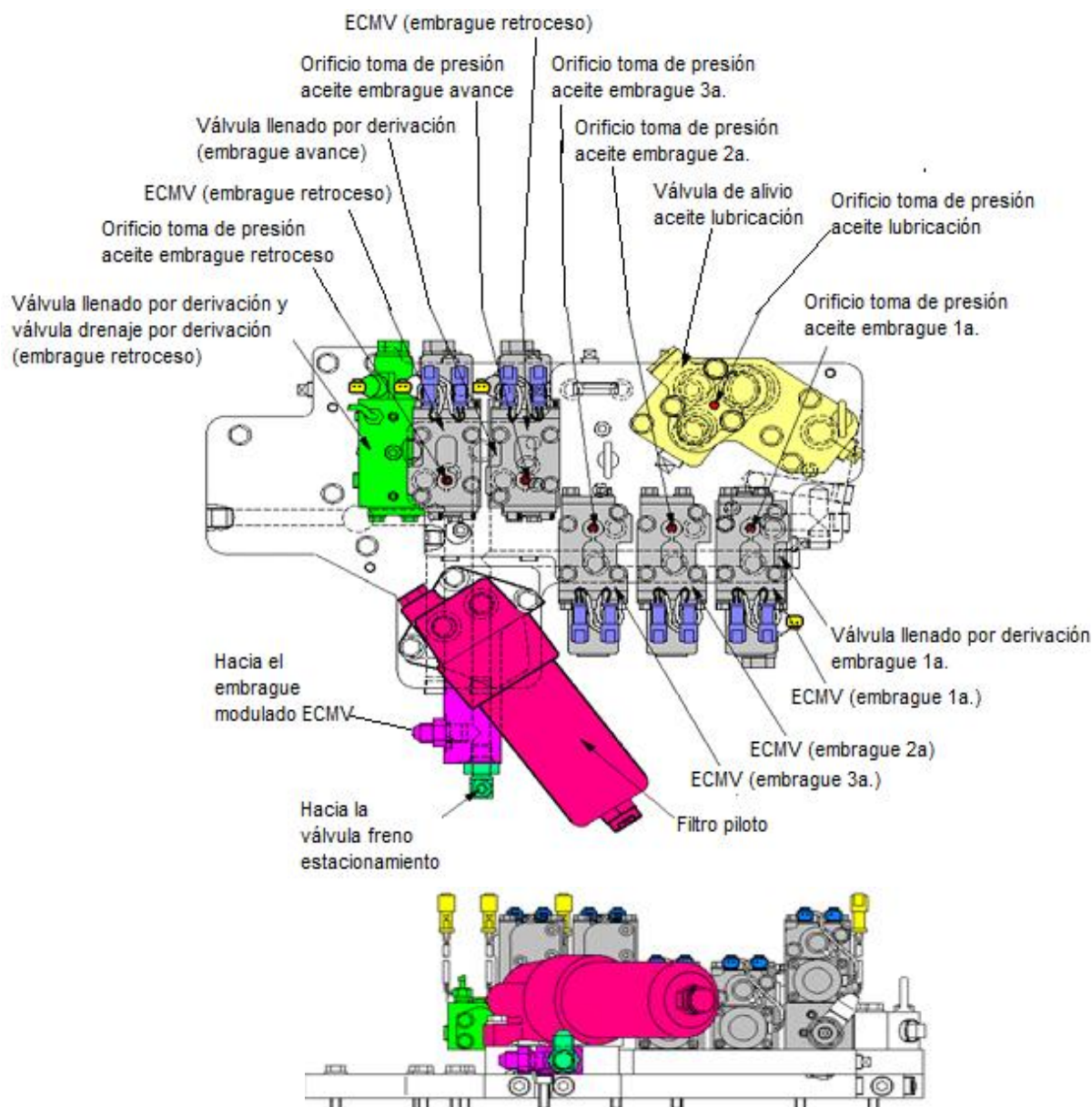
Como resultado, la potencia en dirección de retroceso es transmitida al eje de salida. Después de este punto, el tren de fuerza en 1ª, 2ª, 3ª velocidad de retroceso, es similar a la 1ª, 2ª, 3ª velocidad de avance.



Subsistema válvula de control de la transmisión

Este elemento en sí, es un conjunto de válvulas (ECMV) que accionan los diferentes embragues que crean la formación de las marchas de avance y reversa, también se están las válvulas de lubricación, de llenado por derivación y las válvulas de drenaje.

Cuando la transmisión es colocada en posición Neutral en el modo de operación manual, el embrague del cambio de velocidad en el cual este colocada la palanca esta es situada en "ON" activada.



Subsistema válvula de control de la transmisión y Subsistema Válvula de llenado por derivación

Cuando el volumen del pistón de un embrague es grande, si se usa solamente la ECMV, toma un tiempo largo para llenar el embrague, lo que molesta a los operadores en la demora en los cambios de velocidades.

