CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 7: “Mantenimiento de sistemas hidráulicos”

PFMME-3-02/V.1-[PE01-M07/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN 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
Claudia Díaz R., Jefe de Proyectos

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Jefe de Proyecto Empresas
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., 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 es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. 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 Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

El Consejo de Competencias Mineras (CCM) es una iniciativa de articulación entre las empresas mineras, cuyo fin es proveer información sectorial, estándares y herramientas que permitan al mundo formativo adecuar la formación de técnicos a la demanda del mercado laboral minero, tanto en términos cualitativos como cuantitativos. Con la asesoría experta de Innovum Fundación Chile, este organismo genera, con un enfoque sistémico, insumos para el mundo formativo, dando a conocer qué necesidades de capital humano tiene la minería y transfiriendo buenas prácticas para su formación.

El Consejo de Competencias Mineras – el primero de su naturaleza en el país – opera al alero del Consejo Minero. Fue formado en 2012 y cuenta con 12 empresas socias. A tres años de su creación, el CCM ha desarrollado una serie de productos y sistemas que han marcado un cambio de paradigma en la vinculación del mundo productivo con el de la formación para el trabajo, y han significado un aporte de fondo para el mejoramiento y la valoración de la educación técnico-profesional en el país, con un alcance que trasciende ampliamente a la sola industria minera.
Los Paquetes para Entrenamiento, son uno de estos productos. Se han creado además: Estudios de Fuerza Laboral, El Marco de Cualificaciones para la Minería (MCM), Marco de Calidad de Buenas Prácticas Formativas, Marco de Calidad para Instructores e impulsamos el apoyo sectorial al Sistema de Certificación de Competencias Laborales.

Si bien el Consejo de Competencias Mineras es una entidad privada, sus productos están concebidos como bienes públicos y gratuitos, de valor compartido para todos los estamentos de la sociedad en Chile. Toda la información y los productos generados por el CCM, además de un breve video explicativo, están disponibles en el sitio web: www.ccm.cl

El desafío que ahora enfrenta el CCM es que, tanto el mundo formativo como el minero, incorporen los estándares generados a sus procesos de negocio y a su quehacer diario. Esto generará una fuerza laboral más productiva y, por ende, mayor competitividad del país en el contexto internacional.

Contribución del CCM

Para trabajadores actuales y personas interesadas en trabajar en la minería:

- Mejor empleabilidad.
- Aprendizaje adecuado a los requerimientos del mercado.
- Acceso no sólo a un oficio, sino a rutas de formación y aprendizaje.

Para el sector minero:

- Mitigación de la escasez de personal, anticipándose al problema de manera coordinada y con visión de futuro.
- Mejora de productividad, al contar con más trabajadores preparados para los requerimientos de la industria, tanto propios como de proveedores.
- Mayor competitividad de esta industria, que repercute positivamente también en la competitividad del país.

Para las instituciones educacionales:

- Mejor empleabilidad de sus egresados.
- Mejor información proyectada a 8 a 10 años, para potenciar programas formativos en los oficios para los cuales se anticipa una mayor brecha de capital humano.
- Oportunidad para el reconocimiento de la industria respecto a su calidad formativa.

Para la comunidad y el país:

- Asignación más eficiente de fondos públicos de educación y capacitación, al tener identificados programas adecuados para satisfacer requerimientos del mercado.
- Disminución de la presión que se ejerce sobre otros sectores productivos por la demanda de trabajadores, al aumentar la cantidad de personas calificadas para la minería.

Índice

Módulo VII: Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos 8
1. Operación y Funcionamiento del Sistema Hidráulico 9
1.1 Circuito Hidr áulico de Implemento de camión. 9
1.2 Sistema Hidráulico de Implementos de Equipos de Apoyo 41
1.3 Circuito Hidráulico de Implemento de perforadoras 66
1.4 Circuito Eléctrico de Control 100
2. Mantenimiento de sistemas hidráulicos. 101
2.1 Inspección visual de los componentes 101
2.2 Toma de muestra de aceite. 110
Actividad N° 22 120

Descripción del documento

El Cuaderno del instructor contiene la totalidad de los contenidos a utilizar por el instructor para el desarrollo del programa de formación de Mantenedor Mecánico Avanzado Equipos Fijos.

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

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

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

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

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

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

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

Cada pregunta será evaluada con puntajes entre 0 y 10. La escala de calificación será de 0 a 100%. Considerando el 0% cuando el participante no tiene respuestas correctas y el 100% cuando posee la totalidad de respuestas correctas. La nota de aprobación de las evaluaciones de los distintos módulos corresponderá a un 75% de aciertos.

Módulo VII: Mantenimiento de Sistemas Hidráulicos

1. Operación y Funcionamiento del Sistema Hidráulico

Figura 1
(Por gentileza de Komatsu Cummins)

1.1 Circuito Hidr áulico de Implemento de camión.

La siguiente es una descripción general del sistema hidráulico Modelo 930E. Es posible encontrar información adicional referente a la descripción de los componentes individuales y operación bajo los distintos circuitos del sistema; vale decir, circuito de elevación, circuito de la dirección y circuito de freno hidráulico.

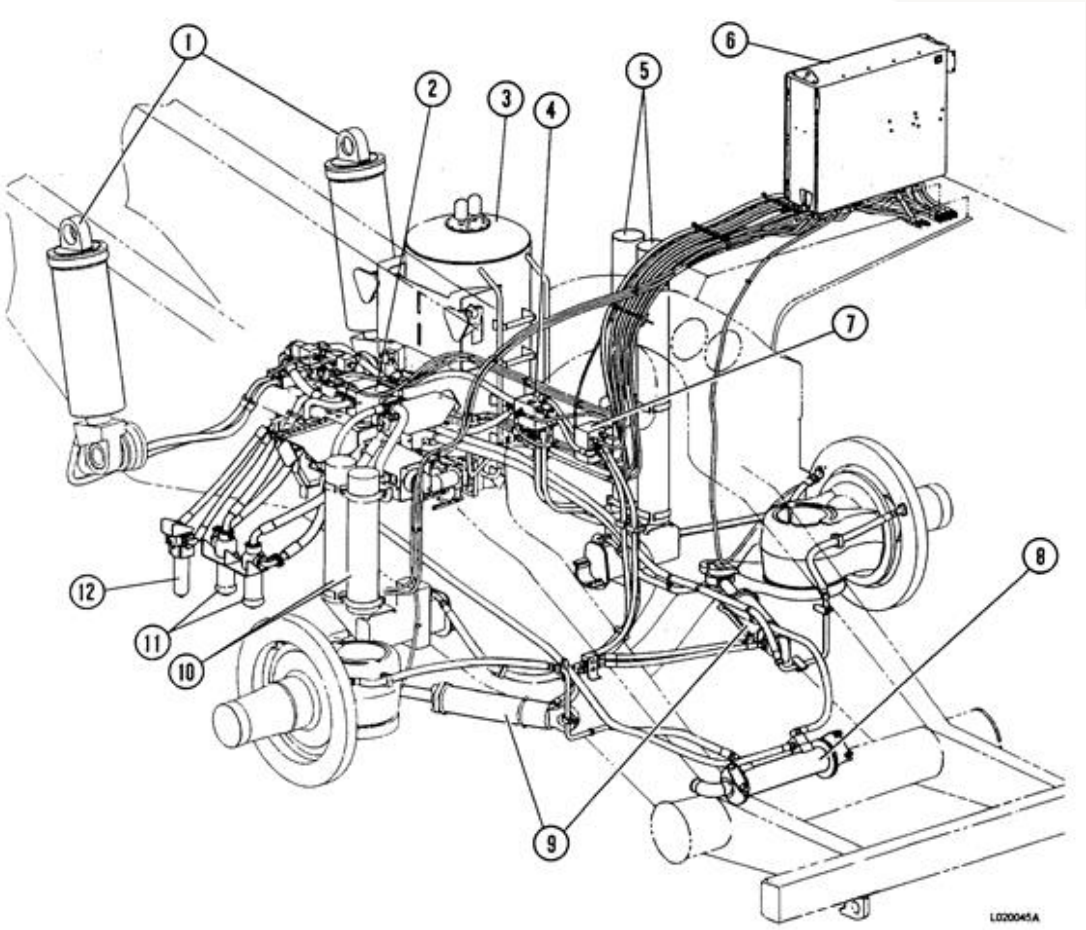


Figura 2

Figura 2-1. Componentes y tuberías sistema hidráulico (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Cilindros de Elevación 2. Válvula de Elevación 3. Estanque Hidráulico 4. Múltiple de Purga 5. Acumuladores de la Dirección 6. Gabinete de Componentes Hidráulicos	7. Válvula del Amplificador de Flujo 8. Intercambiador de Calor (Enfriado del Sistema de Frenos) 9. Cilindros de la Dirección 10. Acumuladores Auxiliares del Sistema de Frenos 11. Filtros del Circuito de Elevación 12. Filtro del Circuito de la Dirección

Nota: La Figura 2-1 ilustra la ubicación general de los componentes hidráulicos en modelos anteriores. Consulte la Figura 2-2 a 2-5 para los componentes instalados en los camiones actuales.

Los circuitos de la dirección, elevación y de freno comparten un estanque hidráulico común (3, Figura 2-1). El estanque se encuentra ubicado en la parte izquierda del chasis, delante de las ruedas traseras. La capacidad de servicio del estanque es de 250 galones (947 litros). Se debe utilizar aceite hidráulico tipo C-4 para el sistema hidráulico.

Nota: Se recomienda pasar el aceite por un filtro de 3 micrones, cualquiera sea el aceite hidráulico a usar antes de llenar o rellenar el sistema hidráulico.

El aceite utilizado en los circuitos de la dirección, elevación y frenos fluye desde la parte inferior del estanque a través de coladores de succión de malla 100.

⚠ PELIGRO

Alivie la presión antes de desconectar cualquier línea hidráulica. Apriete todas las conexiones antes de arrancar el camión.

El fluido hidráulico que se escapa a presión puede tener suficiente fuerza para entrar en el cuerpo de una persona, penetrando por la piel y provocando serias lesiones e incluso la muerte, si no se aplica el tratamiento médico adecuado por un profesional familiarizado con este tipo de lesión, inmediatamente después de ocurrido el accidente.

Siempre mantenga una completa limpieza al abrir cualquier conexión hidráulica. Asegúrese que todas las líneas del sistema estén tapadas mientras se desmonta el componente del camión.

Operación del Circuito de Elevación

El aceite hidráulico proveniente del estanque (8, Figura 2-2) es suministrado a una bomba de engranajes del circuito de elevación, 246 GPM (931 l/min.) @ 1900 RPM y 2500 psi (17.5 Mpa) de capacidad. El aceite de la lumbrera de salida de la bomba va a los filtros de alta presión (7) y luego entra a la válvula de elevación (4).

La bomba de elevación (y la bomba de dirección/frenos) es accionada por un eje de mando (6) en la parte trasera del alternador de tracción.

La válvula de elevación dirige el flujo de aceite a los cilindros de elevación (1) cuando el operador mueve la palanca de control de volteo de la tolva. La palanca de volteo de la tolva está conectada a la válvula piloto de elevación, ubicada en el gabinete de componentes hidráulicos por medio de un cable de control flexible. Si la palanca de control está en posición de flotación, el aceite vuelve al estanque hidráulico a través del múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos (2, Figura 2-2) y también fluye a través del circuito del freno de disco para enfriar el sistema de frenos de disco húmedo.

El calor generado durante la aplicación del freno de servicio se extrae por medio de un intercambiador de calor aceite – agua (1, Figura 2-5).
La presión del sistema de elevación está limitada a una presión máxima de 2500 psi (17.2 MPa).

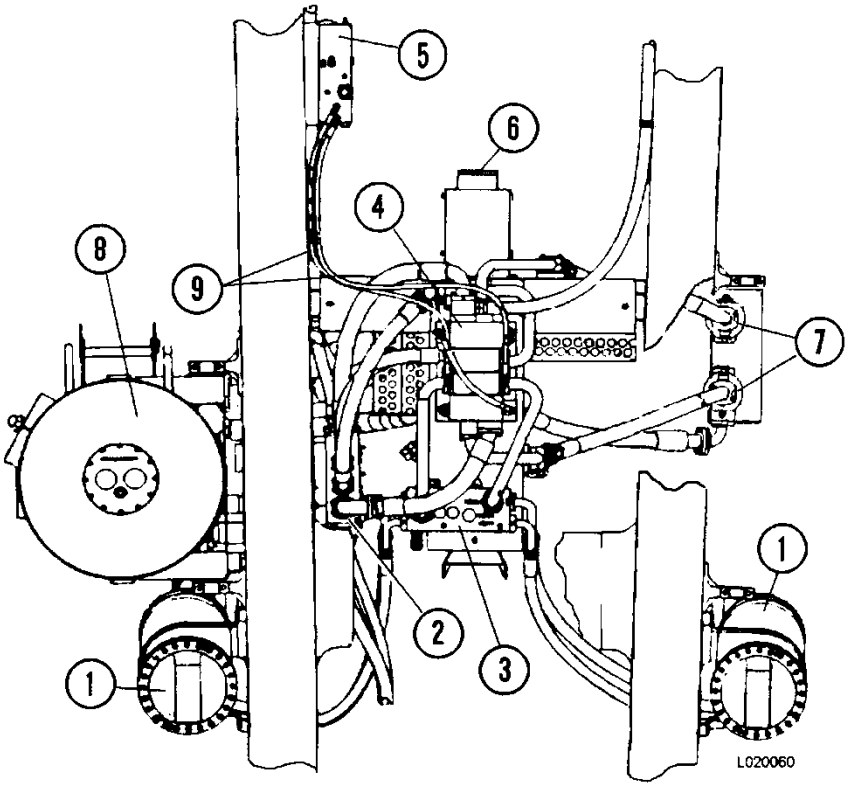


Figura 3

Figura 2-2. Tubería de la bomba de elevación (vista superior) (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Cilindros de Elevación
2. Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos
3. Múltiple Sobre el Centro
4. Válvula de Elevación
5. Múltiple de Purga
6. Eje de Mando de la Bomba
7. Filtros del Circuito de Elevación
8. Estanque Hidráulico
9. Mangueras del Circuito Piloto de la Válvula de Elevación

Figura 4

Interior de cilindro de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

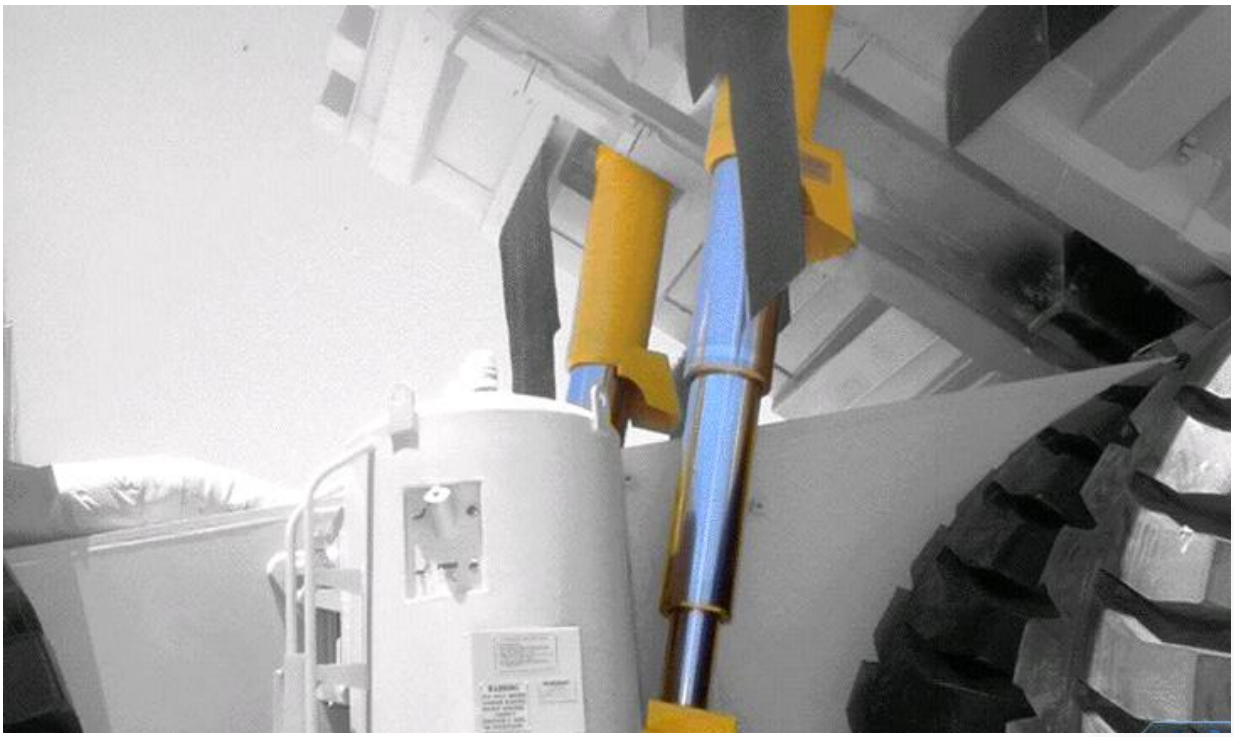


Figura 5

Cilindros de elevación desplegados en etapas (Por gentileza de Komatsu Cummins)

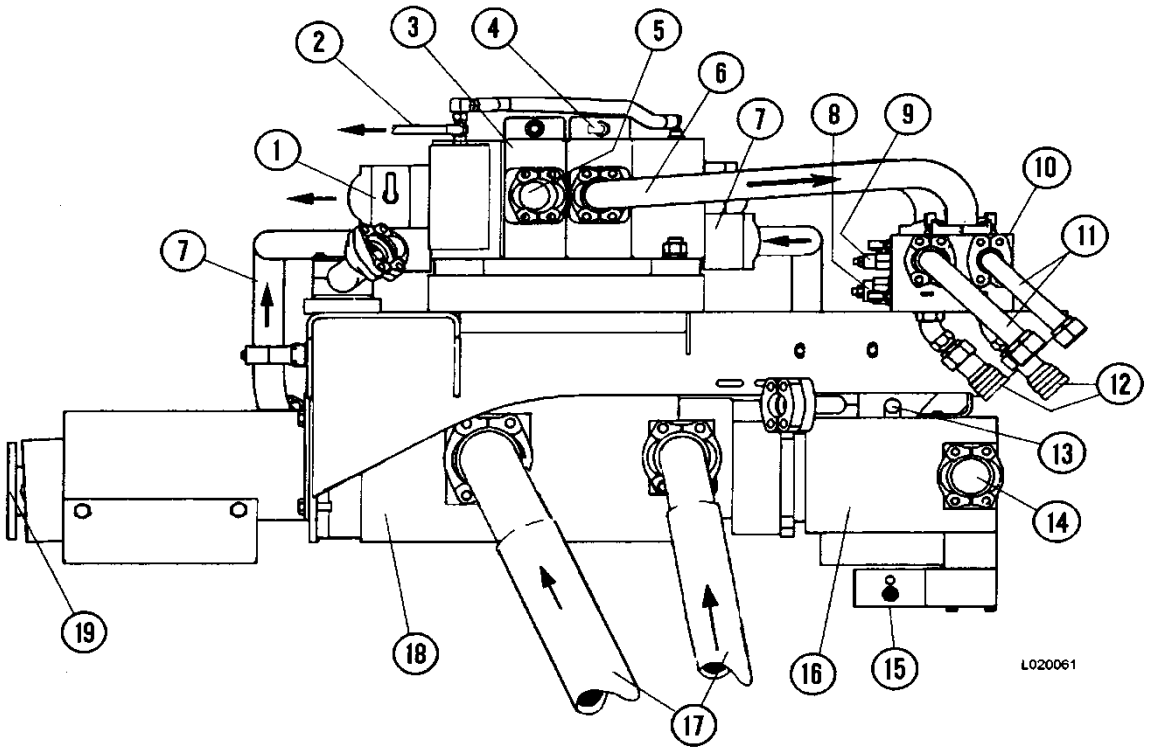


Figura 6

Figura 2.3 modulo bomba hidráulica (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Retorno al Estanque de la Válvula de elevación (Al Múltiple de Retorno de elevación/Frenos)
2. Suministro a Válvula Piloto
3. Válvula de Elevación
4. Desde Válvula Piloto
5. A Múltiple de Retorno de Elevación/Frenos
6. Salida de la Lumbrera de Trabajo
7. Suministro desde Bomba y Filtro de Elevación
8. Válvula de Contrabalance
9. Válvula de Aguja
10. Múltiple Sobre el Centro
11. Tubo de Suministro del Cilindro de elevación
12. Desconexiones Rápidas de Elevación
13. Línea de Drenaje de la Caja de la Bomba
14. Lumbrera de Entrada de la Bomba de Dirección
15. Válvula de Descarga
16. Bomba de la Dirección/Frenos
17. Mangueras de Entrada de la Bomba de Elevación
18. Bomba de Elevación
19. Eje de Mando de la Bomba