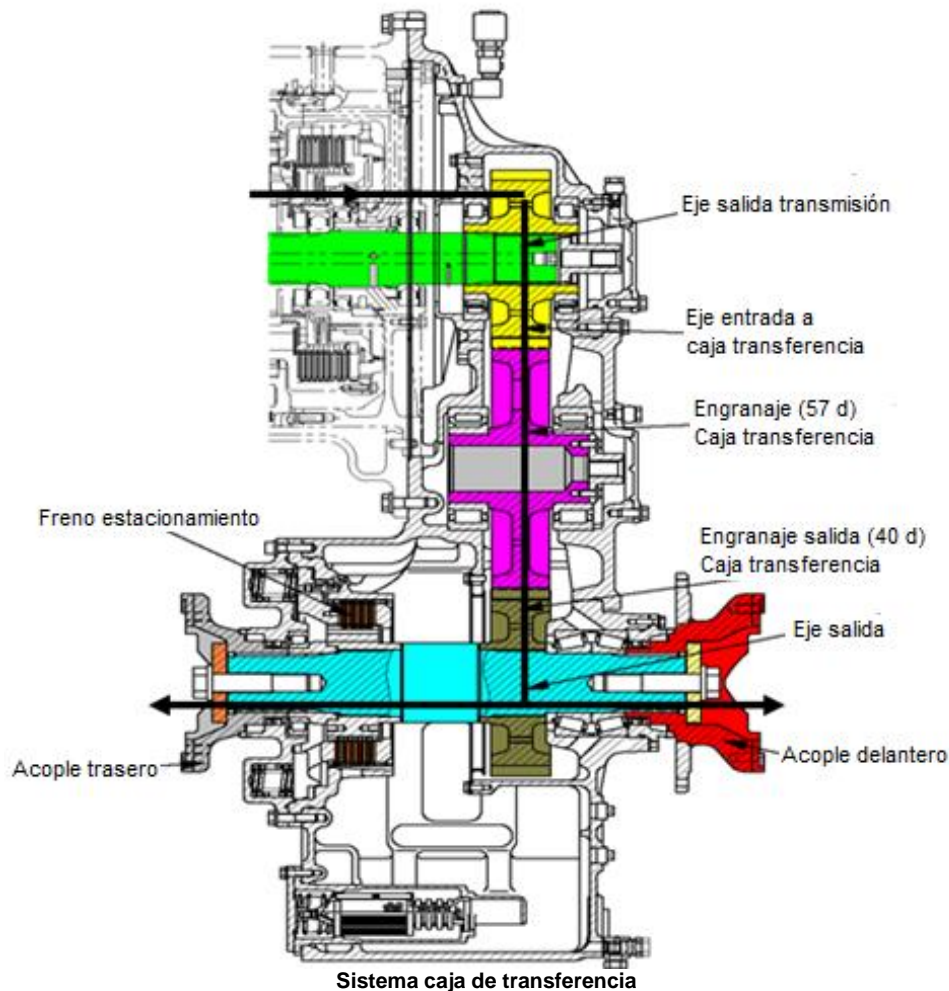
Para resolver este problema, se ha instalado una válvula de llenado por derivación, la cual es operada simultáneamente con la ECMV para llenar con aceite rápidamente los pistones de los embragues de gran volumen.

Estas válvulas de llenado por derivación están instaladas en los circuitos del embrague de retroceso y embrague de avance de la primera velocidad.