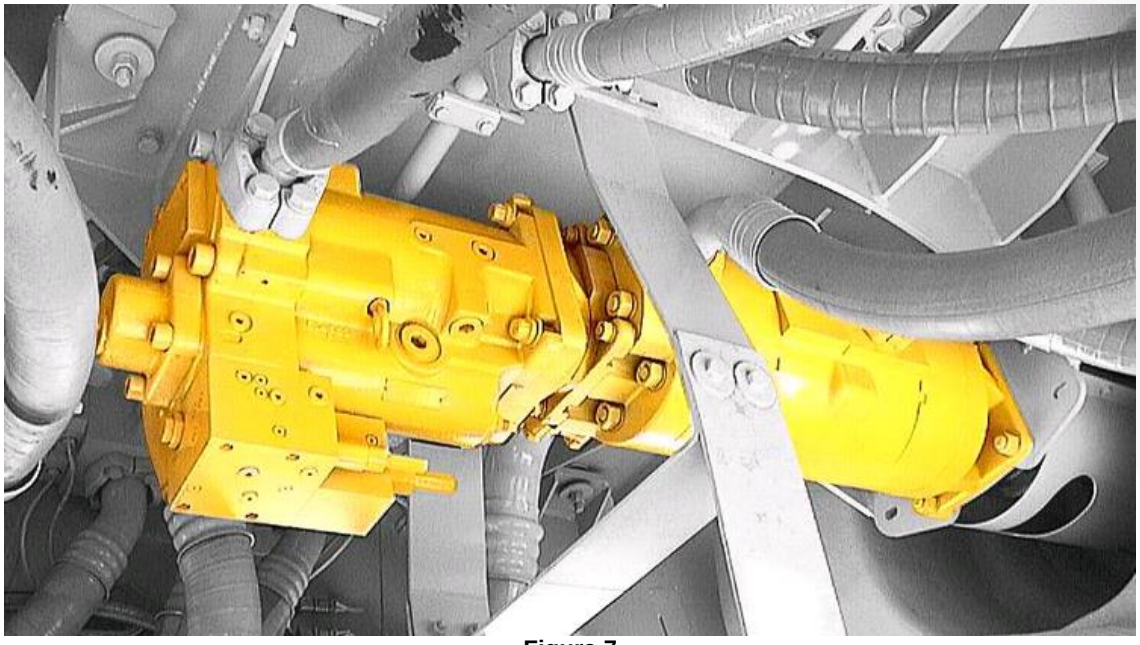


Figura 7

Vista inferior de la bomba (Por gentileza de Komatsu Cummins)

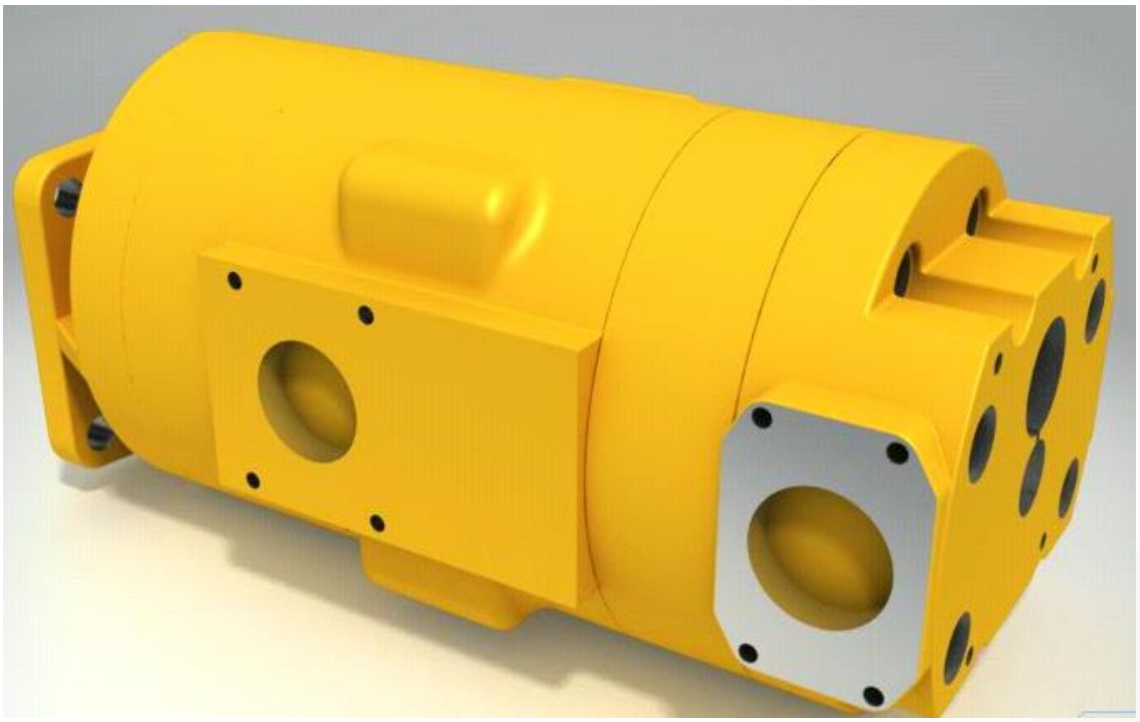


Figura 8

Bomba de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

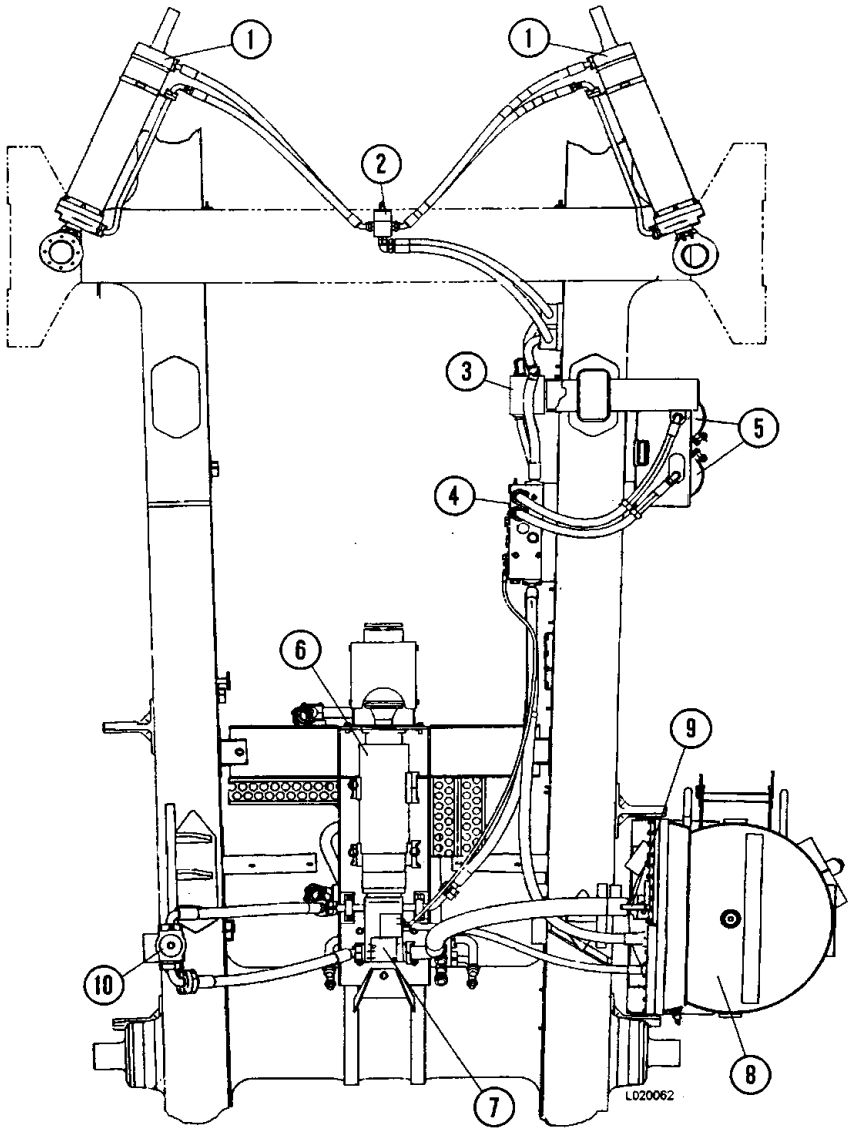


Figura 9

Figura 2-6. Sistema de enfriado del freno de disco (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Intercambiador de Calor
2. Suministro de Aceite de Enfriado del Freno Delantero desde Válvula de Elevación
3. Manguera de Salida de Enfriado del Freno Delantero Izquierdo
4. Manguera de Entrada de Enfriado del Freno Delantero Derecho
5. Manguera de Salida de Enfriado del Freno Delantero Derecho
6. Manguera de Entrada de Enfriado del Freno Delantero Izquierdo
7. Estanque Hidráulico
8. Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos
9. Suministro de Enfriado del Freno Trasero y Líneas de Retorno
10. Válvula de Elevación
11. Caja del Eje Trasero

Sistema de Enfriado del Freno de Disco

Cuando la válvula de control de elevación se encuentra en la posición flotar o sostener, se suministra aceite desde la válvula de elevación a los conjuntos de freno de disco, ubicados en cada rueda, con el fin de extraer el calor generado durante la aplicación del freno de servicio.

El aceite suministrado a los frenos de las ruedas traseras fluye directamente desde la válvula de elevación (10, Figura 2-6) al Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos (8), a los conjuntos de freno y, luego, vuelve al Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos y al estanque hidráulico (7). El aceite suministrado a los frenos de las ruedas delanteras es guiado desde la válvula de elevación al Intercambiador de calor de aceite/agua (1) antes de entrar a los conjuntos del freno. El aceite del freno delantero es devuelto al Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos y luego al estanque hidráulico. Además, se utiliza el aceite de enfriado del freno delantero para lubricar los rodamientos del cubo de la rueda delantera.

La presión del circuito de enfriado de frenos está limitada por las válvulas reguladoras con orificios ubicadas en Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos. La Figura 2-5 muestra la tubería y el flujo de aceite a través del Múltiple de Aceite de Retorno de Elevación/Frenos. Las válvulas de retención internas se abren a 35 PSI (241 kPa). La presión de apertura será ligeramente más alta en la medida que aumente el flujo a través de ella.

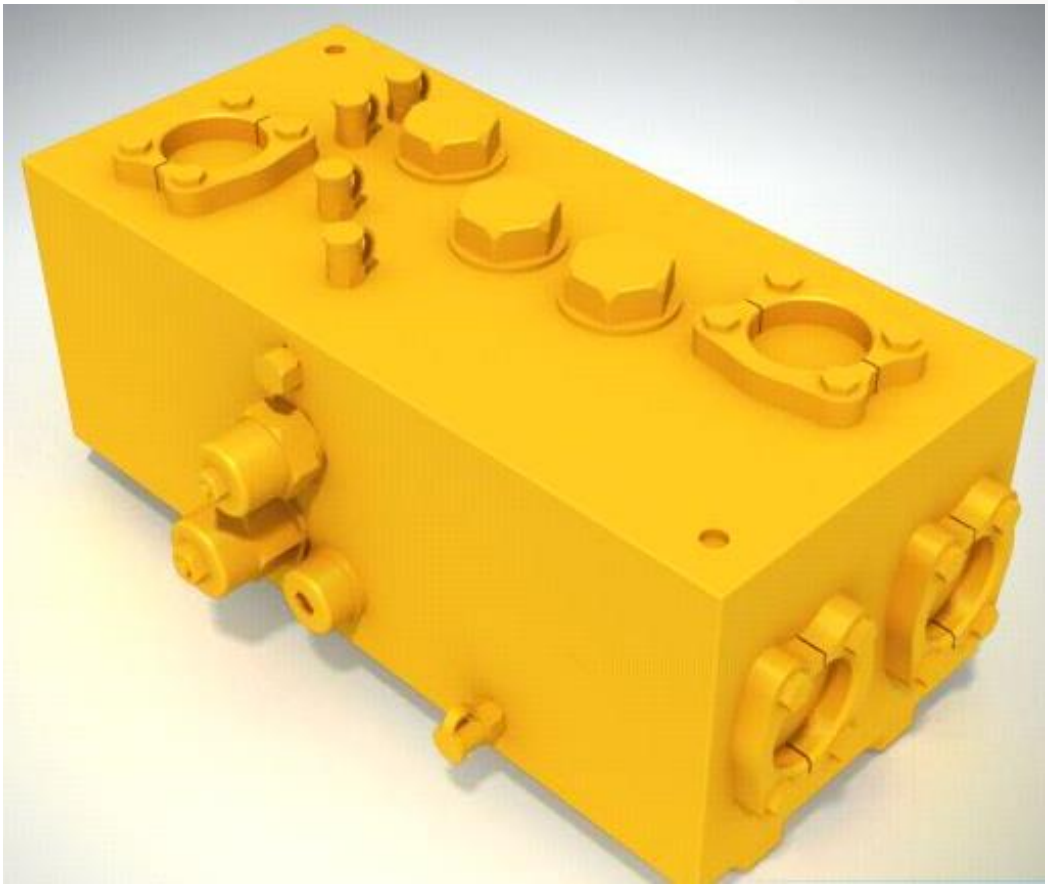


Figura 10
Múltiple de aceite (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Operación del circuito de elevación

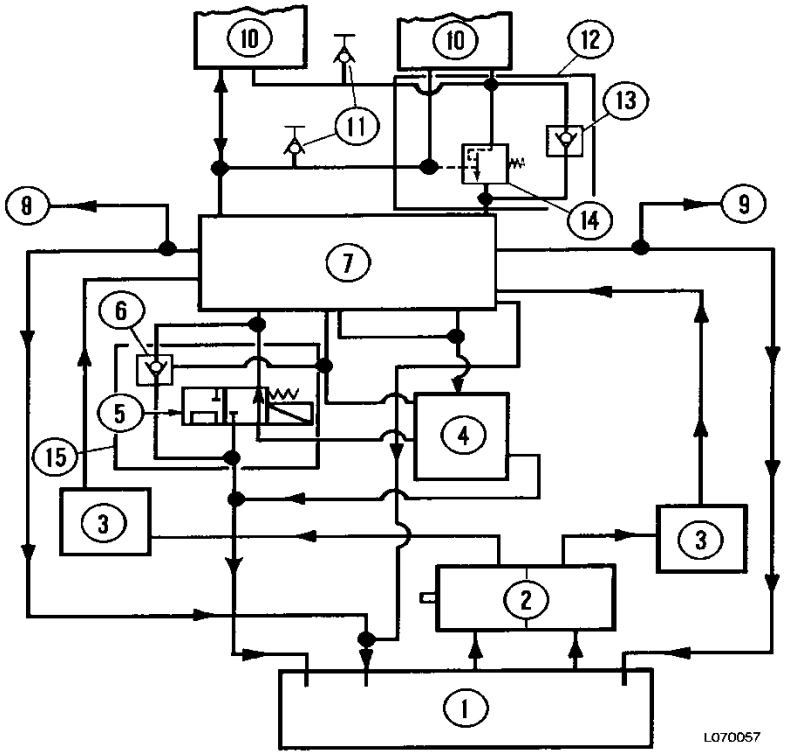
La siguiente información describe el circuito del sistema de elevación básico como se muestra en la figura. La operación detallada de los componentes se describe en descripciones individuales de los componentes.

El fluido hidráulico es suministrado al estanque (1), ubicado en el riel del chasis izquierdo. La capacidad de servicio del estanque es de aproximadamente 250 galones (947 l). El aceite hidráulico es guiado a la bomba de tipo engranaje en tándem (2). Una segunda bomba, acoplada a la parte posterior de la bomba de elevación, suministra el aceite para los sistemas de frenos y de la dirección. Las bombas son accionadas por un mando accesorio en el extremo del alternador de tracción.
La salida de la bomba de elevación es dirigida a un par de filtros de alta presión (3) montado en el costado interno del estanque de combustible.

El aceite hidráulico proveniente de los filtros de elevación es dirigido a la válvula de elevación (7), montada sobre las bombas.
La válvula de elevación dirige el aceite a los cilindros de elevación de la tolva (10) para subir o bajar la tolva. Las funciones de la válvula de elevación son controladas por el operador a través de la palanca conectada a la válvula piloto de elevación (4) ubicada

en el gabinete de componentes hidráulicos. Un solenoide de límite de elevación (5) ubicado en el múltiple de purga saca la válvula de elevación de "ENERGIA ACTIVADA" antes que los cilindros de elevación se extiendan a su límite físico máximo.

Cuando la válvula de elevación está en la posición SOSTENER o FLOTAR, el aceite del circuito de elevación también fluye hacia los frenos de servicio delanteros (8) y traseros (9), enfriando los frenos de disco húmedos durante la operación del camión.



ADVERTENCIA

Las mangueras hidráulicas se deterioran con el tiempo y el uso. Evite posibles fallas inspeccionándolas en forma periódica. Reemplace cualquier manguera que presente desgaste, daños o deterioros.

Figura 11

Figura 7-1. Diagrama circuito de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Estanque Hidráulico
2. Bomba de Elevación
3. Filtro de Alta Presión
4. Válvula Piloto de Elevación
5. Solenoide de Límite de Elevación
6. Válvula de Retención Operada por Piloto
7. Válvula de Elevación
8. Suministro de Aceite de Enfriado de Freno (Delantero)
9. Suministro de Aceite de Enfriado de Freno (Trasero)
10. Cilindro de Elevación
11. Desconexión Rápida
12. Múltiple Sobre el Centro
13. Válvula de Retención
14. Válvula de Contrabalance
15. Múltiple de Purga

Estanque hidráulico

El estanque hidráulico suministra aceite hidráulico para los circuitos de la dirección, freno y elevación. El estanque está ubicado en el riel del chasis izquierdo, delante de las ruedas traseras. La capacidad de servicio del estanque es de 250 galones (947 litros). Se recomienda usar aceite hidráulico tipo C-4 en el sistema hidráulico. El aceite usado

en el circuito de elevación fluye a través de coladores de succión de alambre de malla 100 hacia las mangueras de entrada de la bomba. El aire llevado al estanque durante la operación es filtrado por filtros de aire ubicados en la parte superior del estanque. El nivel de aceite puede ser revisado en forma visual en visores ubicados en la cara del estanque.

Figura 12

Filtro del respiradero, conexión de llenado y visor de nivel (Por gentileza de Komatsu Cummins)

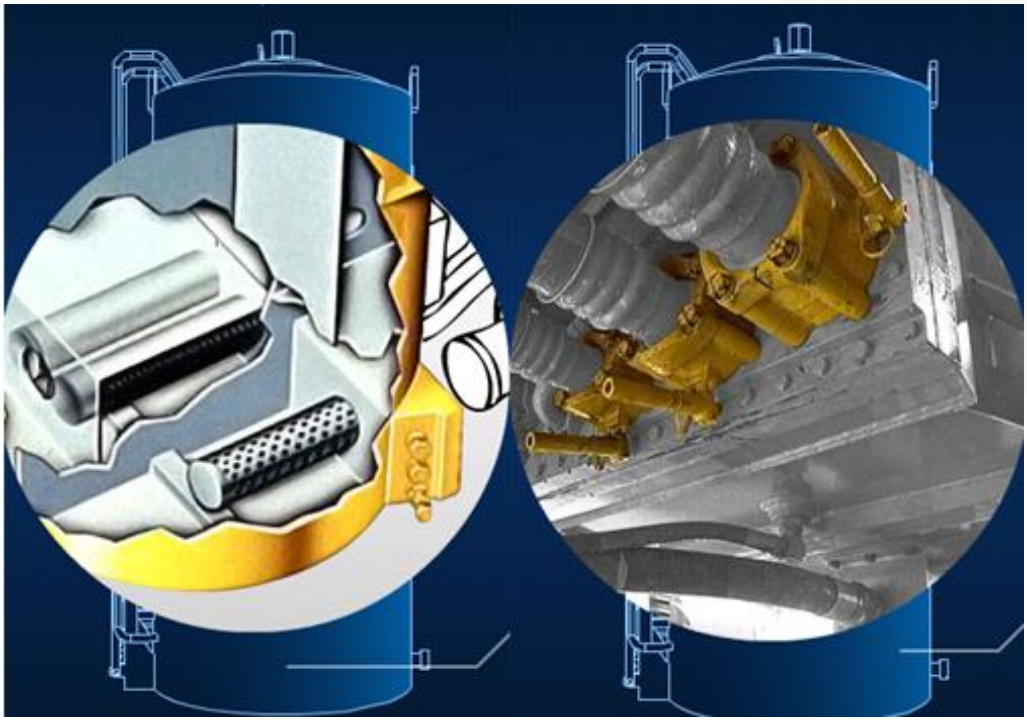


Figura 13
Sección inferior del depósito con filtros y llaves de paso (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Bomba hidráulica

La bomba hidráulica del sistema de elevación es una bomba de tipo engranaje en tándem, accionada con un eje de mando en el extremo del alternador de tracción. La bomba posee una salida total de 246 GPM (931 l/m) a 1900 RPM y 2500 psi (17.235 KPa)

Una bomba compensada a presión, de tipo pistón, más pequeña, regulada a 66 GPM (250 l/m) @ 1900 RPM, acoplada a la bomba de elevación, suministra aceite a los sistemas de aplicación de freno y de la dirección.

La presión de elevación está limitada a 2500 psi (17.235 kPa) por válvulas de alivio internas, ubicadas en las secciones de entrada de la válvula de control de elevación.

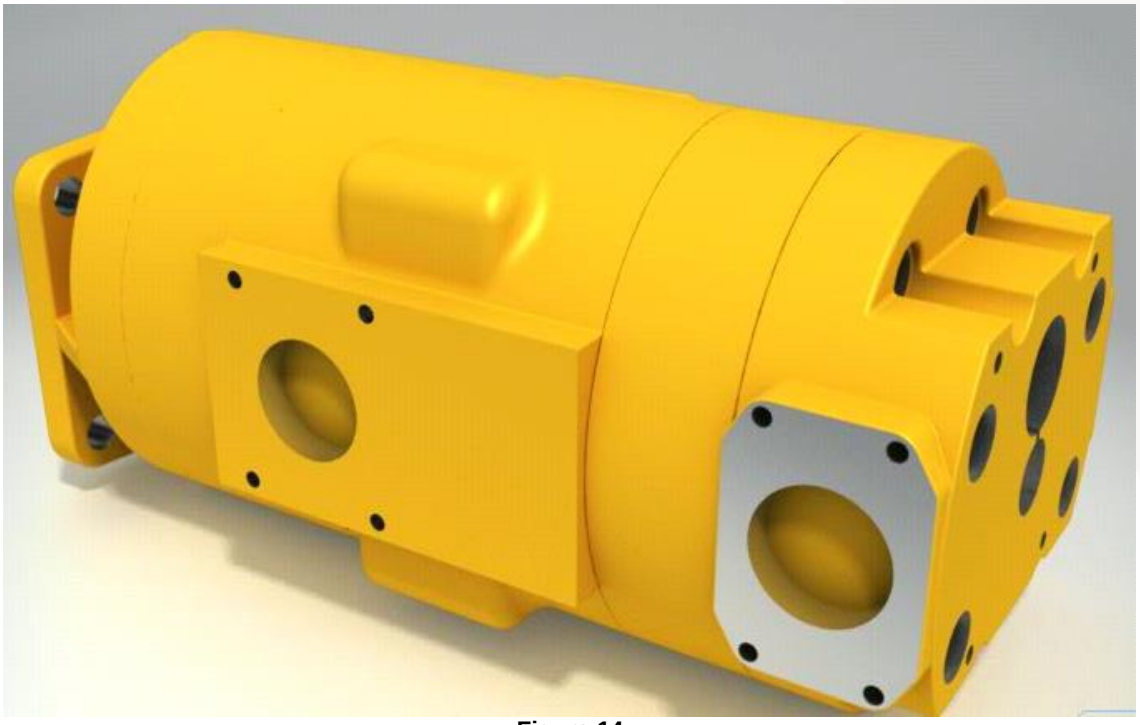


Figura 14
Bomba de engranajes del sistema de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Filtros de alta presión

El aceite de salida de la bomba de elevación está dirigido a filtros de alta presión, montados en el lado interior del estanque de combustible. Los conjuntos de filtro están equipados con una válvula de derivación, la cual permite que el aceite fluya si el elemento de filtro se tapa en forma excesiva.

La restricción del flujo a través del elemento de filtro es detectada por medio de un interruptor indicador. Este interruptor encenderá la luz roja de advertencia de la cabina, para indicar que se debe dar servicio al filtro. La luz indicadora se encenderá cuando la restricción alcance aproximadamente 40 psi (276 kPa). La derivación real del filtro se producirá cuando la obstrucción del elemento de filtro alcance aproximadamente 50 psi (345 kPa).

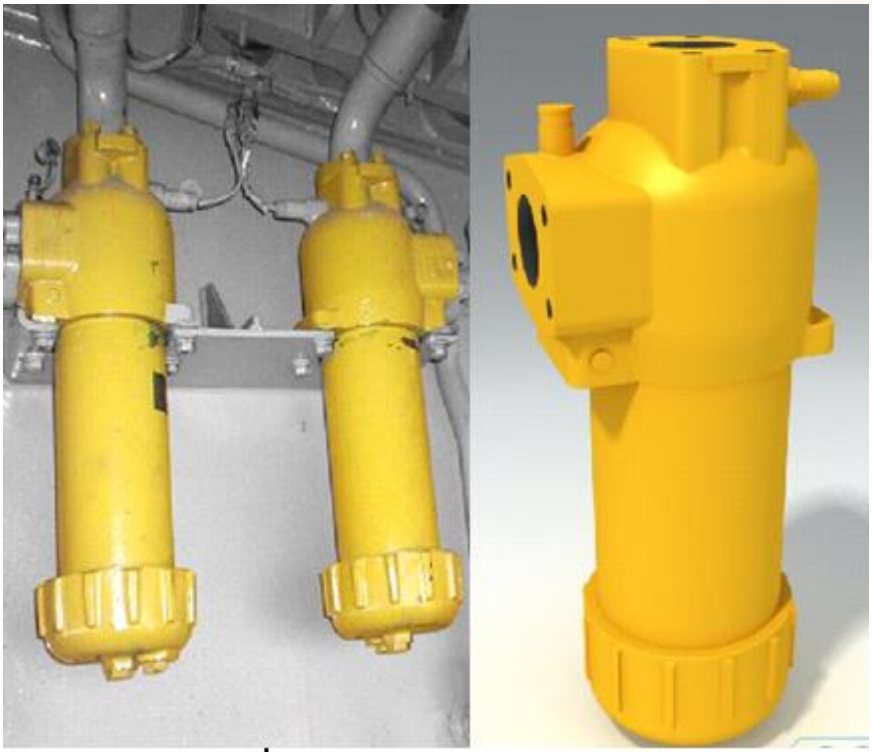


Figura 15

Filtros de alta presión instalados (Por gentileza de Komatsu Cummins)

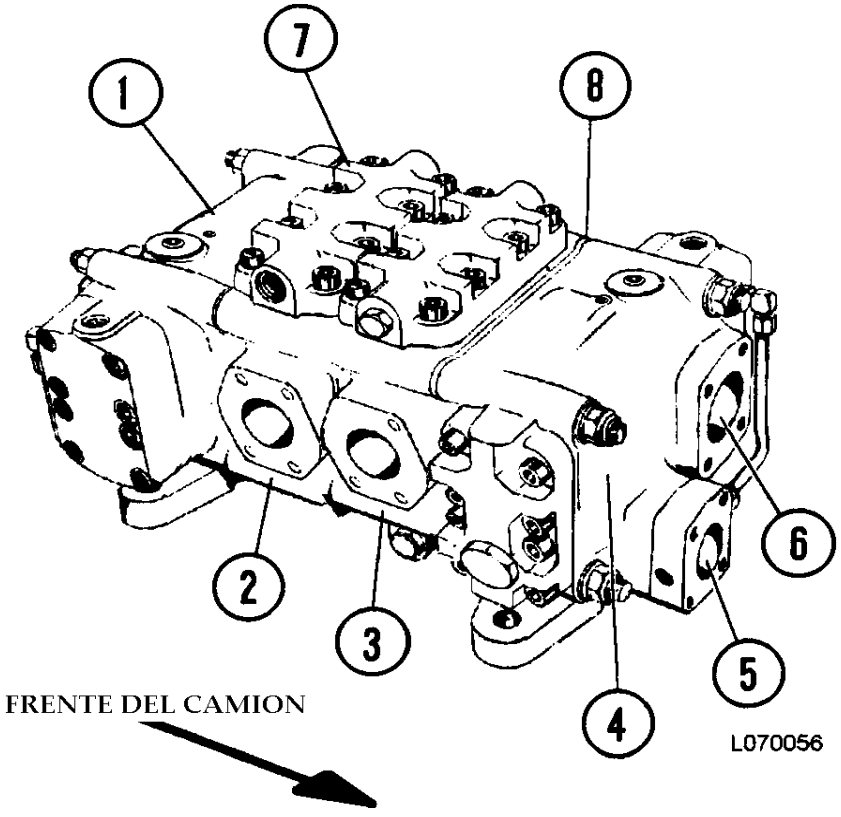


Figura 16

Figura 7-2. Válvula de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Sección de Entrada
2. Sección del Carrete Lumbreras de Trabajo
3. Sección del Carrete Lumbreras del Estanque
4. Lumbrera de Entrada
5. Lumbrera de Salida
6. Cubierta Sección Carrete
7. Placa Separadora

Válvula de elevación

La válvula de elevación (Figura 7-2) está montada en un conjunto modular que contiene la válvula de elevación, el múltiple sobre el centro y ambas bombas hidráulicas. Este conjunto está apernado a los soportes unidos a los rieles del chasis detrás del alternador principal.

La válvula de elevación es de diseño de carrete dividido (El término "carrete dividido" describe la sección de carrete de la válvula). La válvula de elevación sigue precisamente las señales de entrada de presión diferencial, generadas por la válvula piloto de elevación cuando el operador mueve la palanca de control de elevación, mientras sube o baja la tolva.

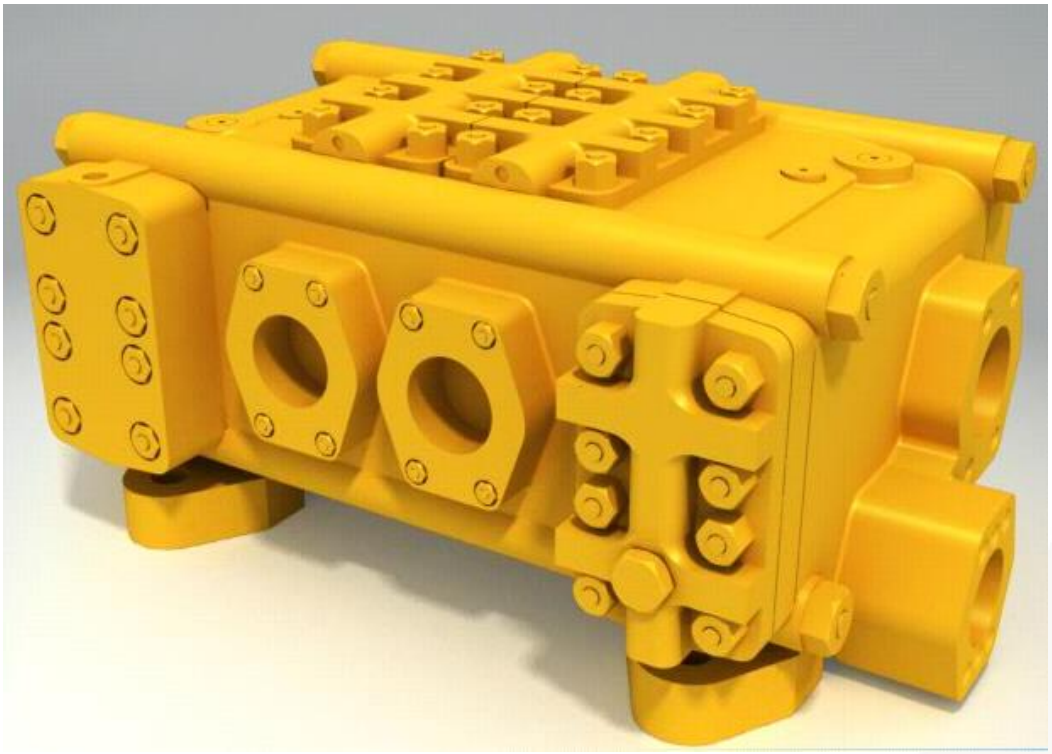


Figura 17

Válvula de elevación

Secciones de entrada (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Cada una de las secciones de entrada trasera y delantera de la válvula de elevación contiene los siguientes componentes:

- Válvula de control de flujo y válvula de alivio principal
- Válvula de alivio de baja presión secundaria
- Válvula de retención anti-vacío
- Válvula de retención de carga

La parte del control de flujo de las válvulas de alivio principal y control de flujo permiten el flujo de la bomba al circuito de enfriado del freno de servicio, a menos que se suba o baje la tolva. La parte de alivio de la válvula es de acción directa y posee la capacidad de limitar la presión de trabajo a pleno flujo de la bomba.

El alivio de baja presión secundaria está ubicado entre el núcleo de baja presión y la salida del circuito de enfriado del freno. Proporciona el alivio de presión si se producen altas de presión en las áreas de paso de baja presión.
La retención de carga permite un flujo libre desde la entrada al núcleo de alta presión y evita que el flujo vaya desde el núcleo de alta presión a la entrada.
La válvula de retención anti vacío permite el flujo libre desde el núcleo de baja presión al núcleo de alta presión y evita el flujo desde el núcleo de alta presión al núcleo de baja presión.

Figura 18
VISTA SUPERIOR DE VALVULA DE ELEVACION (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Secciones del Carrete

Sección del Carrete, Lumbreras de Trabajo (Traseras)

La sección del carrete trasera de la válvula de elevación consta de los siguientes componentes:

- Lumbreras piloto
- Carretes principales
- Lumbreras de trabajo
- Cabezal móvil de retención

Las lumbreras piloto están ubicadas en la cubierta de la sección del carrete. Estas lumbreras proporcionan conexiones para la línea piloto a la válvula piloto de elevación. Cada lumbrera de trabajo posee su correspondiente lumbrera piloto.

Las lumbreras de trabajo proporcionan una conexión en línea entre la sección del carrete y los cilindros de elevación. Un carrete principal para cada lumbrera de trabajo es polarizado por medio de un resorte en ambos extremos para bloquear la lumbrera de trabajo desde los núcleos de alta y baja presión cuando no hay flujo a través de los orificios cruzados del carrete.

Cuando hay flujo a través de las lumbreras piloto a los carretes, una presión diferencial positiva en la parte superior del carrete sobrepasará la polarización del resorte inferior y el carrete cambiará para conectar la lumbrera de trabajo al núcleo de alta presión.

Cuando hay flujo desde la lumbrera de trabajo de la válvula principal a la lumbrera piloto a través de los orificios cruzados, una presión diferencial positiva en la parte inferior del carrete sobrepasará la polarización del resorte superior y el carrete cambiará para conectar la lumbrera de trabajo con el núcleo de baja presión.

Los cabezales móviles ubicados en la sección del carrete permiten un flujo libre desde la lumbrera de trabajo a la lumbrera piloto y restringe el flujo desde la lumbrera piloto a la lumbrera de trabajo. Estas revisan la respuesta del carrete de control del cabezal móvil y los movimientos del carrete durante las condiciones de vacío.

Sección del Carrete, Lumbreras del Estanque (Delanteras)

Las válvulas de baja presión primarias están ubicadas en la sección del carrete delantero de la válvula de elevación. Estas válvulas mantienen la contrapresión en el paso de baja presión y dirigen el aceite de retorno del cilindro de elevación de vuelta al estanque hidráulico.

Válvula piloto de elevación

La válvula piloto de elevación (Figura 7-3) está montada en el gabinete de componentes hidráulicos, detrás de la cabina del operador. El carrete de la válvula piloto de elevación está centrado por un resorte en su posición neutro y es controlado directamente por el operador, por medio de una palanca montada en la consola entre el asiento del operador y del pasajero. Un cable conecta la palanca montada en la cabina a la válvula piloto de elevación en el gabinete de componentes hidráulicos.

Cuando el operador mueve la palanca, el carrete de la válvula piloto, mueve y dirige el flujo piloto a la lumbrera piloto correspondiente en la válvula de elevación. El flujo piloto hace que el carrete principal dirija el flujo de aceite a los cilindros de elevación.

La válvula piloto de elevación está equipada con una válvula de retención de carga de una vía, la cual permite el libre flujo desde el paso central para puentear el núcleo y evitar el flujo en reversa. La válvula también contiene la válvula de alivio sin energía (2), utilizada para limitar la baja presión sin energía a 1500 psi (10.4 MPa).

Figura 19

Figura 7-3. Válvula piloto de elevación (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula Piloto de Elevación
2. Válvula de Alivio
3. Lumbrera de Suministro
4. Hacia Válvula de Elevación (Extremo de la Varilla)
5. Hacia Válvula de Elevación (Extremo de la Base)

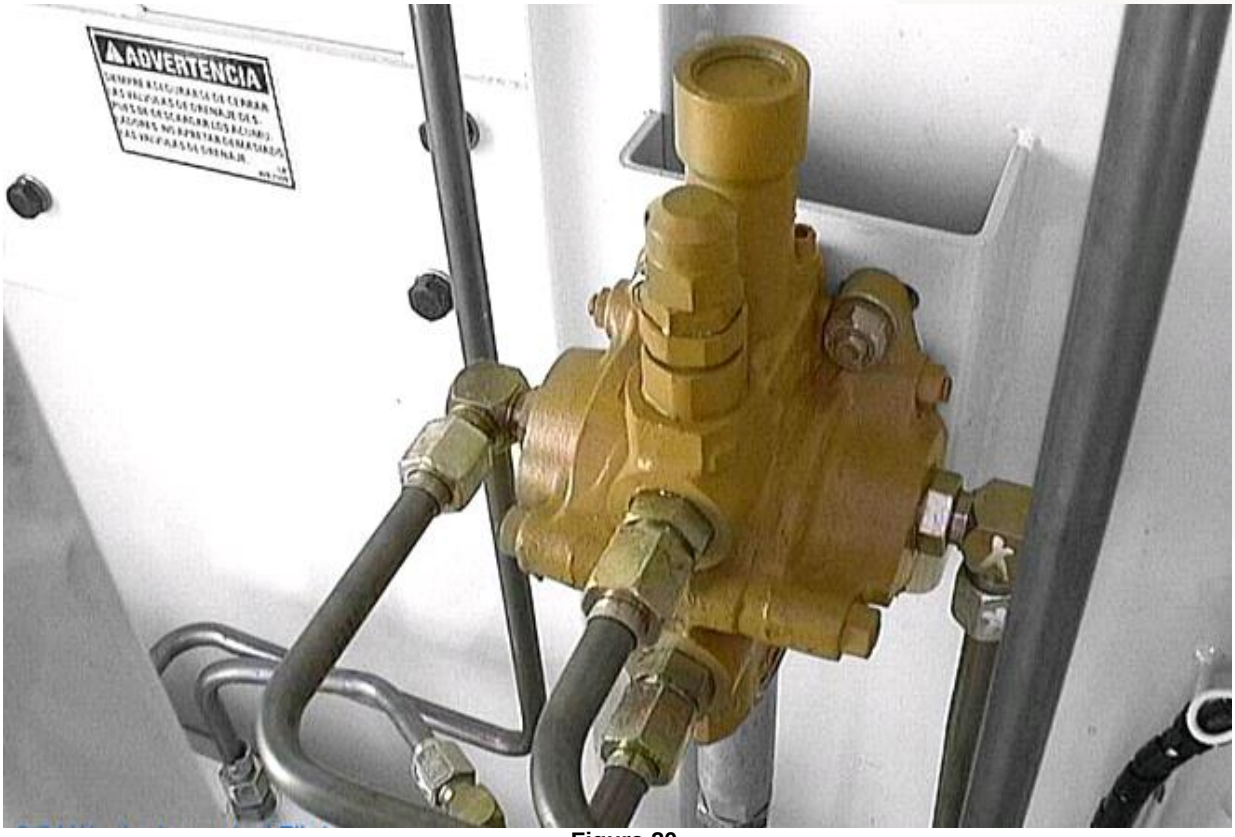


Figura 20
Válvula de pilotaje (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Múltiple de purga

El circuito hidráulico de la válvula piloto/válvula de elevación pasa a través del múltiple de purga, ubicado en el riel del chasis izquierdo. El solenoide de elevación y la válvula de retención operada por piloto que se describen a continuación vienen en el múltiple. Consulte la Sección L4 para información adicional con respecto a estos componentes.

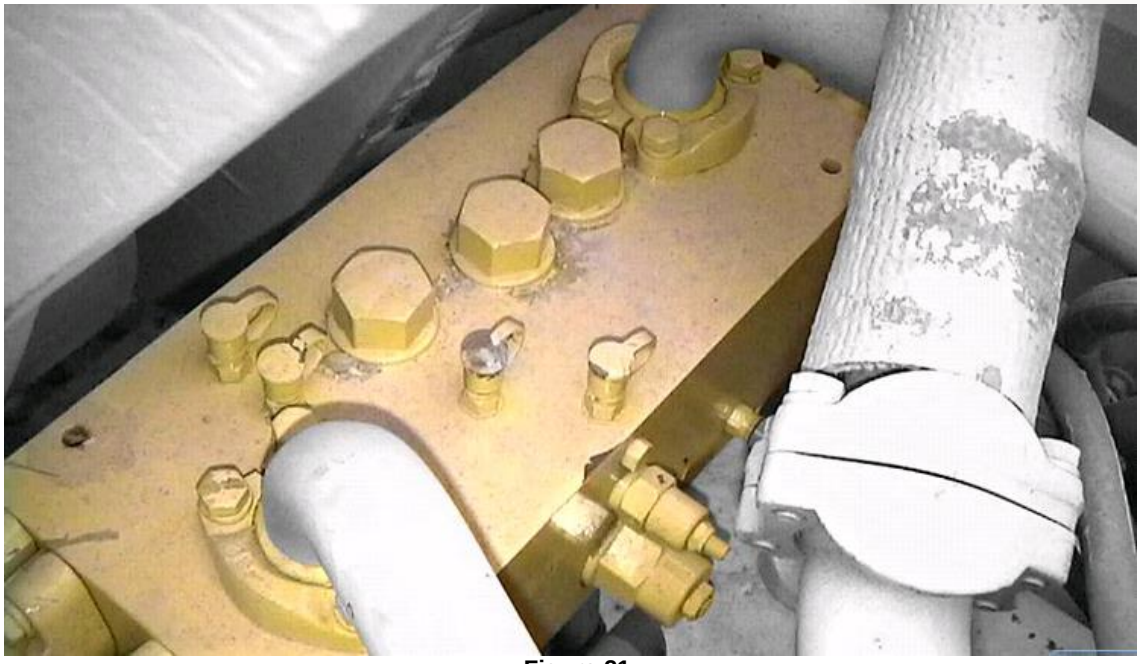


Figura 21
Múltiple de purga (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Solenoide de Límite de Elevación

El solenoide de límite de elevación (5, Figura 7-1), ubicado en la parte inferior del múltiple de purga, se utiliza en el circuito hidráulico para evitar la extensión máxima del cilindro de elevación.

La válvula solenoide es "una válvula de tres vías" y es controlada por un interruptor de proximidad (interruptor de límite de elevación), ubicado cerca del pivote de la tolva y el montaje superior de suspensión trasera derecha.

Cuando la tolva está casi completamente arriba, la tolva activa el interruptor de proximidad magnético, señalando al Solenoide que abra la línea piloto de "elevación" al estanque y cierre la línea piloto de “elevación” a la válvula de elevación, haciendo que el resto del aceite deje de fluir a los cilindros de elevación.