Sistema Caja de transferencia

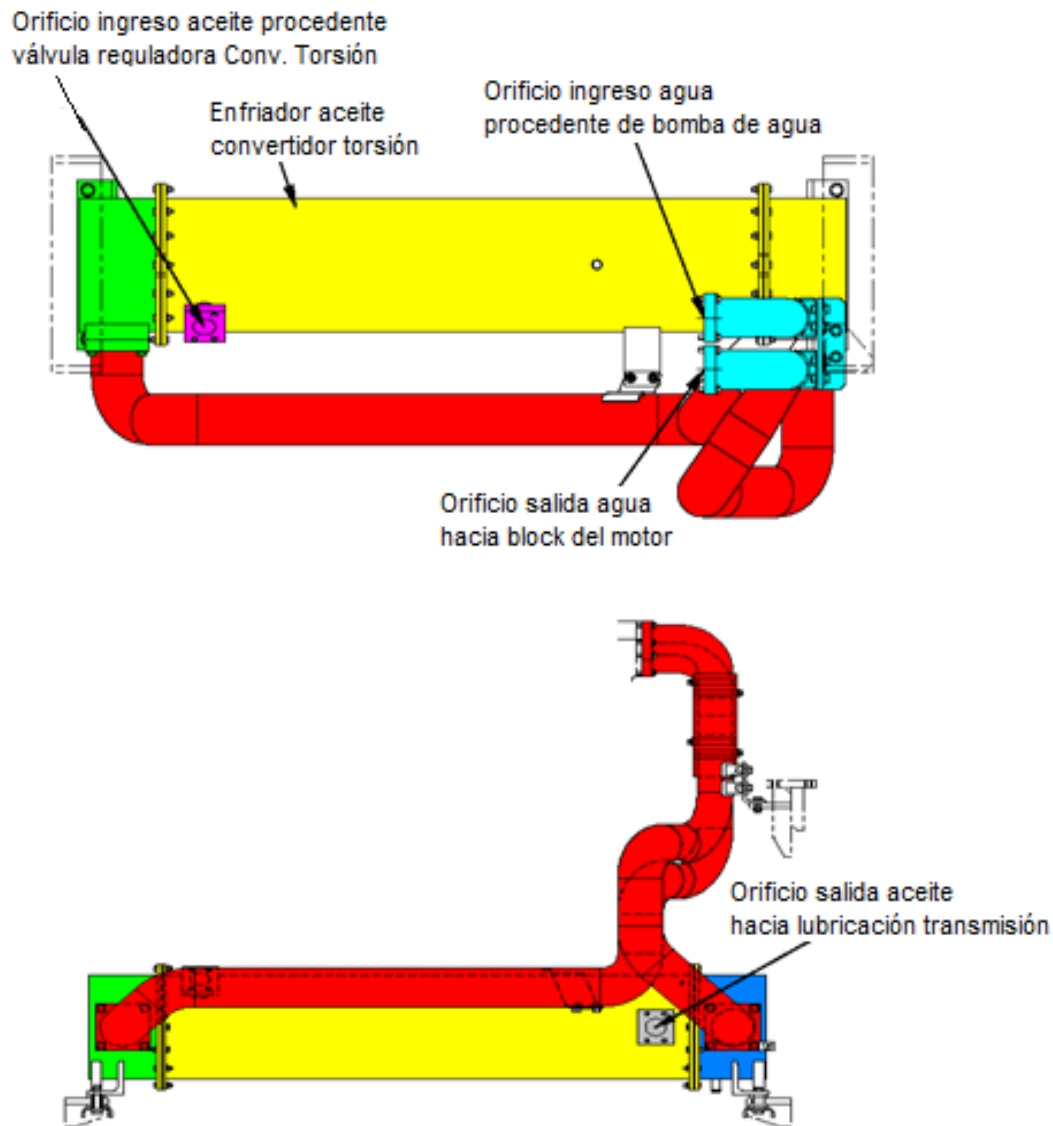
La caja de transferencia está instalada en el lado de la salida de la transmisión y está unida a esta por medio de pernos.

El eje de salida de la transmisión y el engranaje de entrada de la caja de transferencia están acoplados ambos por estrías (ranuras), la potencia es transmitida a través del engranaje libre de la caja de transferencia (3), el engranaje de salida de esta (4) y luego es transmitida al eje de salida (5), una parte de esta fuerza es dirigida a este eje (delantero) a través del eje propulsor central. La otra parte de la fuerza es canalizada al eje trasero.



Subsistema Enfriador de aceite del convertidor de torsión

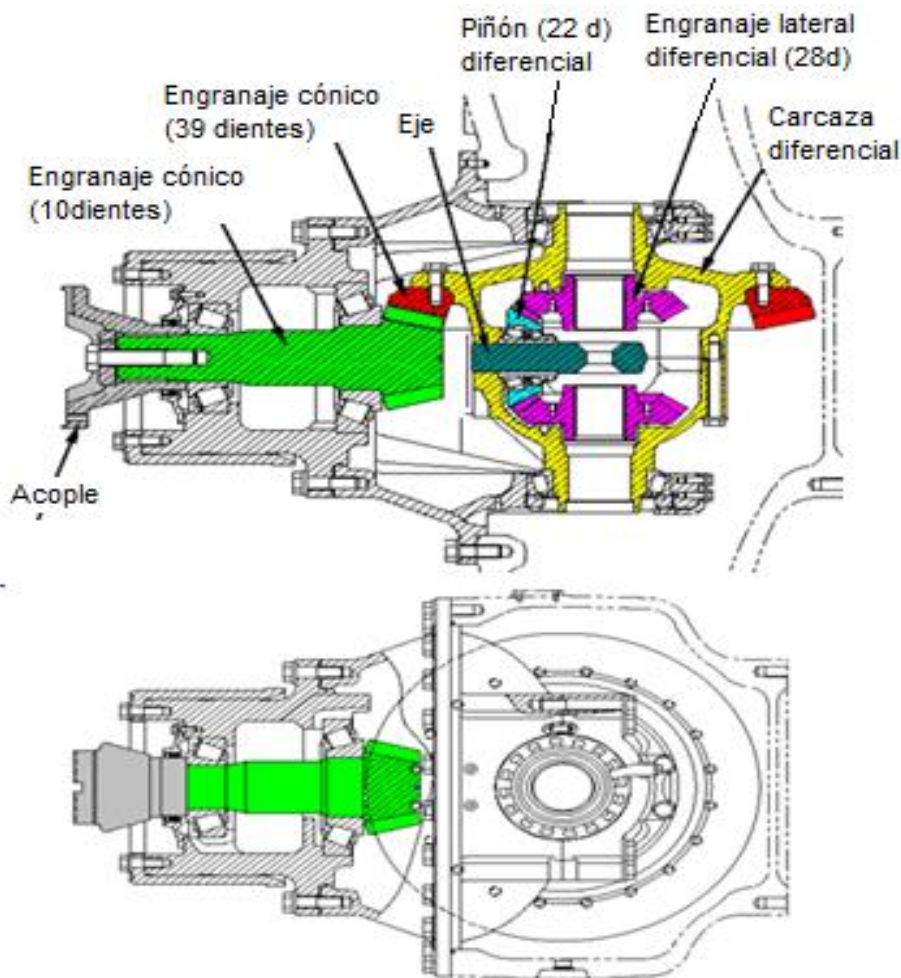
El aceite que sale del convertidor se encuentra a una elevada temperatura de trabajo, debido a la energía usada en la transmisión (línea de transmisión de potencia). Este aceite pasa a través de un orificio (A) del enfriador de aceite, donde es enfriado por el agua de enfriamiento del motor Diésel. Luego circula hacia un orificio de salida (B), lubrica la transmisión y regresa a la caja de transferencia.