Consulte la Sección “D”, Sistema Eléctrico (24VDC) para el procedimiento de ajuste de los interruptores de límite de elevación.

Válvula de Retención Operada por Piloto

La Válvula de Retención Operada por Piloto (6, Figura 7-1), ubicada en el múltiple de purga, se abre por medio de la presión piloto sin energía para permitir que el aceite de la lumbrera de elevación omita el solenoide de límite de elevación para la operación inicial sin energía mientras el solenoide es activado por el interruptor de límite de elevación.

Múltiple sobre el centro

El múltiple sobre el centro (4, Figura 7-4), ubicado en el módulo de la bomba en la parte trasera de la válvula de elevación (1) contiene la válvula de contrabalance (2). Esta válvula controla la presión del cojín de aceite en el área anular del cilindro de elevación cuando la tolva se aproxima al ángulo máximo de volteo. La válvula limita la acumulación de presión máxima liberando la presión excesiva de 3000 psi (20.400 kPa), evitando un posible daño del sello.

Los fittings de Desconexión Rápida (5) montados en la parte inferior del múltiple permiten que el personal de servicio voltee la carga en un camión inhabilitado conectando las mangueras puente desde un camión operativo, utilizando su sistema hidráulico.

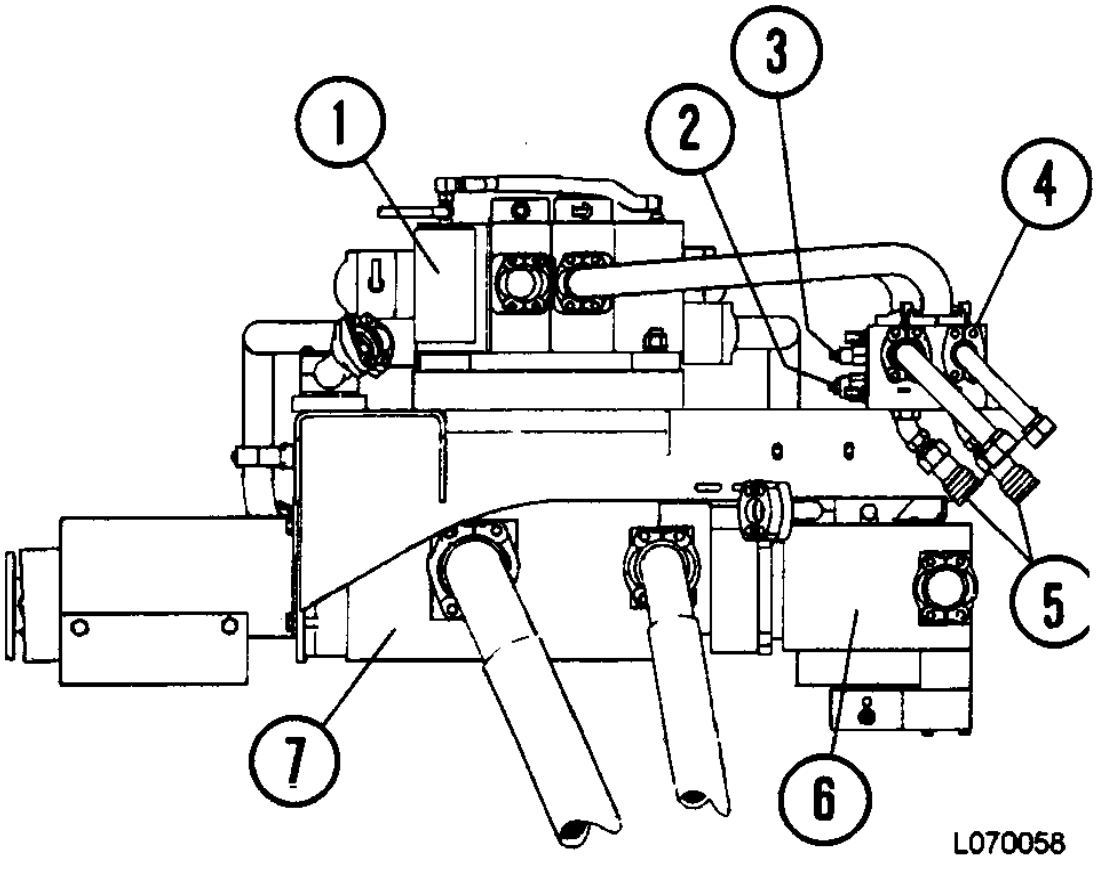


Figura 22

Figura 7-4. Módulo de la bomba (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Elevación
2. Válvula de Contrabalance
3. Válvula de Aguja
4. Múltiple Sobre el Centro

5. Desconexiones Rápidas
6. Bomba de la Dirección/Frenos
7. Bomba de Elevación

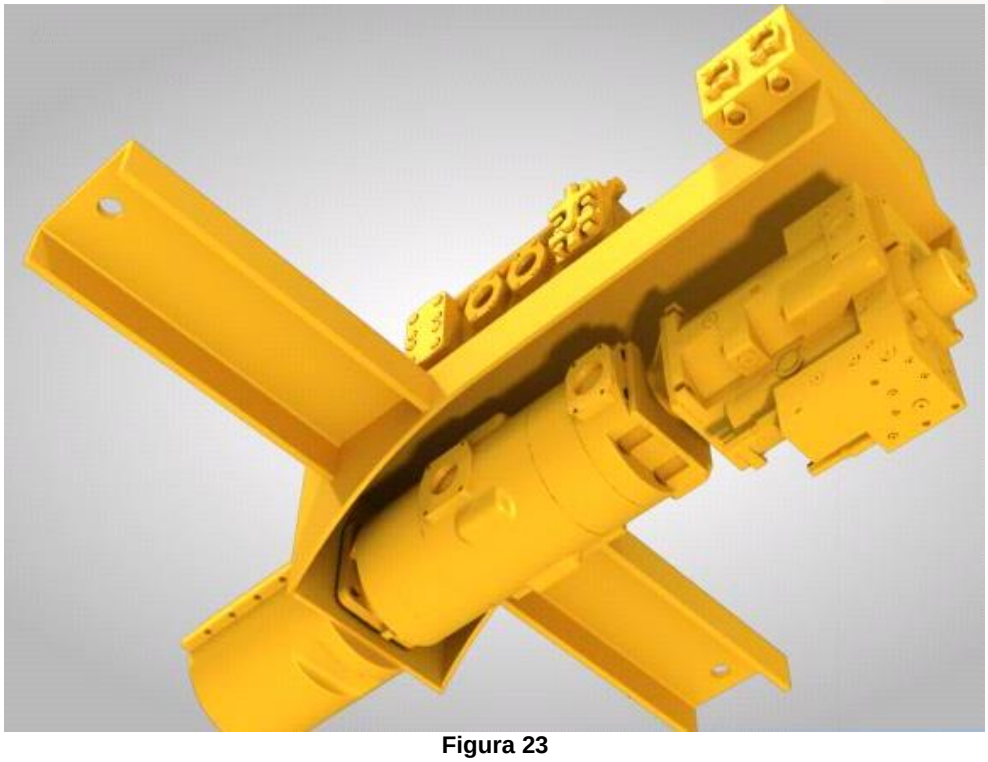


Figura 23
Visto inferior conjunto de bombas y válvulas (Por gentileza de Komatsu Cummins)

Operación del circuito de elevación
Las siguientes páginas describen la operación del circuito de elevación en las posiciones FLOTAR, CON ENEREGIA, SOSTENER Y SIN ENERGIA. (Consulte las Figuras 7-15 a 7-9).

Posición flotación de la válvula piloto con tolva en chasis

En la Figura 7-5 se muestra la posición de la válvula piloto de elevación cuando la tolva del camión está reposando sobre el chasis. Sin embargo, las válvulas internas de la válvula de elevación y carretes estarán en la posición que aparece en la Figura 7-7.

El aceite proveniente de la bomba de elevación entra en las secciones de entrada de la válvula de elevación en la lumbrera (11); pasa a través de la válvula de retención (18) y se detiene en el paso de alta presión cerrado (19) en los dos carretes principales (7 y 8) como se muestra en la Figura 7-4.

La presión se acumula a aproximadamente 60 psi (414 kPa) en el piloto de la válvula de control de flujo (2) haciendo que la válvula comprima el resorte y se abra, permitiendo que el aceite fluya a través de la lumbrera de la válvula de elevación (23) a

los frenos de servicio para enfriar el disco de freno y eventualmente, de vuelta al estanque. Entre la lumbrera de la válvula de elevación (23) y los frenos o el intercambiador de calor, pasa a través de conductos en T hacia las válvulas reguladoras con orificios. Si la presión de suministro intenta aumentar sobre 35 psi (240 kPa), la válvula reguladora se abre y se vacía al estanque.

El aceite también sale de la lumbrera de la válvula de elevación (12) a la lumbrera (12) en la válvula piloto, a través del carrete de la válvula piloto de elevación y de la lumbrera de la válvula piloto (10) al estanque. El flujo de aceite es limitado por orificios en las secciones de entrada de la válvula de elevación y, por lo tanto, no tiene acumulación de presión.

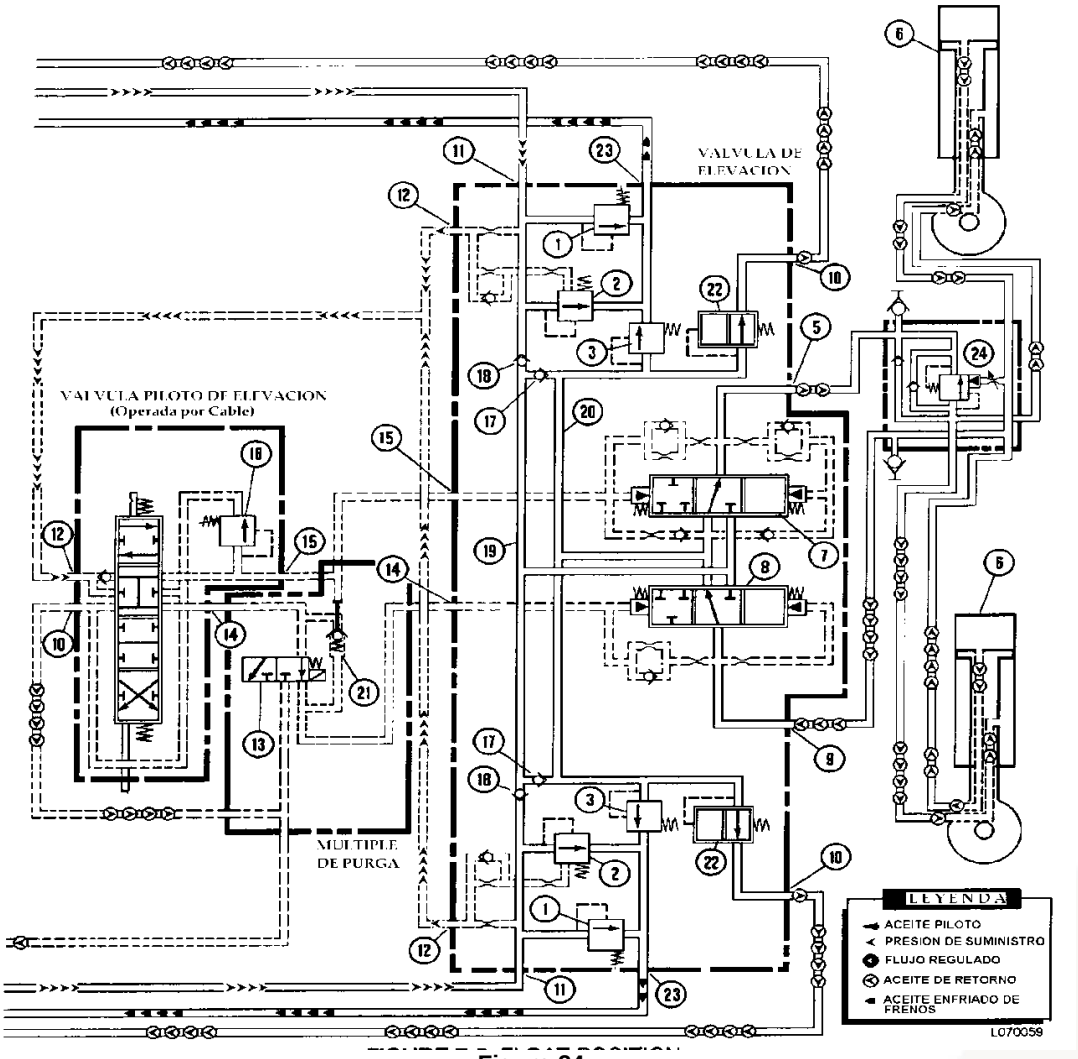


Figura 24

Figura 7-5. Posición flotar (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Alivio de Elevación (2500 psi)
2. Válvula de Control de Flujo
3. Válvula de Baja Presión Secundaria (250 psi)
4. Válvula de Amortiguación
10. Lumbrera de Retorno al Estanque
11. Lumbrera de Suministro
12. Lumbrera de Suministro Piloto
13. Solenoide de Límite de
17. Válvula de Retención Anti-vacío
18. Válvula de Retención de Carga
19. Paso de Alta Presión
20. Paso de Baja Presión
21. Válvula de Retención Operada por

5. Lumbrera de Trabajo del Extremo de la Varilla
6. Cilindros de Elevación
7. Carrete del Extremo de la Varilla
8. Carrete del Extremo del Cabezal
9. Lumbrera de Trabajo del Extremo del Cabezal
14. Lumbrera Piloto de Elevación
15. Lumbrera Piloto de Descenso
16. Válvula de Alivio Sin Energía (1500 psi)
22. Válvula de Baja Presión Primaria (26 psi)
23. Lumbrera del Circuito de Enfriado de Frenos
24. Múltiple Sobre el Centro

Operación con energía (figura 7-6)

El carrete de la válvula piloto de elevación se mueve a la posición Con Energía cuando el operador mueve la palanca hacia atrás en la cabina. Se evita que el aceite de suministro piloto que llega a la lumbrera (12) vuelva al estanque y que, en cambio, sea dirigido fuera de la lumbrera (14) a través del solenoide de límite de elevación (13) en el múltiple de purga y dentro de la lumbrera (14) de la válvula de elevación.

Desde allí se dirige a la parte superior del carrete del extremo del cabezal (8), acumula presión en el extremo del carrete, hace que el carrete se mueva hacia abajo comprimiendo el resorte inferior, y conecta el paso de alta presión (19) a la lumbrera del extremo del cabezal (9). El flujo de aceite de trabajo en el paso de alta presión ahora puede fluir a través del carrete (8) y salir de la lumbrera (9) para extender los cilindros de elevación.

A pesar de que una pequeña cantidad de aceite fluye a través del cabezal móvil de retención en la parte superior del carrete (8), la presión piloto de elevación en las lumbreras (14) aumenta levemente a mayor presión que la requerida para el cilindro de elevación. Como resultado, la presión de suministro piloto en las lumbreras (12) también aumenta haciendo que la contrapresión se produzca en el área del resorte de la válvula de control de flujo (2). Esto sobrepasa la presión piloto en el otro extremo de la válvula de control de flujo haciendo que se cierre y dirigir el aceite de la bomba entrante a través del carrete del extremo del cabezal (8) a los cilindros de elevación para extenderlos. En este momento, se detiene el flujo de aceite al circuito de enfriado del freno.

Si en algún momento, la resistencia al flujo del aceite de la bomba que llega a la sección de entrada hace que la presión aumente a 2500 psi (17.238 kPa), la presión piloto contra la válvula de alivio de elevación (1) hace que esta se abra y permita al flujo salir por la lumbrera (23) hacia el circuito de enfriado del freno y volver al estanque.

A medida que se extienden los cilindros de elevación, el aceite del área anular de las tres etapas debe salir de los cilindros en secuencia. Inicialmente, las lumbreras del carrete del extremo de la varilla (7) están cerradas. A medida que el aceite de retorno que entra a la lumbrera (5) acumula baja presión, fluye a través del cabezal móvil de retención en la parte superior del carrete, a través de las lumbreras (15), a través del carrete de la válvula piloto y fuera de la lumbrera (10) de la válvula piloto al múltiple de purga y al estanque.

No hay presión presente en la parte superior del carrete (7). La presión de retorno del cilindro pasa a través del cabezal móvil de retención en la base del carrete (7) para

acumular presión bajo el carrete, lo que mueve el carrete hacia arriba comprimiendo el resorte superior. Este movimiento permite que el aceite de retorno del cilindro fluya dentro del paso de baja presión (20) hacia la válvula de alivio de baja presión primaria (22). Aproximadamente 26 psi (179 kPa) hace que se abra esta válvula, permitiendo que el aceite fluya fuera de la lumbrera (10) hacia el estanque.

Si la carga que pasa a través de la cola de la tolva durante el volteo intenta hacer que la tolva se suba más rápido que el aceite suministrado por la bomba, el aceite que vuelve desde el área anular de los cilindros de elevación que pasa a través del múltiple de la válvula de contrabalance controla la rapidez con que los cilindros de elevación se pueden extender debido a la fuerza externa de la carga. La velocidad es controlada por la válvula de contrabalance.

Durante el proceso normal de elevación, la presión piloto de elevación suministrada a la válvula de contrabalance (24) abrirá completamente las lumbreras de retorno del cilindro en cualquier momento en que la presión de elevación esté por sobre 666 psi (4.600 kPa). En la medida que la carga cambia hacia la cola de la tolva, la presión de elevación disminuye. En la medida que cae bajo 666 psi (4.600 kPa), la válvula comienza a restringir el flujo de aceite provocando una contra presión en el área anular. Si la presión de elevación cayese a 0 psi (kPa), la presión de retorno aumentaría a un máximo de 3000 psi (20.400 kPa).

Cuando el operador libera la palanca de elevación, las válvulas cambian a la posición SOSTENER. Si la tolva sube a la posición que activa el interruptor de límite de elevación, ubicado sobre la suspensión trasera derecha, antes de que el operador libere la palanca, se energiza el solenoide de límite de elevación (13). La válvula solenoide cierra la lumbrera piloto de elevación (14) en el elevador y libera la presión piloto de elevación de la válvula piloto de elevación en la lumbrera (14) hacia el estanque. Esto permite que el carrete del extremo del cabezal (8) se centre y corte el suministro de aceite a los cilindros de elevación. Esto evita una extensión máxima de los cilindros de elevación.

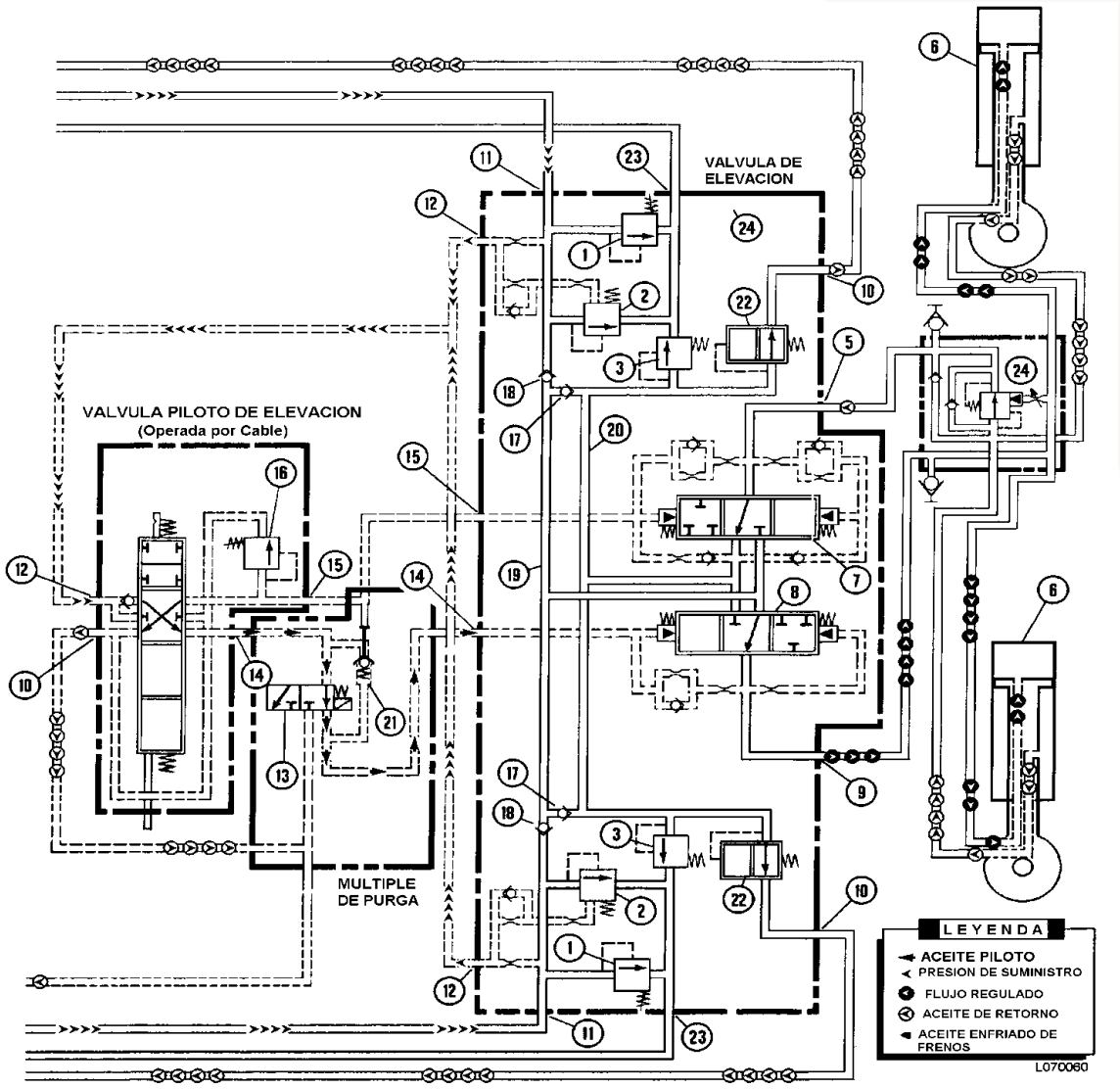


Figura 25

Figura 7-6. Posición con energía (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Alivio de Elevación (2500 psi)
2. Válvula de Control de Flujo
3. Válvula de Baja Presión Secundaria (250 psi)
4. Válvula de Amortiguación
5. Lumbrera de Trabajo del Extremo de la Varilla
6. Cilindros de Elevación
7. Carrete del Extremo de la Varilla
8. Carrete del Extremo del Cabezal
10. Lumbrera de Retorno
11. Lumbrera de Suministro
12. Lumbrera de Suministro Piloto
13. Solenoide de Límite de Elevación
14. Lumbrera Piloto de Elevación
15. Lumbrera Piloto de Descenso
16. Válvula de Alivio Sin Energía (1500 psi)
17. Válvula de Retención Anti-vacío
18. Válvula de Retención de Carga
19. Paso de Alta Presión
20. Paso de Baja Presión
21. Válvula de Retención Operada por Piloto
22. Válvula de Baja Presión Primaria (26 psi)
23. Lumbrera de Enfriado de Frenos
24. Múltiple Sobre el Centro

Operación sostener (figura 7-7)

El carrete de la válvula piloto está posicionado para permitir que el aceite de suministro piloto entre a la lumbrera (12) para volver al estanque a través de la lumbrera (10). La presión de suministro piloto en las lumbreras (12) luego disminuye a presión cero, permitiendo que la válvula de control de flujo (2) se abra y guíe el aceite de la bomba de entrada al circuito de enfriado el freno a través de la lumbrera (23) y de vuelta al estanque.

Ambas lumbreras piloto (14 y 15) de la válvula piloto se cierran por medio del carrete de la válvula piloto. En esta condición la presión es igualada en cada extremo de cada carrete principal (7 y 8), permitiendo que los resortes centren los carretes y cierren todas las lumbreras para atrapar el aceite en los cilindros y mantener la tolva en su posición actual.

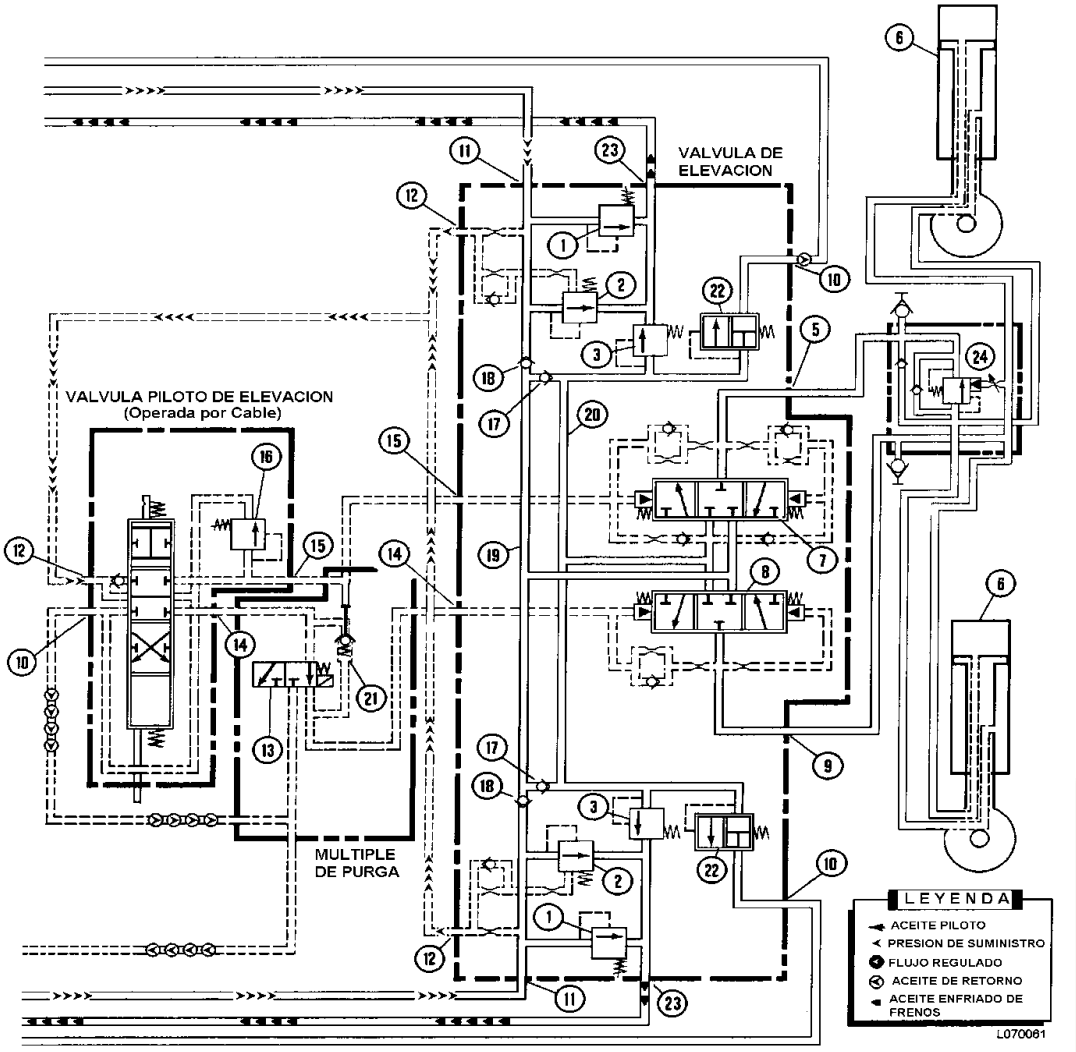


Figura 26

Figura 7-7. Posición sostener (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Alivio de Elevación (2500 psi)
2. Válvula de Control de Flujo
3. Válvula de Baja Presión Secundaria (250 psi)
4. Válvula de Amortiguación
5. Lumbrera de Trabajo del Extremo de la Varilla
6. Cilindros de Elevación
7. Carrete del Extremo de la Varilla
8. Carrete del Extremo del Cabezal
10. Lumbrera de Retorno
11. Lumbrera de Suministro
12. Lumbrera de Suministro Piloto
13. Solenoide de Límite de Elevación
14. Lumbrera Piloto de Elevación
15. Lumbrera Piloto de Descenso
16. Válvula de Alivio Sin Energía (1500 psi)
17. Válvula de Retención Anti vacío
18. Válvula de Retención de Carga
19. Paso de Alta Presión
20. Paso de Baja Presión
21. Válvula de Retención Operada por Piloto
22. Válvula de Baja Presión Primaria (26 psi)
23. Lumbrera de Enfriado de Frenos
24. Múltiple Sobre el Centro

Operación sin energía (figura 7-8)

Cuando el operador mueve la palanca para bajar la tolva, la válvula piloto de elevación se coloca para dirigir el aceite de suministro piloto en las lumbreras (12) a través de las lumbreras (15) hacia la parte superior del carrete del extremo de la varilla (7).

La presión piloto aumenta para bajar el carrete comprimiendo el resorte inferior. El movimiento del carrete conecta el paso de alta presión (19) al extremo de la varilla (área anular) de los cilindros de elevación. Al mismo tiempo, la válvula de control de flujo (2) es forzada a cerrase a medida que la presión piloto aumenta, dirigiendo el aceite de la bomba de entrada a los cilindros de elevación a través del carrete (7) y la válvula de retención en el múltiple sobre el centro en lugar de volver al estanque. El flujo de aceite al circuito de enfriado del freno cesa cuando se cierra la válvula de control de flujo.

Si la tolva está en su posición máxima superior, el interruptor de límite de elevación tiene el solenoide de límite activado, por lo tanto cierra la lumbrera de elevación (14) en la válvula de elevación. La presión piloto Sin Energía en las lumbreras (15) empuja para que se abra la válvula de retención operada por piloto (21) ubicada en el múltiple de purga de modo que la presión piloto en las lumbreras (14) se abra hacia el estanque a través del carrete de la válvula piloto.

A medida que el aceite intenta volver desde el extremo superior de los cilindros de elevación, inicialmente se encuentra con el carrete del extremo cerrado (8). La presión aumenta en el fondo del carrete haciendo que se mueva hacia arriba. Esto permite que el aceite de retorno vuelva al paso de baja presión (20), acumule 26 psi (179 kPa) para abrir el alivio de baja presión primaria (3) y salir de la válvula de elevación por la lumbrera (10) hacia el estanque.

A medida que desciende la tolva y el solenoide de límite de elevación ya no está activado, la válvula de retención operada por piloto ya no será necesaria.

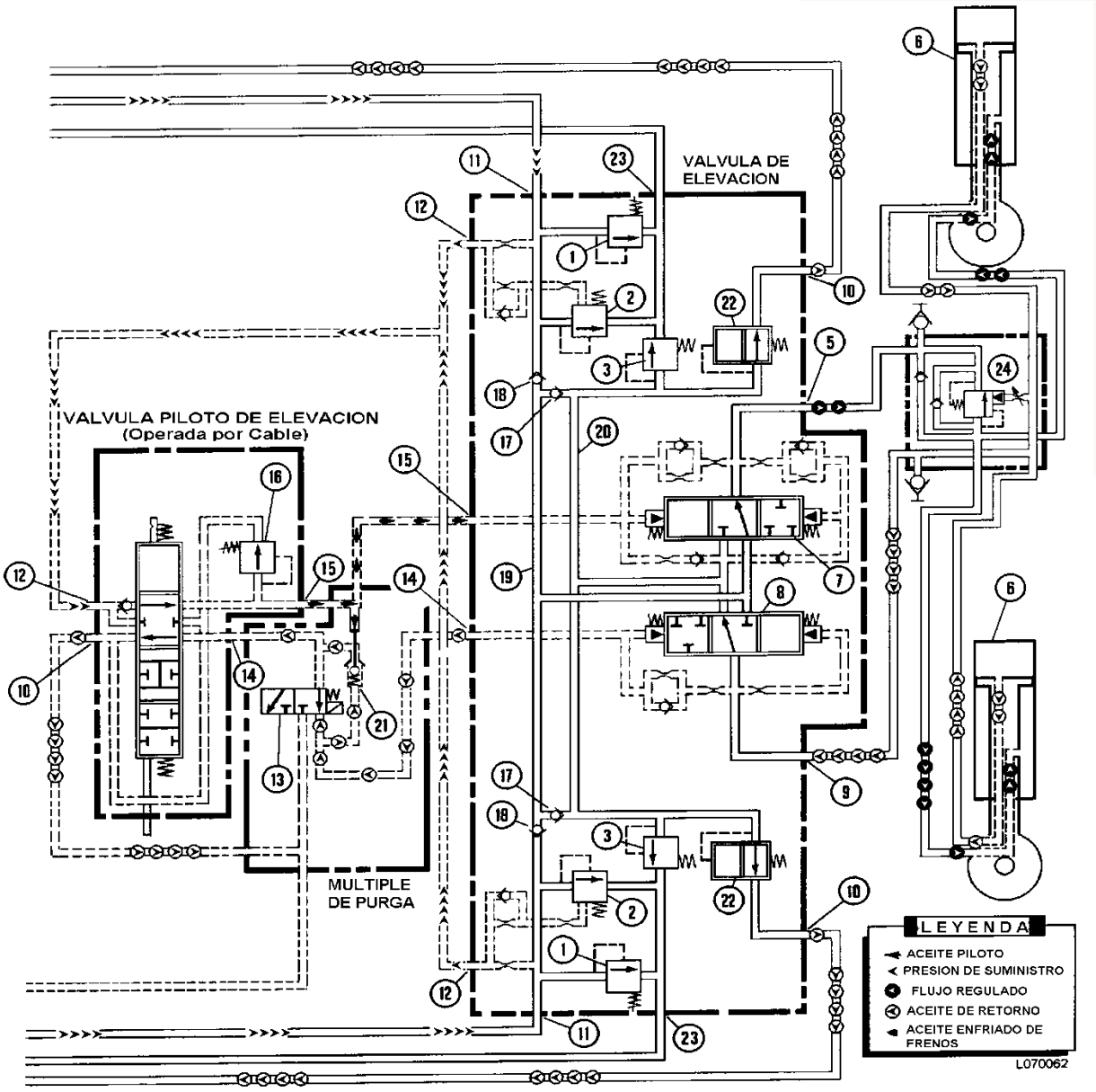


Figura 27

Figura 7-8. Posición sin energía (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Alivio de Elevación (2500 psi)
2. Válvula de Control de Flujo
3. Válvula de Baja Presión Secundaria (250 psi)
4. Válvula de Amortiguación
5. Lumbrera de Trabajo del Extremo de la Varilla
6. Cilindros de Elevación
7. Carrete del Extremo de la Varilla
8. Carrete del Extremo del Cabezal
10. Lumbrera de Retorno
11. Lumbrera de Suministro
12. Lumbrera de Suministro Piloto
13. Solenoide de Límite de Elevación
14. Lumbrera Piloto de Elevación
15. Lumbrera Piloto de Descenso
16. Válvula de Alivio Sin Energía (1500 psi)
17. Válvula de Retención Anti-vacío
18. Válvula de Retención de Carga
19. Paso de Alta Presión
20. Paso de Baja Presión
21. Válvula de Retención Operada por Piloto
22. Válvula de Baja Presión Primaria (26 psi)
23. Lumbrera de Enfriado de Frenos
24. Múltiple Sobre el Centro

Operación flotar (figura 7-9)

Cuando el operador libera la palanca a medida que la tolva baja, el carrete de la válvula piloto de elevación vuelve a la posición FLOTAR. En esta posición, todas las lumbreras (10, 12, 14 y 15) son comunes entre sí. Por lo tanto, el aceite de suministro piloto vuelve al estanque sin acumulación de presión, con lo que permite que la válvula de control de flujo (2) permanezca abierta para permitir que el aceite de la bomba fluya a través de la lumbrera de la válvula de elevación (23) al circuito de enfriado de freno y, eventualmente, retorne al estanque.

Sin bloqueo de las lumbreras piloto SUBIR o BAJAR (14 y 15) en la válvula piloto, no hay presión en la parte superior de ningún carrete principal. El aceite que vuelve desde el extremo superior de los cilindros de elevación, acumula presión en la parte inferior del carrete (8) en el extremo del cabezal, exactamente como en SIN ENERGIA, permitiendo que el aceite de retorno se transfiera al paso de baja presión (20). La contrapresión en el paso de baja presión creada por la válvula de alivio de baja presión primaria (22) hace que la presión bajo el carrete del extremo de la varilla (7) mueva el carrete hacia arriba. Esto conecta el paso de baja presión al extremo de la varilla de los cilindros de elevación.

Los 26 psi (179 kPa) en el paso de baja presión hacen que el aceite fluya hacia el extremo de la varilla de los cilindros para mantenerlos llenos de aceite a medida que se retraen. Cuando la tolva toca el chasis y no hay más flujo de aceite desde los cilindros, los carretes principales se centran entre sí y cierran las lumbreras del cilindro y los pasos de alta y baja presión.

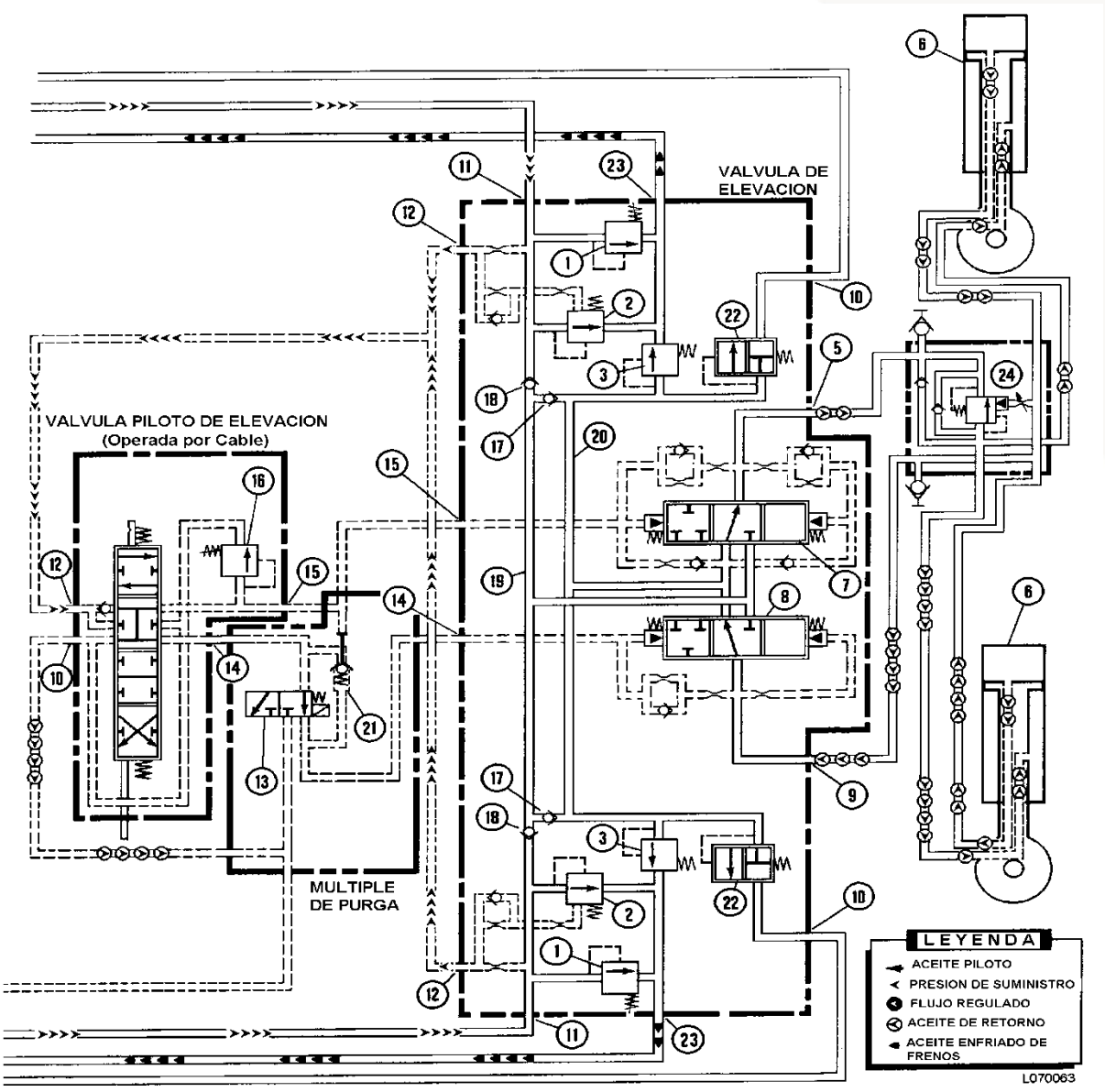


Figura 28

Figura 7-9. Posición flotar (Por gentileza de Komatsu Cummins)

1. Válvula de Alivio de Elevación (2500 psi)
2. Válvula de Control de Flujo
3. Válvula de Baja Presión Secundaria (250 psi)
4. Válvula de Amortiguación
5. Lumbrera de Trabajo del Extremo de la Varilla
6. Cilindros de Elevación
7. Carrete del Extremo de la Varilla
8. Carrete del Extremo del Cabezal
10. Lumbrera de Retorno al Estanque
11. Lumbrera de Suministro
12. Lumbrera de Suministro
13. Piloto
14. Solenoide de Límite de Elevación
15. Lumbrera Piloto de Elevación
16. Lumbrera Piloto de so
17. Válvula de Alivio Sin
18. Válvula de Retención Anti-vacío
19. Válvula de Retención de Carga
20. Paso de Alta Presión
21. Paso de Baja Presión
22. Válvula de Retención Operada por Piloto
23. Válvula de Baja Presión Primaria (26 psi)
24. Lumbrera del Circuito de Enfriado de Frenos
25. Múltiple Sobre el Centro

9. Lumbr
era de Trabajo del Extremo del Cabezal

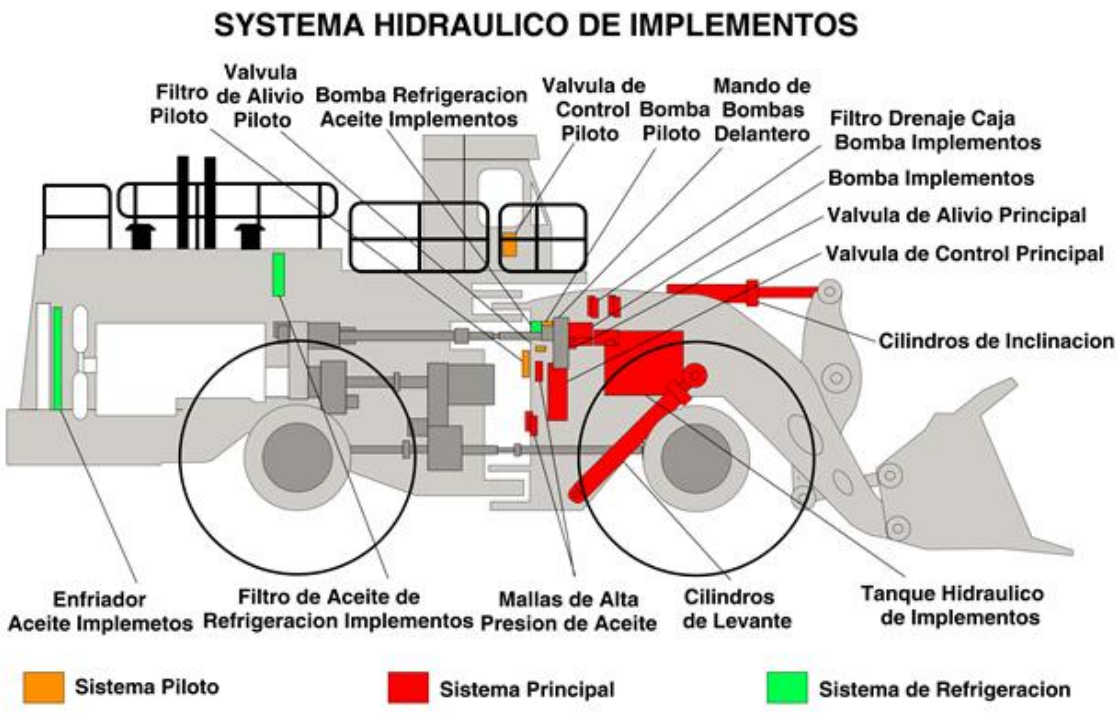


Figura 29
(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

1.2 Sistema Hidráulico de Implementos de Equipos de Apoyo

El sistema hidráulico de implementos del 994F consiste de dos sistemas básicos y un sistema adicional común de refrigeración

Sistema de control electrónico de implementos
Este diagrama del control electrónico de los implementos muestra los componentes que proporcionan señales de entrada y salida al Módulo de control Electrónico de Implementos (ECM). El ECM de los Implementos recibe señales de entrada desde varios interruptores y sensores en la máquina. El ECM de los implementos procesa las señales de entrada, toma decisiones y proporciona las señales de voltaje correspondientes al solenoide proporcional y bobinas detent. El ECM de los implementos almacena información de las calibraciones, ajustes de la máquina y funciones del operador.