Subsistema Enfriador de aceite del convertidor de torsión

Sistema Diferencial trasero

La potencia del motor es dirigida a la línea de transmisión de potencia a través del amortiguador, cardan, PTO, convertidor de torsión, embrague modulador, transmisión, caja de transferencia, cardan delantero, soporte central, cardan, diferencial delantero, continuando esta línea hacia la parte trasera del cargador. Cardan, diferencial trasero.

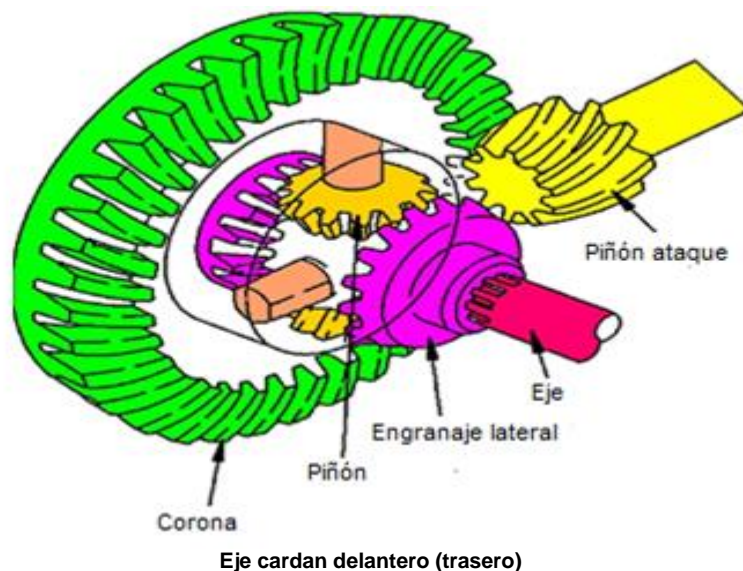


Sistema Diferencial trasero

Funcionamiento del Subsistema

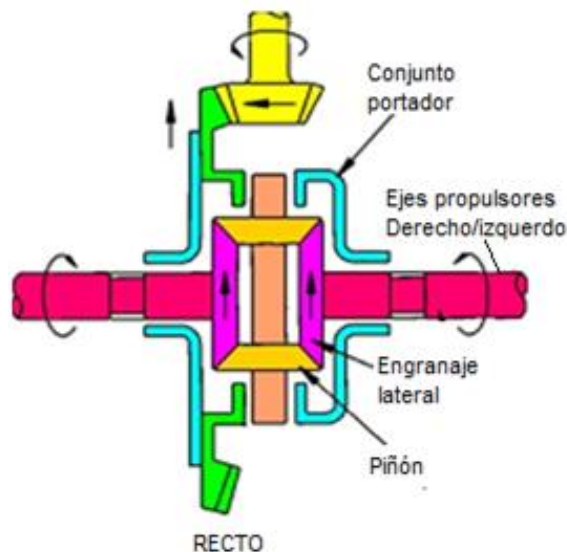
El eje cardan delantero (trasero), tienen en el extremo que penetra en la caja del diferencial, un engranaje (piñón de ataque) que engrana con la corona para transmitir el movimiento de avance /retroceso del equipo.

La corona transforma el movimiento longitudinal/giro, en movimiento transversal/giro, el cual transmite a los semi ejes por medio de engranajes planetarios, logrando así transmitir este movimiento hacia los mandos finales.



Traslado recto hacia adelante

Cuando la máquina se traslada recto hacia adelante, la velocidad de rotación de las ruedas izquierda/derecha son iguales y el piñón (4) dentro del conjunto (6) es enviado a través del piñón (4) y del engranaje lateral (3) y es transmitida igualmente a los conjunto propulsores (2) del eje de izquierda y derecha.

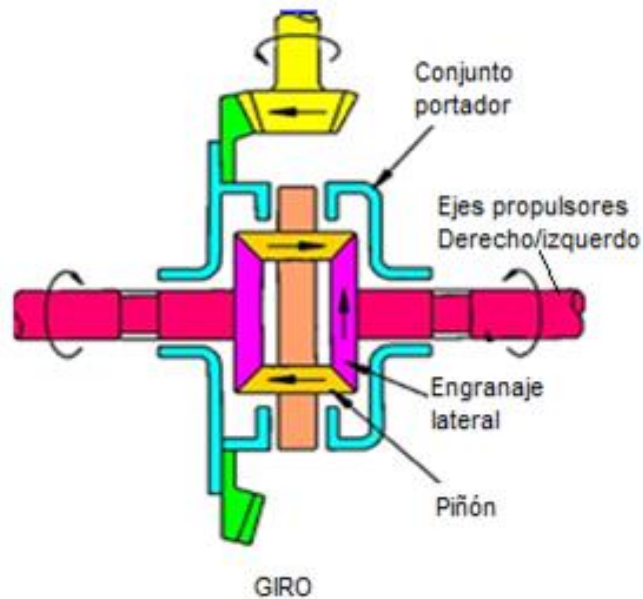


Funcionamiento en traslado hacia adelante

Giro de la máquina

Al efectuar un giro la máquina, la velocidad de rotación de las ruedas izquierda/derecha son distintas, de manera que el piñón (4) y el engranaje lateral (3) dentro del conjunto (6), giran de acuerdo con la diferencia entre la velocidad de

rotación de las ruedas izquierda y derecha. La fuerza motriz del conjunto (6) es transmitida a los conjuntos propulsores (2) del eje.

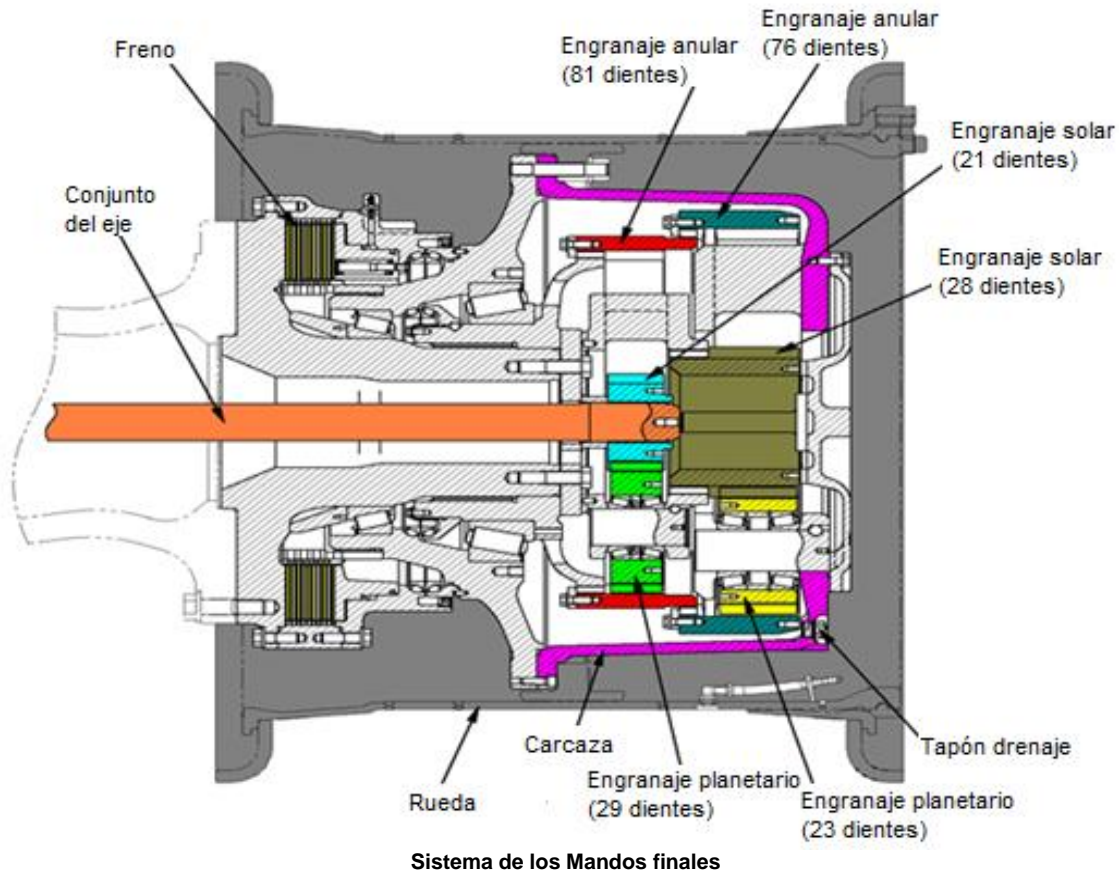


Funcionamiento cunado gira la máquina

Sistema de los Mandos finales

Funcionamiento del Subsistema. Los mandos finales con el objeto de obtener una gran fuerza motriz, reducen la velocidad de rotación por medio del uso de un mecanismo de engranajes planetarios y transmite a los neumáticos la fuerza motriz obtenida.

El diferencial transmite la potencia a través de un conjunto propulsor (1) al engranaje solar (5) de la primera etapa, luego es derivada al engranaje planetario (9). Los engranajes planetarios giran dentro de la corona o engranaje anular fijo (3) para transmitir la potencia al engranaje solar (6) de la segunda etapa. Luego la rotación reducida es transmitida al porta planetario, como en la primera etapa, luego es transmitida a las ruedas (11) instaladas en el porta planetario.