El enlace de datos CAT conecta el ECM de los implementos al ECM de la Transmisión y al ECM del Motor. El enlace de datos también conecta el ECM de Implementos al Sistema de Administración Vital (VIMS) y a la herramienta de servicio Caterpillar Electronic Technician (ET).

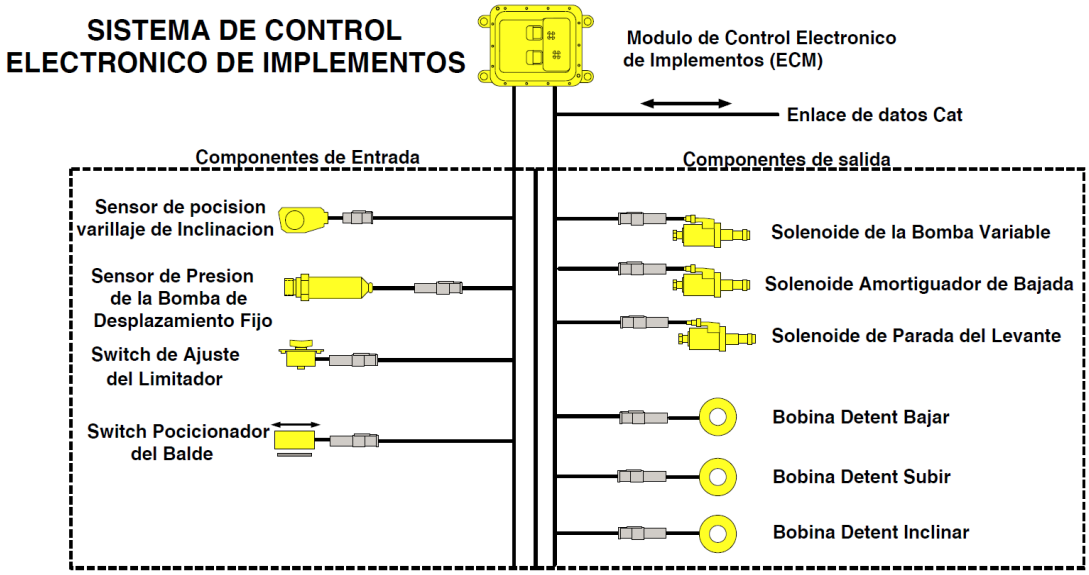


Figura 30

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Los componentes de entrada al ECM de los Implementos son:

Sensor de Posición de Varillaje de Levante: Envía una señal PWM al ECM de los Implementos comunicando la posición del varillaje de levante en relación al bastidor del cargador.

Switch de Ajuste del Limitador: Envía la posición de corte arriba y abajo al ECM de Implementos.
Switch Posicionador del Balde: Envía una señal al ECM de Implementos para des energizar la bobina del detent en una posición exacta.
Sensor de Presión de la Bomba de Desplazamiento Fijo: Envía al ECM de los Implementos una señal PWM de la presión de la bomba de desplazamiento fijo.
Sensor de Presión del Lado Cabeza del Cilindro de Levante: Envía al ECM de Implementos la presión del lado cabeza del cilindro de levante.
Los componentes de salida que reciben señal desde el ECM de Implementos son:
Válvula Solenoide de la Bomba Variable: Esta válvula solenoide controla el flujo de señal de la bomba de implementos. La válvula solenoide controla el ángulo del plato de la bomba de caudal variable.
Solenoide de Amortiguación de Corte de Bajada: Esta válvula solenoide drena el aceite piloto en el lado de bajar del carrete de levante al tanque hidráulico a través de un orificio.
Solenoide de Parada del Levante: Esta válvula solenoide bloque el flujo de aceite piloto al lado de subir del carrete de levante y drena el aceite piloto en el lado de subir del carrete de levante al tanque.
Bobina Detent del Cortador de Levante: La bobina es un componente electromagnético que retiene el control de levante en le posición de subida.
Bobina Detent del Cortador de Bajada: La bobina es un componente electromagnético que retiene el control de levante en le posición de bajada.

Bobina Detent del Cortador de Inclinación: La bobina es un componente electromagnético que retiene el control de levante en le posición de volteo hacia atrás.

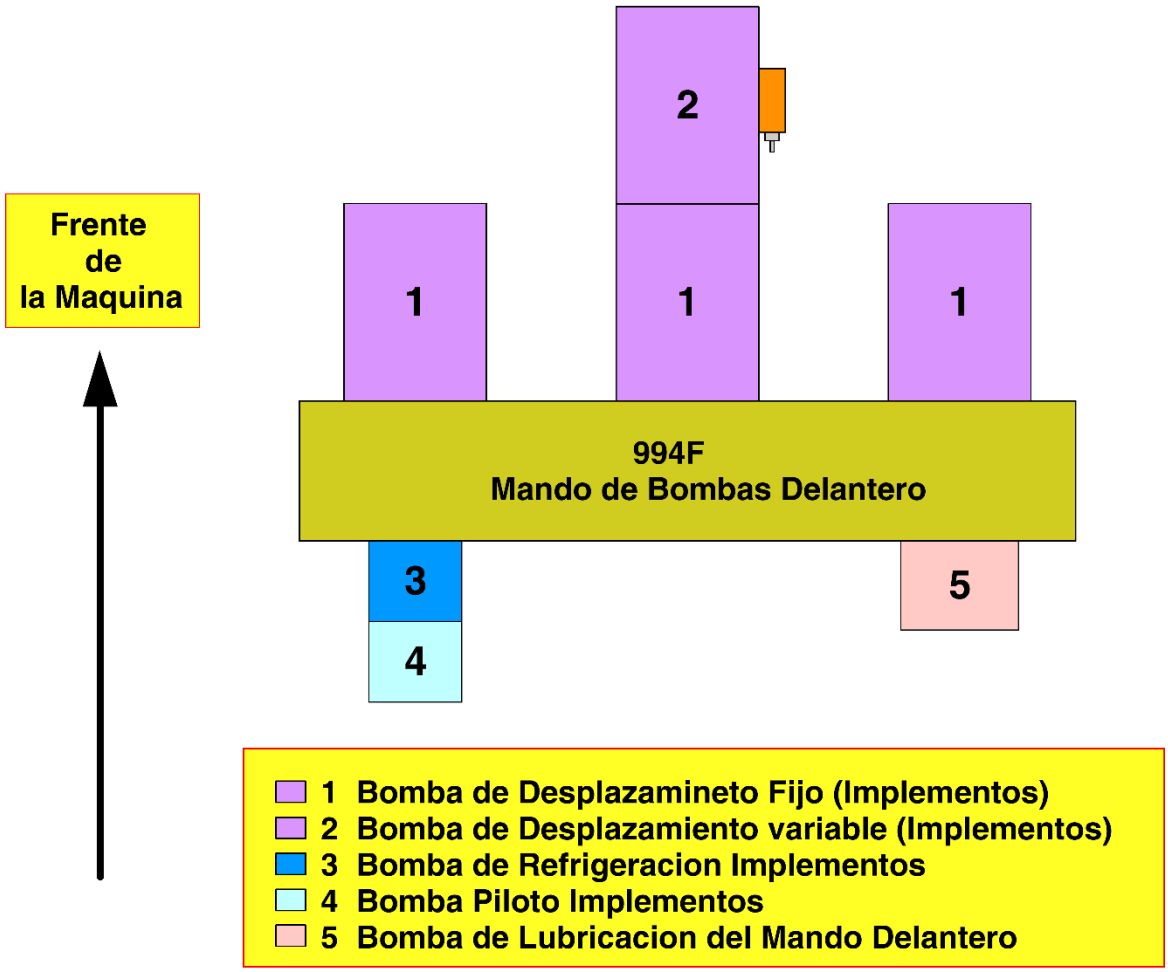


Figura 31

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

La ilustración anterior muestra la ubicación de las bombas en el mando delantero del 994F. El sistema de implementos tiene tres bombas de desplazamiento fijo (1) y una de desplazamiento variable (2). La bomba de refrigeración de implementos (3), la bomba piloto de implementos (4), y la bomba de lubricación del mando delantero (5) son bombas de engranajes de desplazamiento fijo.

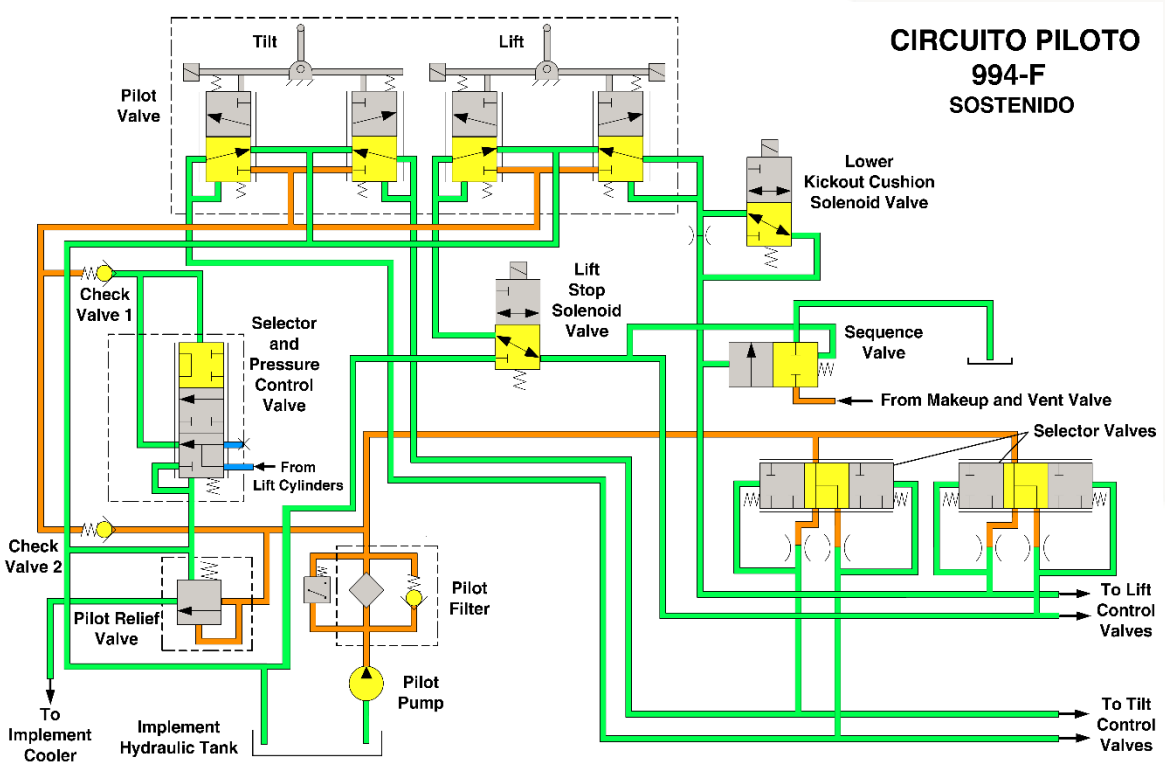


Figura 32
(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Sistema Hidraulico Piloto - Sostenido

Esta ilustracion muestra un diagrama del sistema hidraulico piloto. En esta ilustracion, el motor y las palancas de control estan en posicion HOLD.
El sistema piloto es de centro cerrado. El aceite es succionado desde el tanque hidraulico por la bomba piloto. El aceite de la bomba pasa por el filtro y se divide en dos direcciones.En una direccion fluye hacia la valvula de alivio piloto y la otra fluye hacia la valvula selectora.
El sistema hidraulico piloto constantemente opera al ajuste de la valvula de alivio piloto. Cuando la presion alcanza el ajuste de la valvula de alivio, la valvula de alivio se abre. El aceite de la valvula de alivio fluye al enfriador de aceite (no se muestra)antes de retornar al tanque hidraulico.

El aceite piloto fluye a traves de 2 valvulas Check a la valvula de control piloto. Las valvulas Check bloquean el retorno del aceite a la bomba. El aceite piloto es bloqueado en la valvula de control piloto hasta que el control del levante o inclinacion son movidos. La valvula Check 1 bloquea el aceite de la valvula selectora.

El aceite piloto desde el filtro tambien es dirigido a la valvula selectora para las lineas de levante e inclinacion. Cuando las palancas de control estan en HOLD, la presion en cada lado de la valvula selectora es igual. La valvula selectora estar en la posicion CENTRAL. El aceite piloto fluye a traves de la valvula selectora y a traves del orificio. La valvula selectora es usada para hacer circular una pequeña cantidad de aceite

calientedesde la bomba piloto dentro de las lineas cuando las valvulas de control piloto no estan siendo usadas para ayudar en condiciones de clima frio.
Tan pronto como el operador mueve una palanca de control, en cualquier direccion, la valvula cambia y bloquea el flujo a las lineas piloto. Esto es llamado purga termica , ya que el aceite caliente es hecho circular a traves del sistema piloto. En HOLD, el aceite piloto es devuelto al tanque a traves de la lumbrara en la valvula de control piloto.

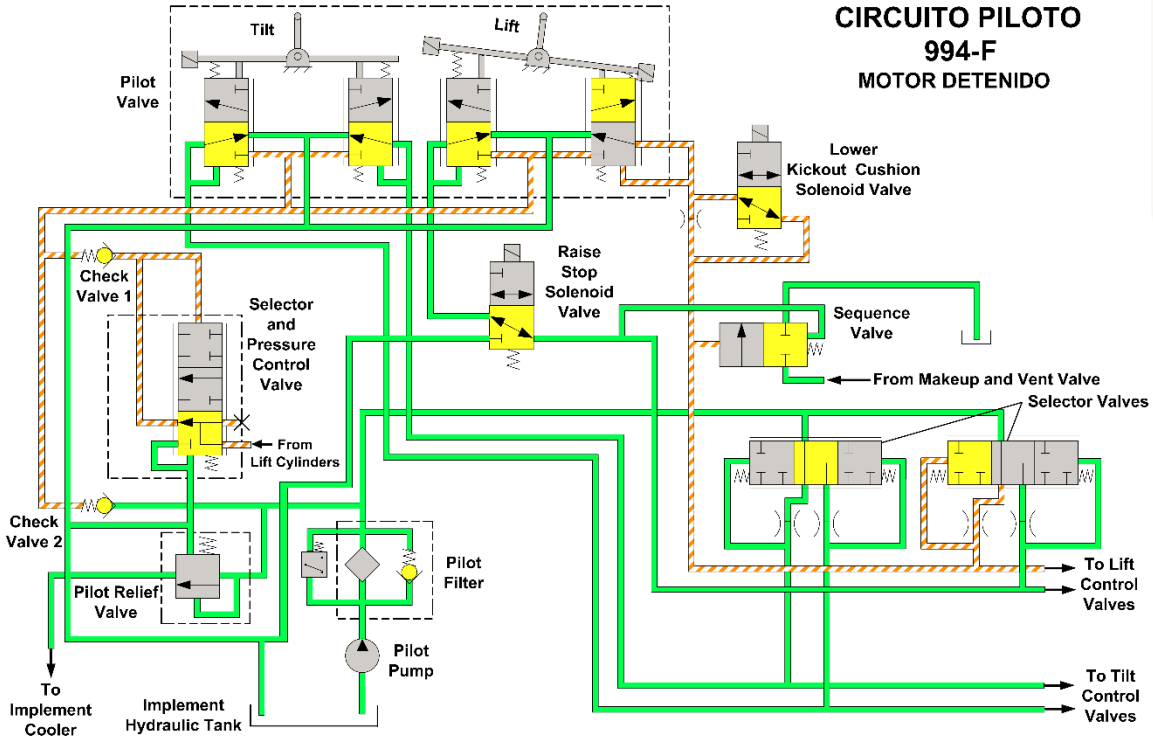


Figura 33

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Bajar con Motor Detenido

En el caso de que el motor no este funcionando y el balde este levantado, el sistema piloto usara presion de aceite desde el lado cabeza del cilindro de levante para la presion piloto. El aceite en el lado cabeza del cilindro de levante (azul) fluye a la valvula de control de presion y selectora. El aceite piloto abre la valvula check 1 y fluye a la valvula de control piloto. El aceite piloto fluye a la valvula check 2 y es bloqueado.

Cuando la presion de aceite en el lado cabeza del cilindro de levante va sobre el ajuste de presion de la valvula selectora, la valvula deriva el exeso de presion de aceitedirijiendolo al tanque. La valvula selectora y de control de presion reducen la presion y crean una presion mas baja disponible para ser usada como presion piloto en caso de emergencia.
Cuando la palanca de control del levante es movida a la posicion bajar, la presion de aceite reducida fluye desde la valvula de control de levante a traves de la valvula

solenoide de amortiguacion de bajada al lado de bajada del carrete de levante (no se muestra) en la valvula de control principal.

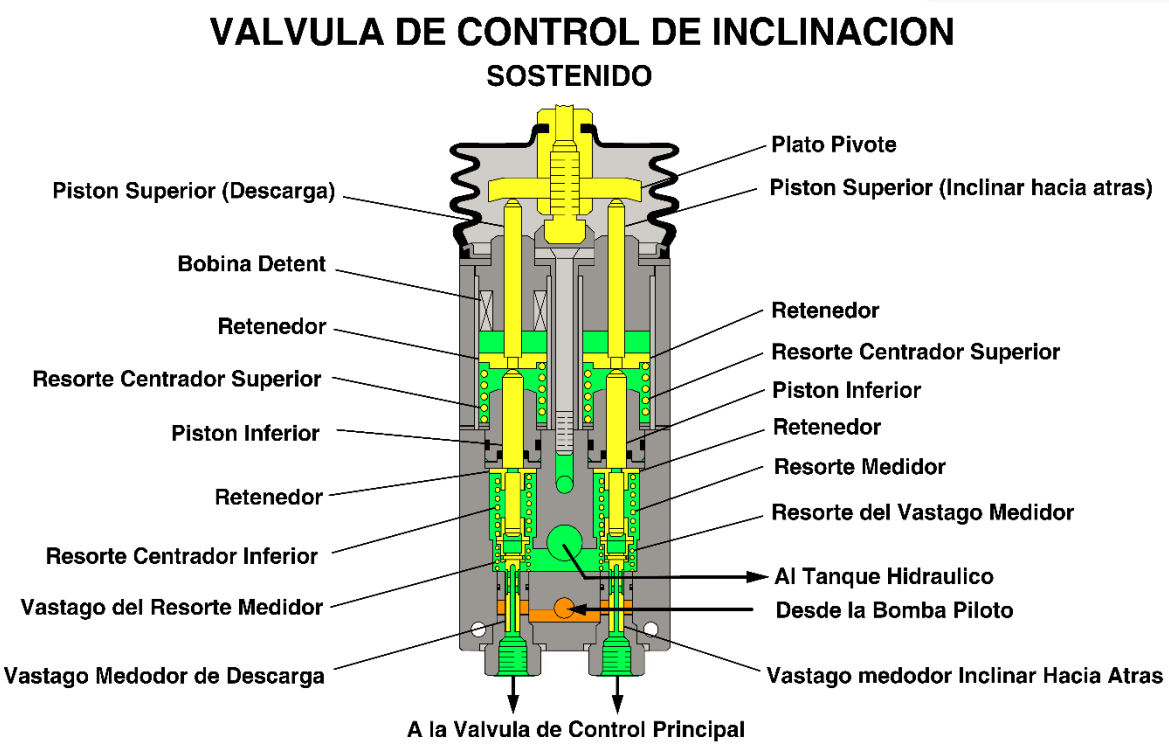


Figura 34

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Valvula de Control Piloto

La ilustración anterior muestra una vista en corte de la valvula de control piloto en posicion SOSTENIDO.

Cuando el motor esta funcionando y la palanca de control esta en SOSTENIDO, el aceite piloto desdela boma piloto entra a la valvula de control piloto y es bloquedo por elos vastagos medidores de descarga e inclinacion hacia atras.

La valvula de control piloto de levante opera de la misma forma que la valvula de inclinacion. la valvula de control piloto esta equipada con una bobina detent para la funcion de volteo hacia atras.

Cuando la palanca de control es es puesta en la posicion DETENT, el retenedor engancha la bobina.

La bobina detent sugeta al retenedor hasta que la corriente es interrumpida. La valvula de control de levante esta equipada con una bobina detent para las funciones de bajar y subir como se muestra en la siguiente ilustracion.

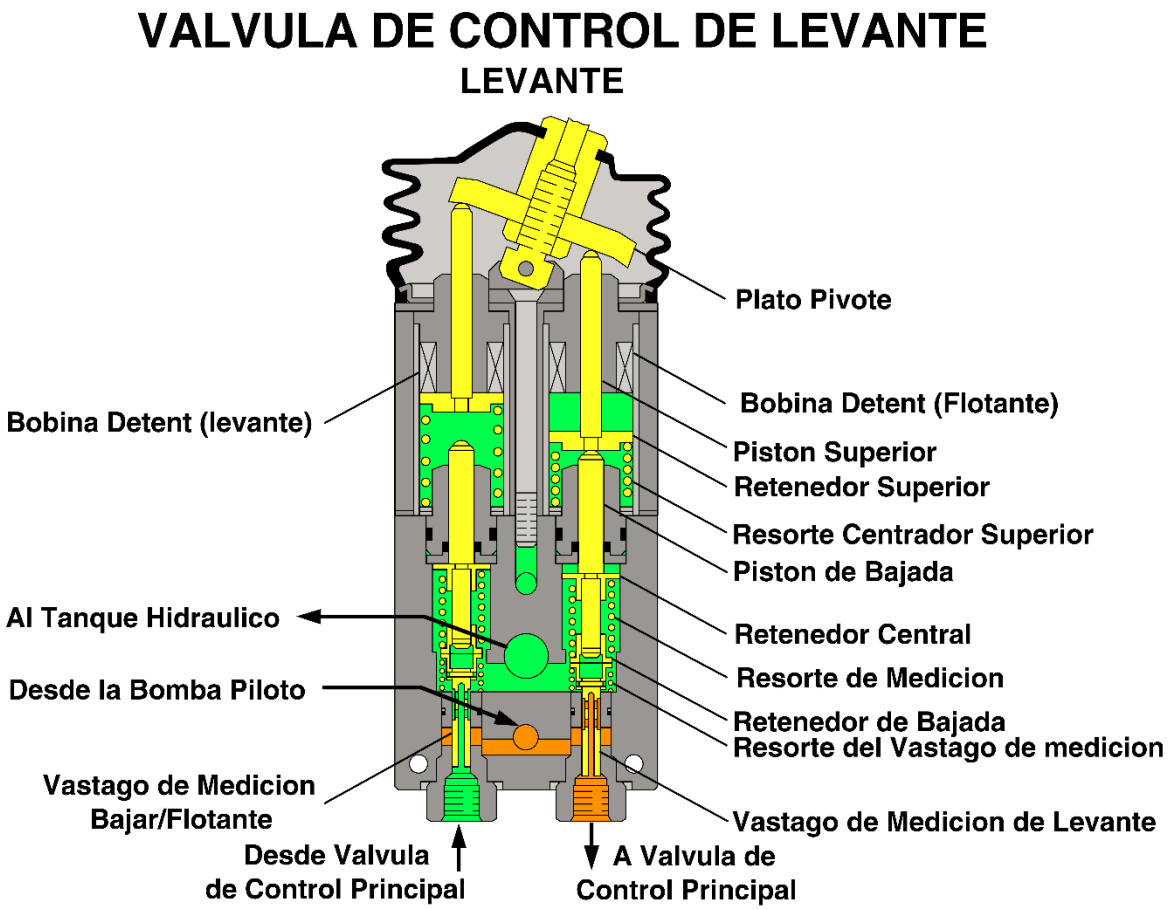


Figura 35

Válvula de Control Piloto de Levante (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

La ilustración anterior muestra una vista en corte de la válvula de control piloto en la posición LEVANTAR

En la posición LEVANTAR, el aceite piloto (naranja) desde la bomba piloto entra a la válvula de control. Cuando el operador mueve la palanca de control a la posición levantar, el plato pivote es rotado y el pistón superior, el retenedor superior, el pistón inferior, el resorte medidor, el retenedor inferior y el vástago medidor se mueven hacia abajo. Como el vástago superior se mueve hacia abajo, la lumbrera en el vástago pasa sobre el pasaje de aceite de la bomba piloto. El aceite fluye desde el pasaje a través del centro del vástago medidor al lado de levante del carrete en la válvula de control principal.

Al mismo tiempo, el resorte del pistón medidor está agregando una fuerza hacia arriba contra el borde superior del pistón medidor. El aceite retorna desde la válvula de control principal a través del centro del vástago de medición de bajada y a la lumbrera del tanque.

El objetivo del vástago de medición es permitir el movimiento del carrete en la válvula de control principal proporcionalmente con el movimiento de la palanca de control. El

vástago medidor y el resorte medidor funcionan como válvula reductora de presión y controlan la presión piloto en el lado del carrete de la válvula principal.
A medida que el vástago medidor se mueve hacia abajo, aceite piloto fluye a través del orificio, en el centro del vástago medidor y fuera dela válvula de control principal.

El flujo de aceite piloto es bloqueado en el carrete de la válvula de control principal causando un aumento en la presión. La presión aumenta sobrepasando al resorte del carrete de la válvula de control principal moviendo el carrete. Entonces, la presión de suministro es dirigida al actuador.

El aumento de presión también es sentido contra el lado de bajada del vástago medidor. Cuando el aumento de presión sobrepasa la fuerza aplicada, el vástago medidor se mueve hacia arriba y comprime el resorte medidor. El movimiento hacia arriba comprime el restringe el flujo de aceite piloto a través orificio en el vástago medidor. Restringiendo el flujo de aceite piloto se controla la señal de presión al carrete de la válvula principal. El resorte medidor por lo tanto ajusta la presión al carrete de la válvula de control principal en proporción al movimiento de la palanca de control.

Cuando la palanca de control del levante es movida a su máxima carrera y la bobina detent es energizada, el retenedor superior (levante) es sujetado en esta posición por la bobina detent. La bobina detent será energizada hasta que el sensor de posición (no se muestra) reconozca la posición de corte.
La palanca puede ser sacada de esta posición manualmente.

Cuando el operador mueve la palanca de control de levante al máximo recorrido de BAJAR, el lado de bajada de la válvula de control opera en forma similar que al lado de subir y la bobina detent de flotante sujetara la válvula de control en la posición FLOTANTE.

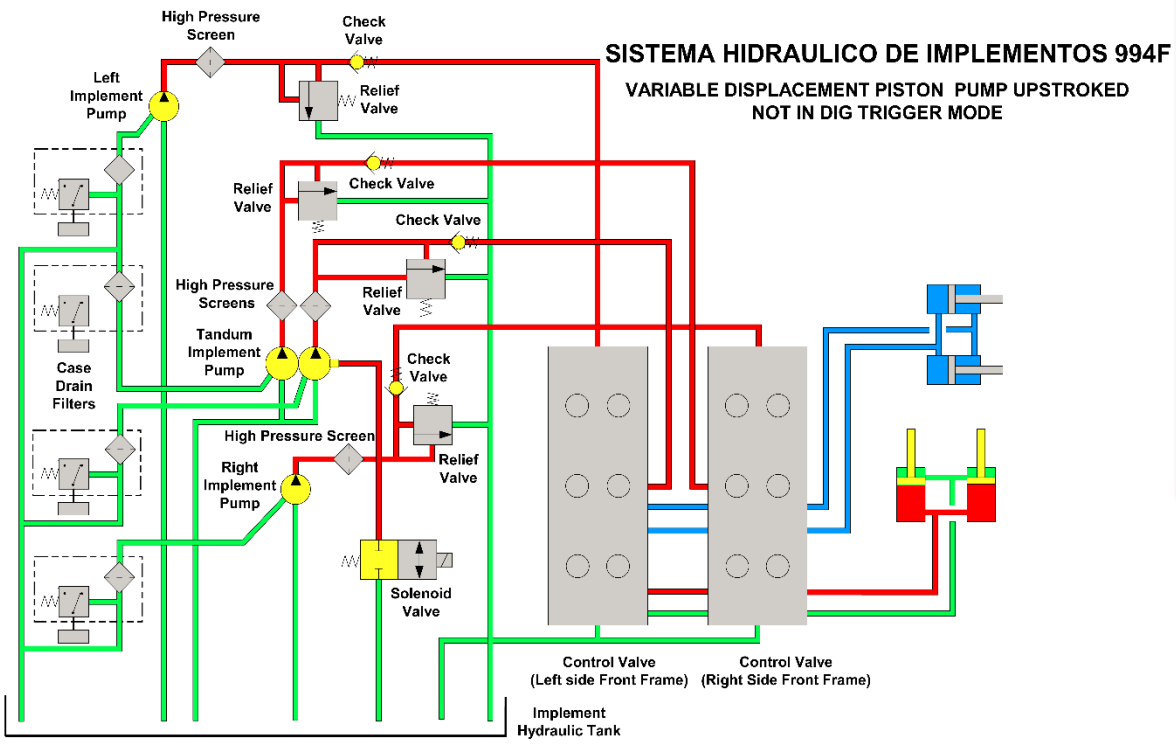


Figura 36

Sistema Hidráulica de Implementos Sin Activar Modo de Excavación (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

El sistema hidráulico de implementos está equipado con tres bombas de pistón de desplazamiento fijo y una bomba de desplazamiento variable. Las tres bombas de desplazamiento fijo y la variable.

Toman aceite desde el tanque hidráulico. El suministro de aceite es dirigido a través de mallas de alta presión, las válvulas de alivio individual y las válvulas check. La válvula de alivio limita la presión de suministro de aceite que está circulando a la válvula de control derecha e izquierda. Esta ilustración muestra la válvula de control principal con una señal de levante desde el control piloto (no se muestra) El aceite de suministro es enviado al lado cabeza de los cilindros de levante desde la válvula principal.

También, cada bomba está equipada con su propio filtro de drenaje de caja.

El aceite fluye desde las tres bombas de desplazamiento fijo y la bomba de desplazamiento variable a los cilindros de levante. El aceite que fluye a los cilindros es medido por el carrete en la válvula de control principal. El aceite que fluye alrededor del carrete es controlado por el movimiento del carrete en la válvula en la medida que la presión es aplicada en el lado del carrete. El operador controla el flujo de aceite piloto y la presión que mueve el carrete principal controlando el movimiento de la válvula de control piloto. También, el movimiento del carrete abre un pasaje en el lado opuesto del cilindro para retornar el aceite al tanque.

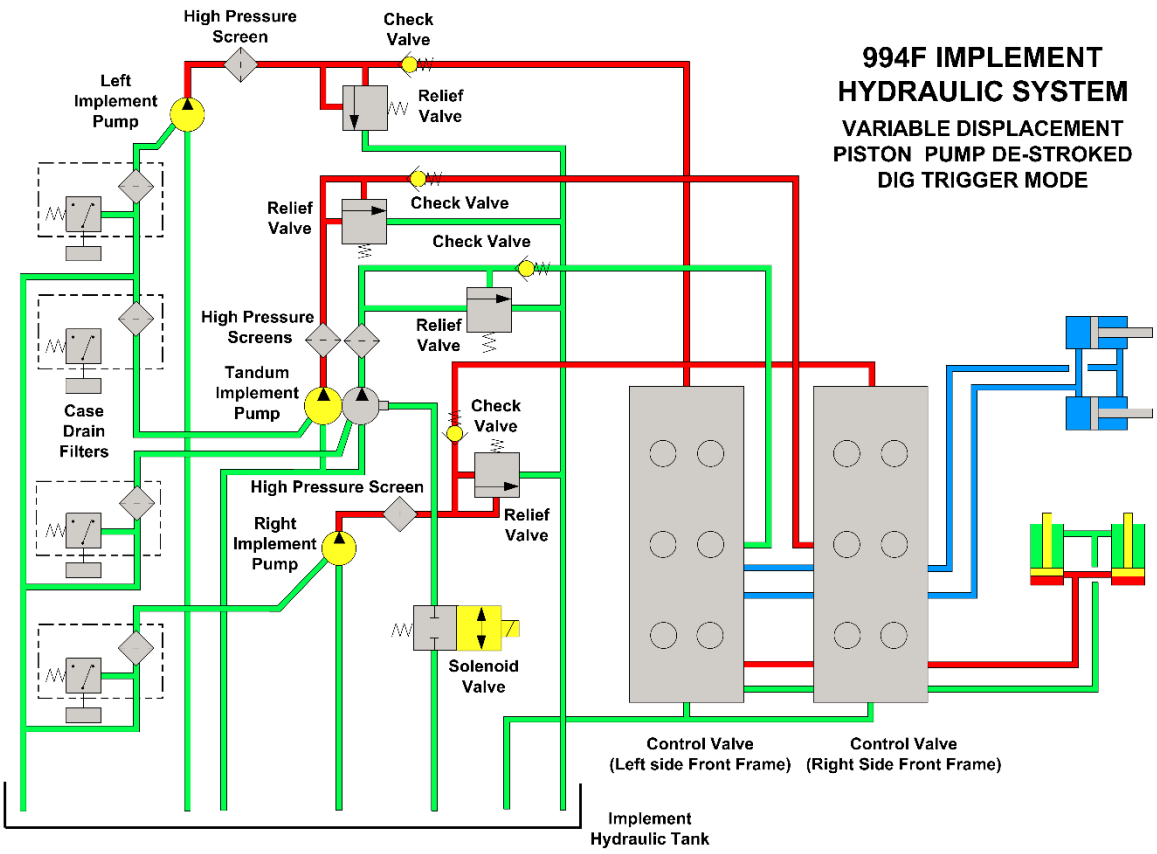


Figura 37

Sistema hidráulico de Implementos con Modo de Excavación Activado (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

En esta ilustración, el grafico muestra la maquina en modo de excavación. La máquina está en
1° velocidad adelante, la velocidad de desplazamiento es menor que 6.8 kmh (4.25 mph), y el pasador B está bajo la línea horizontal con el pasador A.

Las tres bombas de desplazamiento fijo están suministrando aceite al sistema hidráulico de los implementos. La bomba de desplazamiento variable está en desplazamiento cero.
Las bombas de implementos toman aceite desde el tanque. El aceite de suministro es dirigido a través de mallas de alta presiones, pasa las válvulas de alivio individuales, y las válvulas check. Las válvulas de alivio individuales limitan la presión de suministro que fluye a la válvula izquierda y derecha. Esta ilustración muestra la válvula de control principal con señal piloto para levantar.
También, cada bomba está equipada con su propio filtro de drenaje de caja.
Una disminución en el aceite de suministro será sentida en el lado cabeza de los cilindros de levante hasta que el sistema no reúna los criterios para activar la excavación.

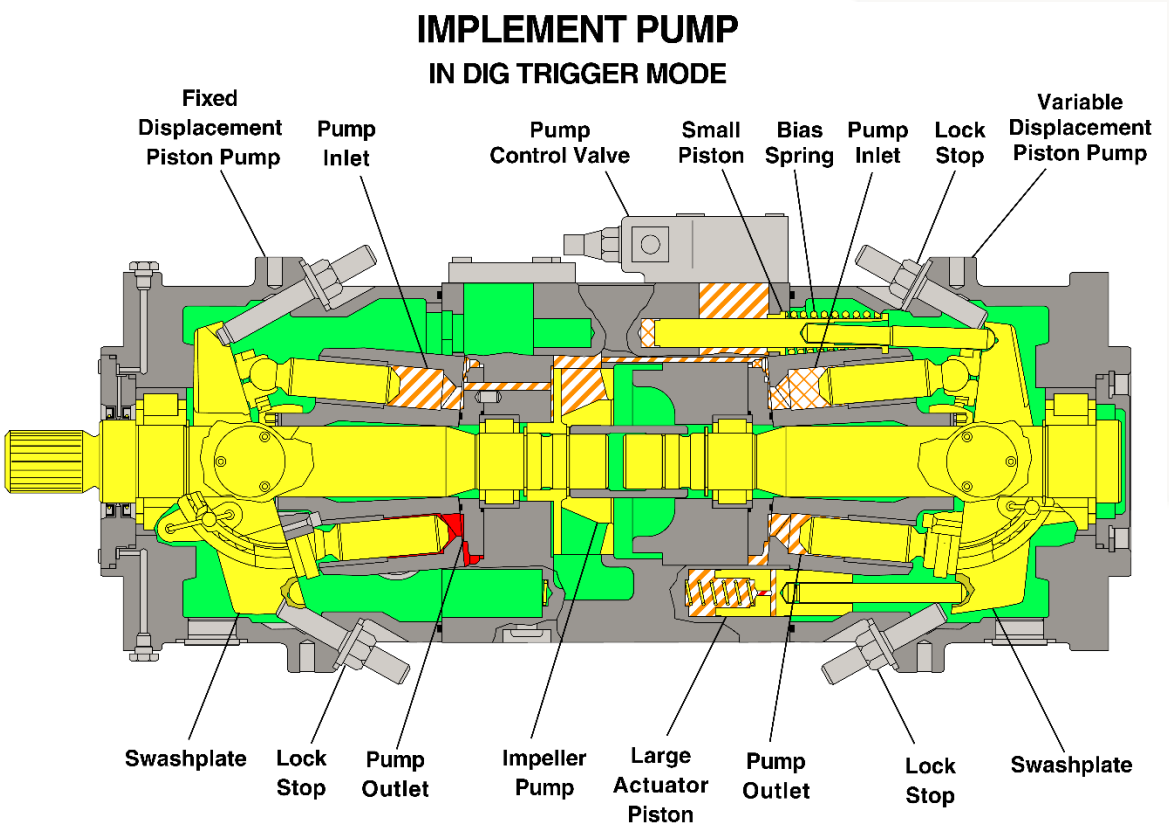


Figura 38

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

El cargador 994F ahora está equipado con una nueva bomba central en el frente del mando de bombas. La nueva bomba es una bomba de pistones de dos secciones. La bomba en tándem está equipada con un impelente (carga) que toma aceite desde el tanque hidráulico (no se muestra) y dirige el aceite a las cavidades de entrada de cada sección de la bomba.

La sección de la bomba que está más cerca del mando de bombas es la bomba fija. Esta sección continuamente suministra aceite a la válvula de control principal cuando el motor está funcionando. El desplazamiento de la bomba fija esta predeterminado por pernos que fijan el plato de la bomba manteniéndolo en un ángulo fijo

La sección de la bomba que está lejos del mando de bombas es la bomba variable. Esta sección suministra máximo o mínimo flujo a la válvula de control principal dependiendo de la señal de presión en la válvula de control de la bomba. La válvula de control de la bomba controla el flujo de salida de la bomba variable usando la presión de la bomba para cambiar su presión remota de control del carrete (no se muestra) y la presión al carrete compensador (no se muestra). En esta ilustración se muestra en mínimo flujo, la presión de aceite es dirigida al pistón grande y la fuerza contra el pistón mueve el vástago y el plato contra el tope. Al mismo tiempo, el resorte y la presión que están detrás del pistón pequeño son sobrepasados. El pistón pequeño permite que el plato rote contra el tope. La bomba suministra suficiente presión de aceite para

lubricarse y tener una respuesta instantánea a los requerimientos de máximo flujo instantánea a los requerimientos de máximo flujo

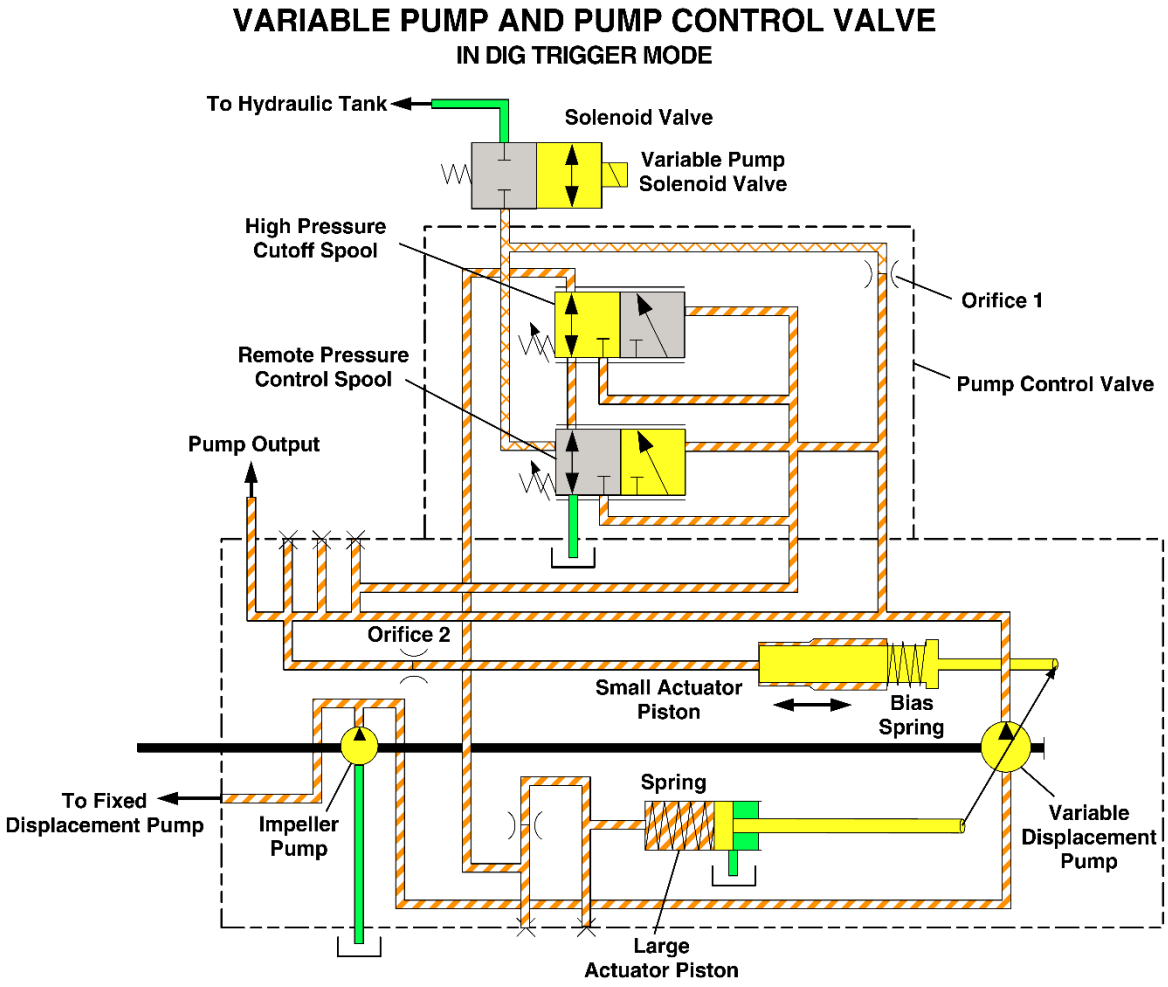


Figura 39

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

La señal para controlar el ángulo del plato de la bomba variable es a través de una señal de voltaje desde el ECM de los implementos a la válvula solenoide de la bomba variable. La válvula solenoide se abre para liberar o se cierra para bloquear la presión de aceite de señal de presión de aceite en la línea de señal de la válvula de control de la bomba. En la ilustración, la señal de aceite esta liberada a tanque.