4.2.7 Sistema de lubricación

El estanque de grasa del sistema automático de lubricación está ubicado en el lado izquierdo de la máquina. Los principales puntos de lubricación asistida son:

- Eje pivote delantero
- Eje pivote trasero
- Articulaciones
- Cilindros de levante
- Cilindros de inclinación
- Cilindros de dirección
- Ventilador
- Polea ajuste correa
- Cojinetes balde

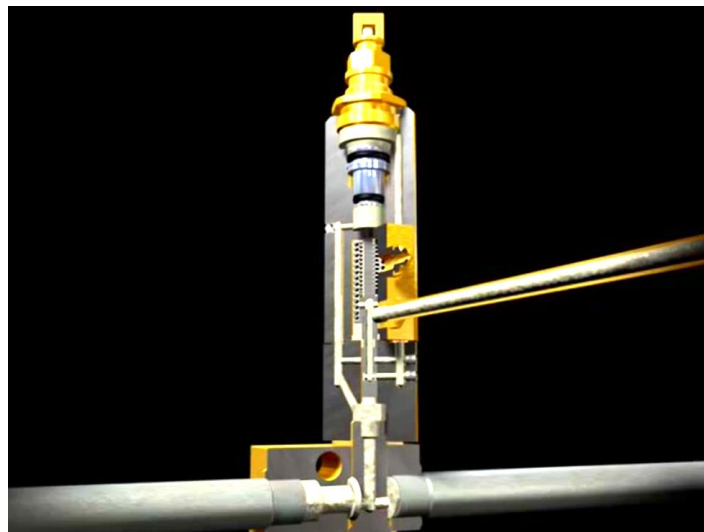
La función de este sistema es de limpiar, enfriar, lubricar partes y piezas; y específicamente en el caso del motor de la máquina, mantener una película que sella las paredes de los cilindros, impidiendo el trasvase de los gases tanto en la carrera de compresión como en la carrera de trabajo. Para ejecutar 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.

El aceite debe cumplir además con la viscosidad S.A.E. y la calidad A.P.I. que el fabricante del motor solicite.

Se puede llenar el estanque de grasa por el grupo de servicio de llenado rápido. El estanque de grasa puede contener 86 kg de lubricante.

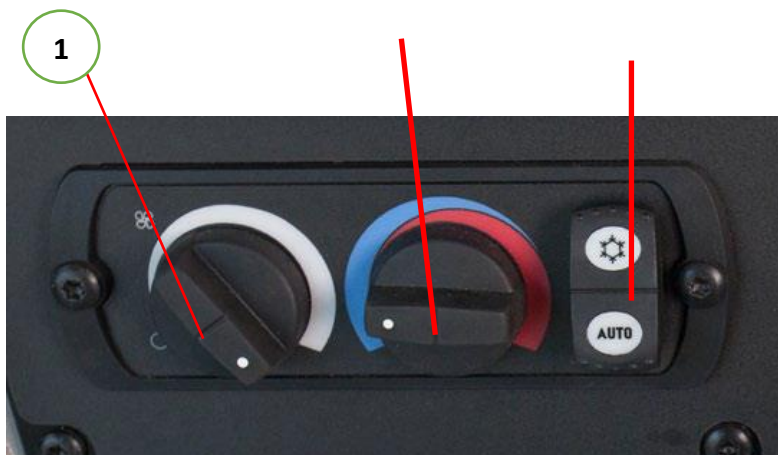


4.2.8 Sistema aire acondicionado

Es un sistema exclusivo en la cabina de operación y resulta fundamental durante la operación con temperaturas altas.

Los controles HVAC (ventilador de calefacción y aire acondicionado) generalmente están ubicados en la consola del operador. Este sistema cuenta con tres funciones principales: enfriamiento, calefacción y presurización. Los controles en la mayoría de los casos son los siguientes:

- Interruptor de velocidad del ventilador, con 3 o 4 posiciones de velocidad
- Control de temperatura
- Interruptor selector del aire acondicionado



Sistema de aire acondicionado

El interruptor del ventilador puede accionarse a la izquierda para apagarlo o hacia la derecha para seleccionar su velocidad en nivel bajo, medio o alto.

La palanca para ajustar la temperatura se mueve hacia la izquierda para enfriar y hacia la derecha para calentar.

El interruptor para control del aire puede disponer de tres posiciones, la superior para ajustar el sistema a la modalidad manual; la central para modalidad desconectada; y la inferior para control de temperatura automático.

En otros equipos, este interruptor puede incluir la opción de presurización, utilizada cuando no se desee calefacción o aire acondicionado, pero sí se requiera impedir la entrada de polvo a la cabina.

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.



Sistema contra incendios en el equipo

El control de este sistema de supresión de incendios, se encuentra en la cabina del operador o en la parte externa de la máquina. Puede activarse en forma manual o automática y tiene la propiedad de liberar nitrógeno, polvo químico, agentes líquidos o mixtos contra incendios, liberando los seguros de los extintores.

En aquellos casos donde no se encuentre este sistema, se recomienda que el operador revise y mantenga siempre los extintores cargados, cerciorándose que estén en zonas fáciles de acceso y uso. Recordar que se deben utilizar los extintores químicos sobre fuegos de gas, aceite o eléctricos.

4.3 Capítulo III Detección de síntomas de fallas en la operación del equipo

4.3.1 Tipos de alarmas e interpretación

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

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 y cambie la forma de operar. La segunda categoría requiere que el operador responda a la advertencia y llame al personal de mantención. 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.

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 del líquido refrigerante del motor, en °C
- Velocidad del motor, en RPM
- Temperatura de aceite hidráulico, en °C
- Temperatura de aceite del convertidor de torque, en °C
- Presión del aceite del motor, en kPa
- Temperatura de entrada de aire (admisión del motor), en °C
- Nivel de combustible, en %
- Voltaje del sistema, en Volts

Parámetros específicos motor:

- Presión de combustible, en kPa
- Temperatura de combustible, en °C
- Presión de entrada de aire, en kPa
- Presión atmosférica, en kPa
- Flujo del líquido refrigerante, en L/h
- Tiempo de funcionamiento del motor, en min

- Nivel de aceite, en %
- Velocidad ventilador motor, en RPM
- Presión bomba ventilador motor, en kPa

Parámetros específicos tren de potencia:

- Presión de salida convertidor de torque, en kPa
- Temperatura de aceite del tren de potencia, en °C
- Velocidad de salida convertidor de torque, en RPM
- Presión de lubricación de la transmisión, en kPa
- Presión de entrada convertidor de torque, en kPa
- Presión embrague de velocidad, en kPa
- Presión embrague de dirección, en kPa
- Posición palancas de dirección y frenos, en %
- Posición pedal freno de servicio, en %
- Activación freno secundario, on/off
- Activación freno de estacionamiento, on/off

Parámetros específicos sistema de implementos:

- Presión bomba principal, en kPa
- Presión bomba de inclinación, en kPa
- Posición palanca de control de la hoja, en %
- Posición palanca de control del ripper, en %
- Temperatura aceite hidráulico, en °C
- Presión filtros de retorno sistema hidráulico, en kPa
- Presión circuito levante de la hoja, en kPa
- Presión circuito de inclinación de la hoja, en kPa
- Presión circuito levante del ripper, en kPa
- Presión circuito de inclinación del ripper, en kPa

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.

Se debe revisar la estructura del equipo desde lejos así se podrá apreciar mejor la posible existencia de daño estructural. Chequear la posible existencia de desgaste, avería o pernos sueltos o faltantes en la cuchilla y las puntas.

Se deben inspeccionar los pasadores de los cilindros hidráulicos y tapas, buscando la existencia de desgaste, lubricación adecuada, pernos sueltos y, en general, que las conexiones se encuentren en buen estado.

Revisar que todo elemento esté firmemente afianzado en su lugar. También se deben examinar las mangueras hidráulicas y conexiones buscando fugas, conexiones sueltas y desgaste.

Otro elemento que se debe revisar son las orugas, buscando pernos sueltos o zapatas faltantes. El operador debe chequear que las orugas tengan la tensión necesaria, además revisar que no existan pasadores sueltos o eslabones rotos o trizados. La mantención del tren de rodaje del equipo es sumamente importante para llevar a cabo una operación eficiente y controlar los costos de reparaciones. La vida útil del tren de rodaje puede variar mucho dependiendo de las condiciones de operación.

El operador debe procurar reducir al mínimo el patinaje de las orugas, en la medida que sea posible. En caso que las orugas patinen, se debe reducir la carga. También se deben evitar paradas y movimientos bruscos. Se debe considerar llevar a cabo giros amplios y controlados. Se tiene que observar si existen zapatas faltantes o sueltas, pasadores sueltos y eslabones de las orugas que se encuentren desgastados o rotos.

Las garras de las orugas y las cadenas deben ser medidas por técnicos de mantenimiento capacitados para determinar su desgaste y condición; y para planificar su mantención preventiva, con el fin de evitar tiempos de para y gastos innecesarios.

Se deben revisar los rodillos superiores e inferiores buscando fugas en los sellos de aceite y pernos faltantes. El operador debe tomar las precauciones necesarias para evitar pasar por sobre rocas de gran tamaño. Se debe recordar evitar la operación en una pendiente que no sea necesaria.

Los viajes largos a altas velocidades pueden causar un desgaste excesivo de las orugas. El operador debe transitar en una velocidad mediana y se debería remolcar el tractor cuando se estén cubriendo largas distancias.

Siempre se debe limpiar toda acumulación de tierra y lodo de las orugas del tractor al término del turno para evitar averiar los rodillos.

Se puede reducir el desgaste del tren de rodaje, utilizando la inclinación de la cuchilla para girar cuando se acarrean cargas pesadas en vez de usar los embragues de dirección, lo cual puede resultar en impactos innecesarios. Revisar el rodillo superior buscando la existencia de desgaste, pernos sueltos, fugas de aceite y estado general.