Cuando el aceite en la línea de señal va a ser presión, el aceite en el lado izquierdo del carrete remoto está a presión de tanque. Con el orificio instalado entre la salida de la bomba y la válvula solenoide, la presión en el lado derecho del carrete remoto es más grande que la presión en el lado izquierdo del carrete. La fuerza del resorte en el lado izquierdo del carrete remoto es sobrepasada por la fuerza que desarrolla la presión del sistema en el lado derecho del carrete

El carrete remoto se mueve a la izquierda. La presión del sistema puede fluir al pistón actuador grande. La presión en el pistón actuador grande sobrepasa la fuerza Combinada del pistón actuador pequeño y el resorte y mueven el plato a ángulo cero.

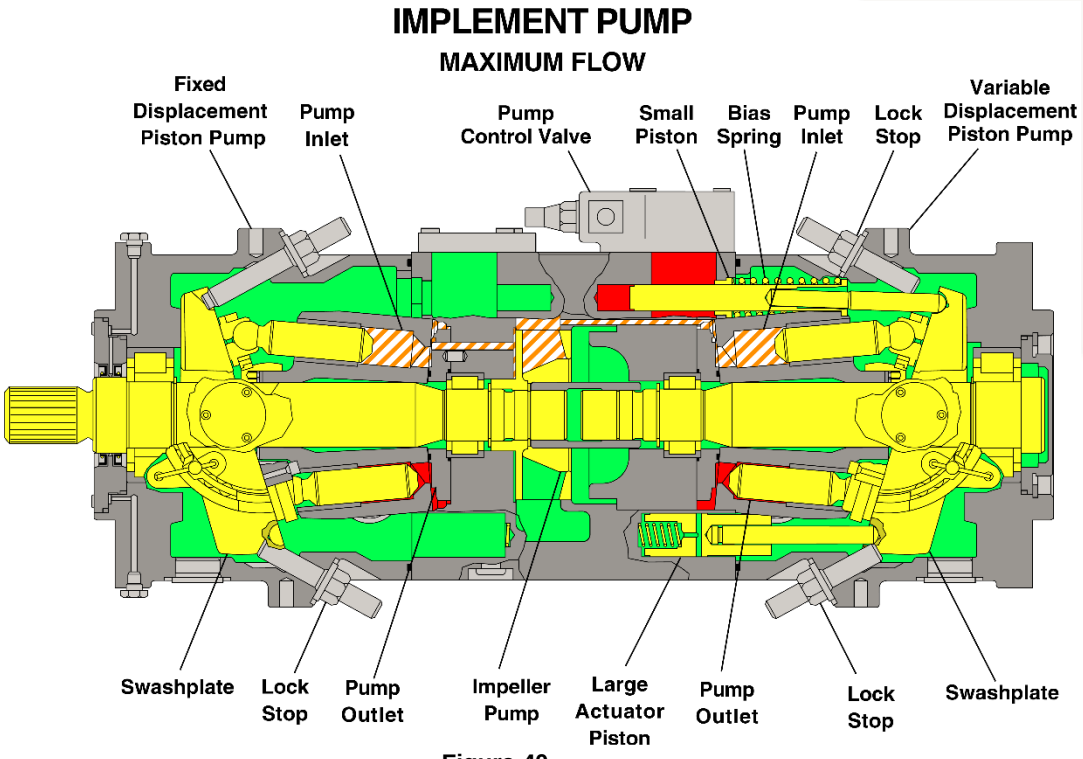


Figura 40

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

En esta ilustración, la bomba es mostrada en flujo máximo. La presión de aceite que está detrás del pistón grande es liberada al tanque. Al mismo tiempo, el resorte y la presión detrás del pistón pequeño sobrepasan al pistón grande y el pistón pequeño rota el plato contra el tope de ángulo máximo.

La bomba variable entregara máximo flujo. La bomba continuara entregando máximo flujo hasta que la presión de señal en la válvula de control de la bomba cambie.

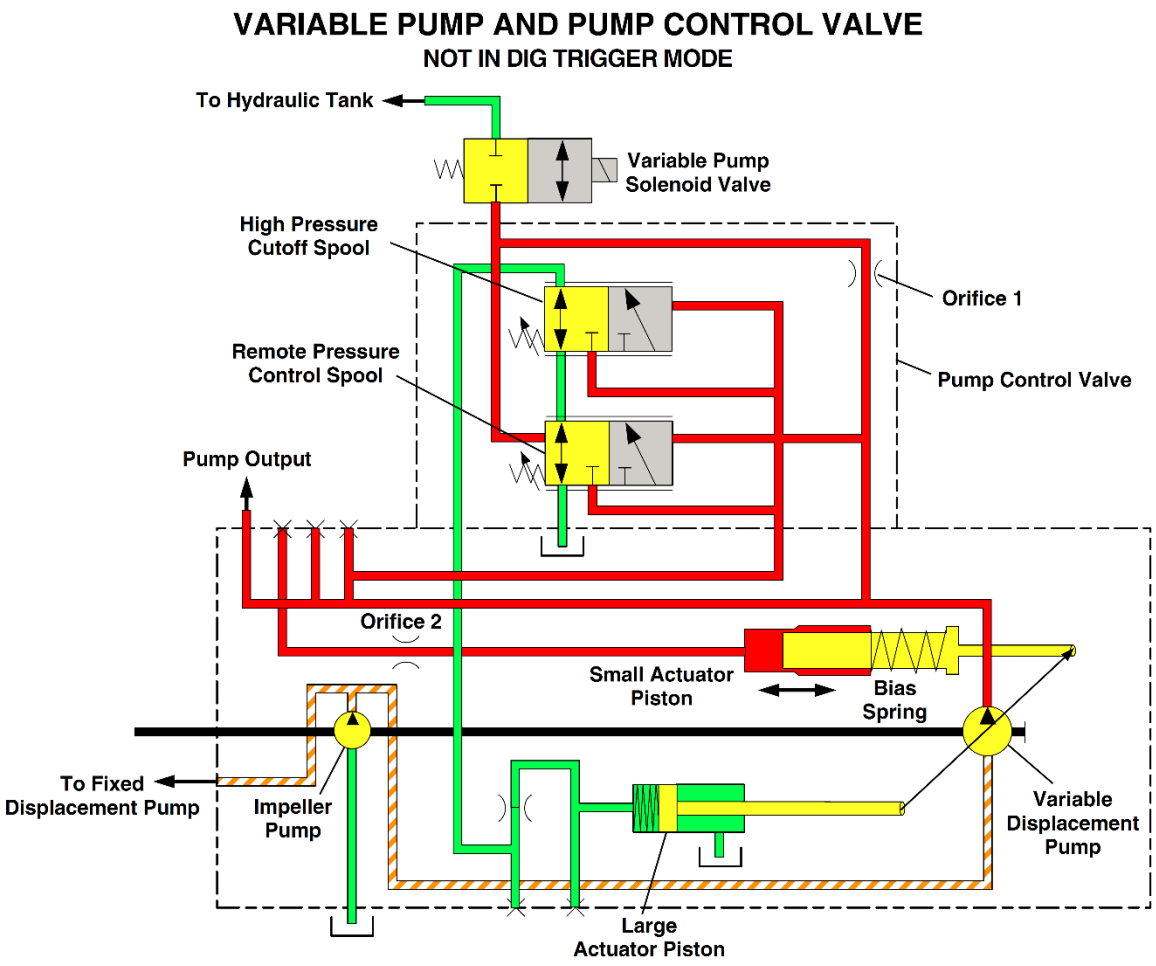


Figura 41

(Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Control de la Bomba Variable de Implementos

Esta ilustracion muestra la maquina fuera del modo de excavacion y la bomba de desplazamiento variable a maximo flujo. La señal de control para maximo y minimo angulo de la bomba variable es controlada a traves de una señal de voltage desde el ECM de los implementos a la valvula solenoide de la bomba variable. La valvula solenoide se abre y libera la presion de aceite o se cierra y bloquea la presion de aceite en la linea de señal en la valvula de control. En esta ilustracion, la señal de aceite esta bloqueada en la valvula solenoide.

Cuando el aceite en la linea de señal esta bloqueado, la presion en ambos lados del carrte remoto es igual. La fuerza combinada del resorte y la presion del sistema de control en el lado izquierdo del carrete remoto es sobrepasado por la fuerza que desarrolla la presion del sistema en el lado derecho del control. El carrte de control se movera a la derecha. El aceite en el piston actuador grande fluira
sobre el carrete de control remoto y y el carrete de corte de alta presion al tanque. El aceite que esta detras del piston actuador grande esta a la presion del tanque. La

fuerza del resorte y la presion del sistema en el piston pequeño habilitan al piston pequeño a sobrepasar al piston grande y el plato rotara a maximo angulo.

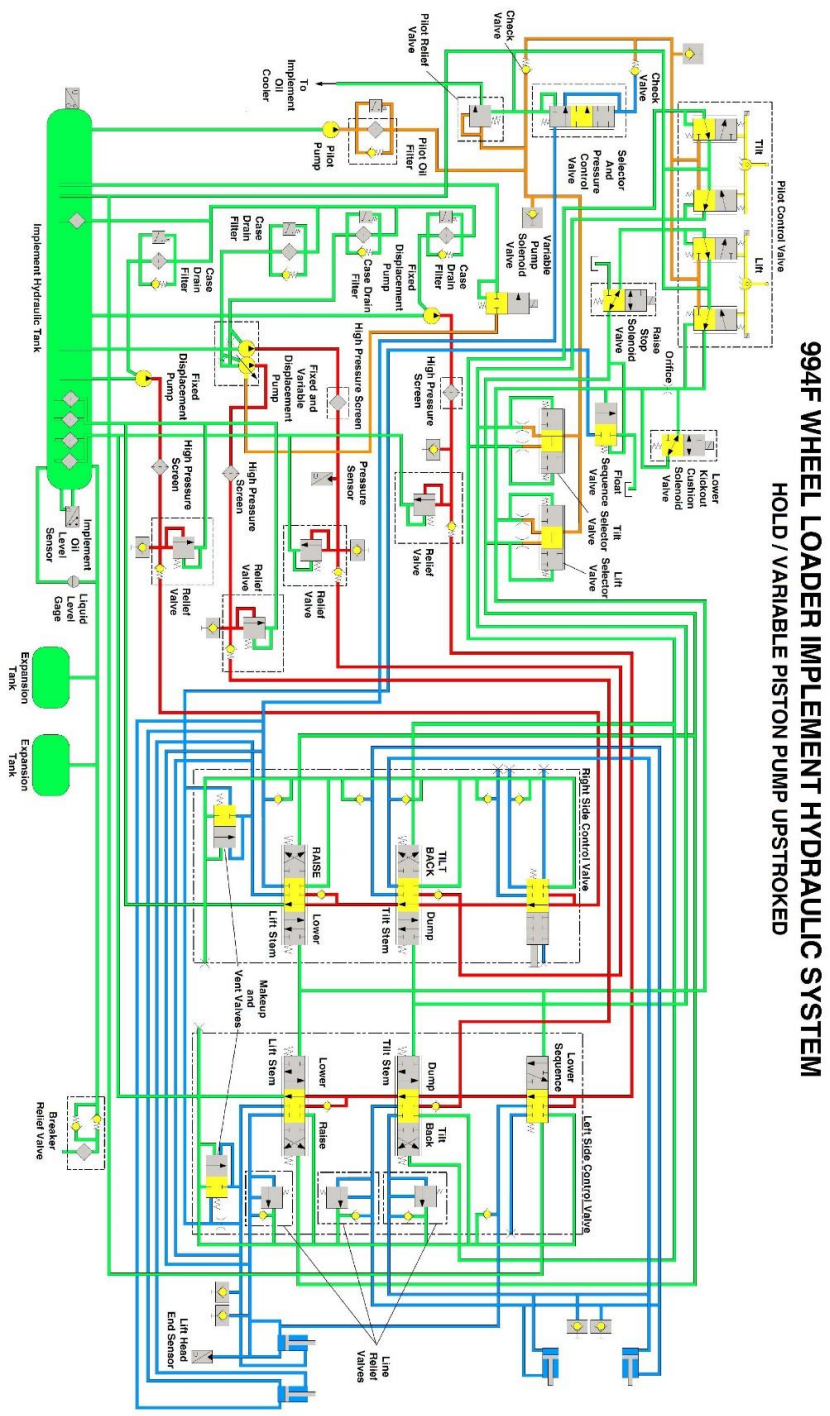


Figura 42

Por….

El esquema anterior (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.) muestra el flujo hidráulico con la palanca de control en posición SOSTENIDO.

Cuando el motor está corriendo, el aceite piloto fluye desde la bomba hasta la válvula de alivio y las válvulas de control piloto que están bloqueadas. En este momento, el aceite desde la bomba fluye a través de la válvula selectora de levante e inclinación. Sin presión de señal en ninguno de los lados de las válvulas selectoras, las válvulas selectoras están CENTRADAS. El aceite piloto que está fluyendo fuera de la válvula selectora pasa a través de los orificios. Luego, el aceite fluye de vuelta a través de la válvula de control piloto al tanque hidráulico.

Las tres bombas de desplazamiento fijo y la bomba de desplazamiento variable toman aceite desde el tanque hidráulico. Cada bomba de implementos dirige aceite al sistema a través de las mallas de alta presión, pasan a las válvulas de alivio individuales, sobre las válvulas check y suministran aceite a las válvulas de control hidráulico principales. Las válvulas principales son de centro abierto.
Sin movimiento de las válvulas de control piloto, las válvulas de centro abierto dirigen el aceite al pasaje de retorno de la válvula al tanque hidráulico. La válvula solenoide para la bomba variable es des energizada y la señal de aceite a la bomba es bloqueada. En este momento, la bomba de desplazamiento variable va a suministrar máximo flujo al sistema hidráulico.

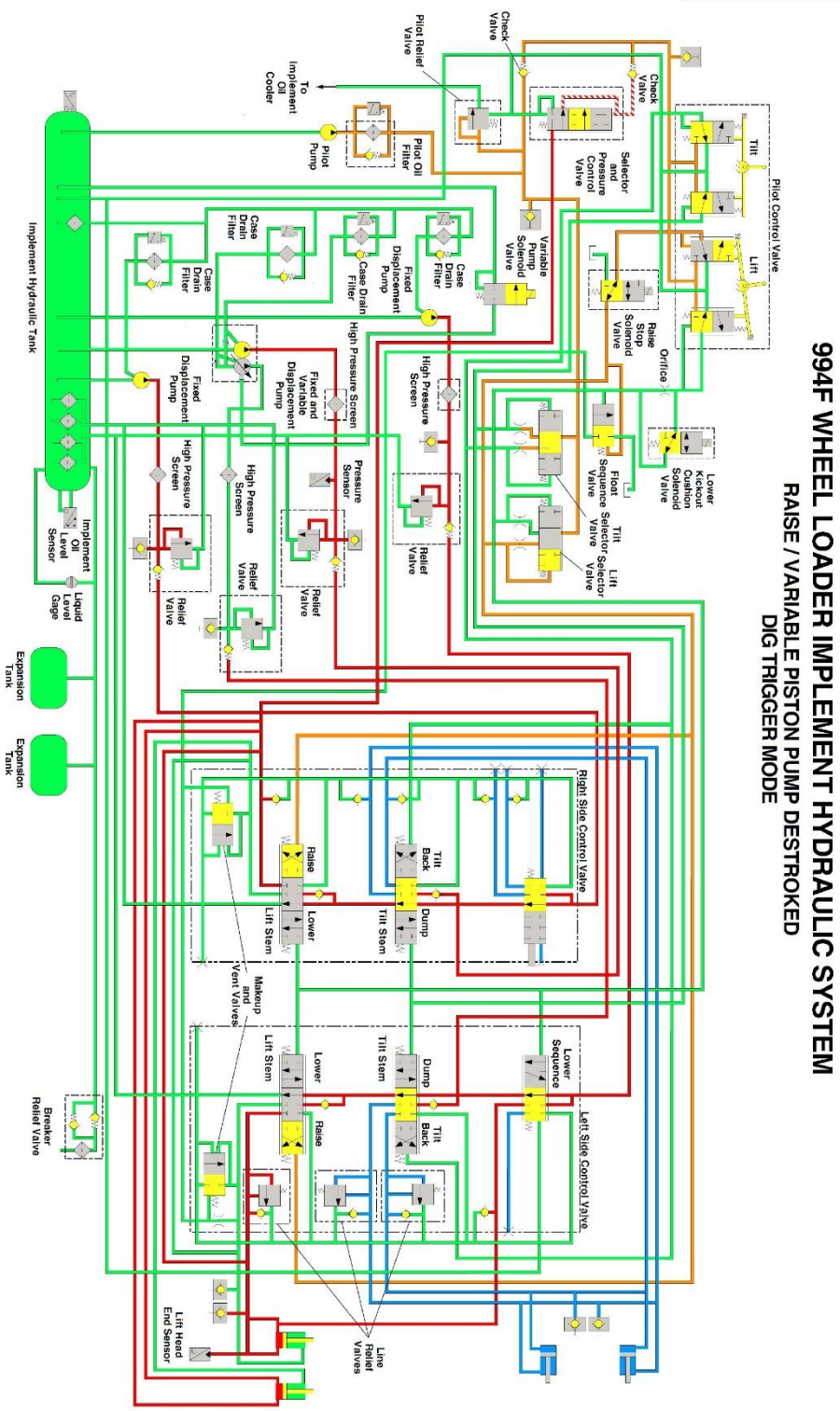

994F WHEEL LOADER IMPLEMENT HYDRAULIC SYSTEM
RAISE / VARIABLE PISTON PUMP DESTROKED
DIG TRIGGER MODE
Pilot Relief Valve
Check Valve
To Implement Oil Cooler
Pilot Pump
Pilot Oil Filter
Check Valve
Selector and Pressure Control Valve
Pilot Control Valve
Tilt
Lift
Variable Pump Solenoid Valve
Case Drain Filter
Fixed Displacement Pump
Raise Stop Solenoid Valve
Orifice
Implement Hydraulic Tank
High Pressure Screen
Fixed and Variable Displacement Pump
Pressure Sensor
Relief Valve
Float Sequence Valve
Tilt Selector Valve
Lift Selector Valve
Lower Kickout Cushion Solenoid Valve
Implement Oil Level Sensor
Liquid Level Gage
Expansion Tank
Right Side Control Valve
Raise
Lower
Lift Stem
Tilt Back
Dump
Tilt Stem
Makeup and Vent Valves
Lower Sequence
Left Side Control Valve
Breaker Relief Valve
Lift Head End Sensor
Line Relief Valves

Figura 43

Esta ilustración muestra el flujo hidráulico con la bomba variable en mínimo flujo y la estrategia de excavación activada. Cuando la maquina está en modo de excavación, las siguientes condiciones están activas. La transmisión está en 1° velocidad de avance, la velocidad de desplazamiento es menor que 7.1 k/h (4.25 mph), y el pasador B-Pin está debajo de la línea horizontal del pasador A.

Cuando la palanca de control está en la posición LEVANTAR y la maquina está en modo de excavación, aceite piloto es dirigido a través del solenoide de la válvula de levante al lado de levante del carrete en la válvula de control. También, la presión piloto en el lado derecho del carrete aumenta, el carrete se mueve hacia la izquierda. El flujo de aceite piloto a través del carrete de levante es bloqueado. Todo el aceite piloto es dirigido al lado de levantar del carrete. La fuerza de la presión hidráulica en el carrete de levante causa que este se mueva contra el resorte centrador.
El carrete de levante cambia a LEVANTAR. En este momento, el carrete de levante dirige el aceite al lado cabeza de los cilindros de levante.

El solenoide de la bomba variable también está energizado. El aceite piloto entre la válvula solenoide y la bomba variable es drenado a tanque. La bomba variable va a ángulo mínimo y no suministra flujo al sistema hidráulico principal.