Finalmente, también resulta conveniente revisar los cilindros hidráulicos, por posibles fugas o estructura dañada o cualquier otra anomalía que se pueda observar.

Pérdida de fuerza o potencia

La pérdida de potencia se puede presentar por problemas hidráulicos y/o por otras variables que afectan al motor (trabajar el equipo a bajas presiones y/o por temperaturas fuera de parámetros entre otros).

El principal problema de este tipo (y cuya solución está al alcance del operador) se produce cuando el equipo ataca el cerro durante el proceso de trabajo. En ese momento se genera el máximo torque al máximo de temperatura que podría provocar calentamiento del motor diésel.

Como resultado de esta mala práctica se producen pérdidas de potencia del motor, mayor consumo de combustible, mayor desgaste de herramienta de corte, mayor desgaste del tren de rodados, pérdidas de material y ciclos de operación más extensos.

Para sortear el problema anterior, el operador debería trabajar los tiempos de penetración y la forma de operación. Esto conlleva a un menor consumo de combustible, menor derrame de material, ciclos de operación más cortos, menor desgaste de la herramienta de corte, menor desgaste en el tren de rodados y mayor producción.

Otra causa menos común, pero de probable ocurrencia, y que genera baja en la potencia del motor del equipo, es la saturación de los filtros de aire de admisión. El oxígeno usado en la combustión del petróleo se encuentra en el aire atmosférico, por lo que es este aire el que usa el motor. El aire atmosférico debe descontaminarse de los sólidos que arrastra y antes de entrar al motor se hace pasar por unos filtros que realizan este trabajo.

Una entrada de aire sin filtrar, por filtro roto o por sellos en mal estado del cuerpo del filtro, producirá un deterioro muy rápido del motor. Los filtros tapados provocarán disminución en la potencia del motor, por lo cual el operador debe estar alerta e indicar a personal de mantención, cuando los indicadores de saturación de éstos indiquen tal anomalía.

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.

Pantalla de Advertencias

El sistema de información de fallas puede incluir una pantalla donde se despliegan las advertencias o eventos que son detectados por los diferentes sensores de la máquina. Cada pantalla de advertencia debe ser reconocida por el operador (generalmente presionando algún botón específico). Estas pantallas de advertencia pueden incluir información como la que a continuación se lista:

- Sistema que genera la advertencia
- Código de la falla o ID
- Componente que falla
- Modo de falla
- Aviso para que el operador reconozca la advertencia

Estas advertencias pueden repetirse a pesar del reconocimiento por parte del operador, dependiendo de la severidad de la alarma (ver tipos de alarma en sección 3.1).

Una vez que las advertencias se hayan reconocido, la pantalla exhibirá la información del funcionamiento del equipo. La información vital sobre los sistemas principales de la máquina puede ser fácilmente monitoreada usando estas pantallas y el panel de instrumentos.

Dentro de la información más comúnmente desplegada se puede encontrar:

- Temperatura del Líquido refrigerante del Motor
- Velocidad Del Motor
- Temperatura de Aceite Hidráulico
- Temperatura de Aceite del Convertidor del Torque
- Presión del Aceite de Motor
- Temperatura de entrada de aire (temperatura del aire de admisión del motor)
- Nivel de combustible
- Voltaje del sistema

Indicadores Analógicos / Electrónicos

Otros modelos de equipos pueden incluir indicadores analógicos electrónicos, que muestren la siguiente información:

- Temperatura del refrigerante del motor
- Temperatura del aceite de la transmisión
- Temperatura del aceite hidráulico y el nivel de combustible
- Velocímetro/ tacómetro (incluye lecturas de un tacómetro analógico, velocidad de desplazamiento y marcha/sentido de desplazamiento)
- Presión de aceite del motor
- Presión de refuerzo del motor

- Temperatura del aceite del tren de fuerza
- Presión de la bomba hidráulica principal
- Altura de la hoja
- Centro de mensajes (proporciona una variedad de información de componentes y sistemas por medio de un indicador analógico universal y una pantalla de lectura de mensajes digitales)
- Luz indicadora de alerta (también está ubicada en el centro de mensajes)

La luz indicadora destella para indicar una condición anómala grave o crítica en el equipo, además de sonar una alarma de alerta cuando existe tal eventualidad.

Puede incluir un teclado que permite el acceso a la información de diagnóstico registrada en el sistema.



Detección visual

Una de las formas más usuales de detectar un funcionamiento defectuoso y fallas en los motores Diésel, es chequear a través de un análisis visual del humo de los gases del escape.

Color de los gases:

Color negro

- Exceso de combustible o falta de aire
- Filtro de aire sucio o saturado
- Inyectores defectuosos
- Bomba inyectora fuera de punto (avance)

Color gris claro

- Motor frío
- Inyección fuera de punto (atraso)

Color azul

- El aceite de lubricación se filtra a los cilindros
- El aceite lubricante del turbo alimentador se filtra a los cilindros.

Actividad N°10: Comparación de equipos

Lo que hay que hacer

En grupos, los participantes deberán elegir un modelo de equipo cargador frontal específico 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 cargador frontal, 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:

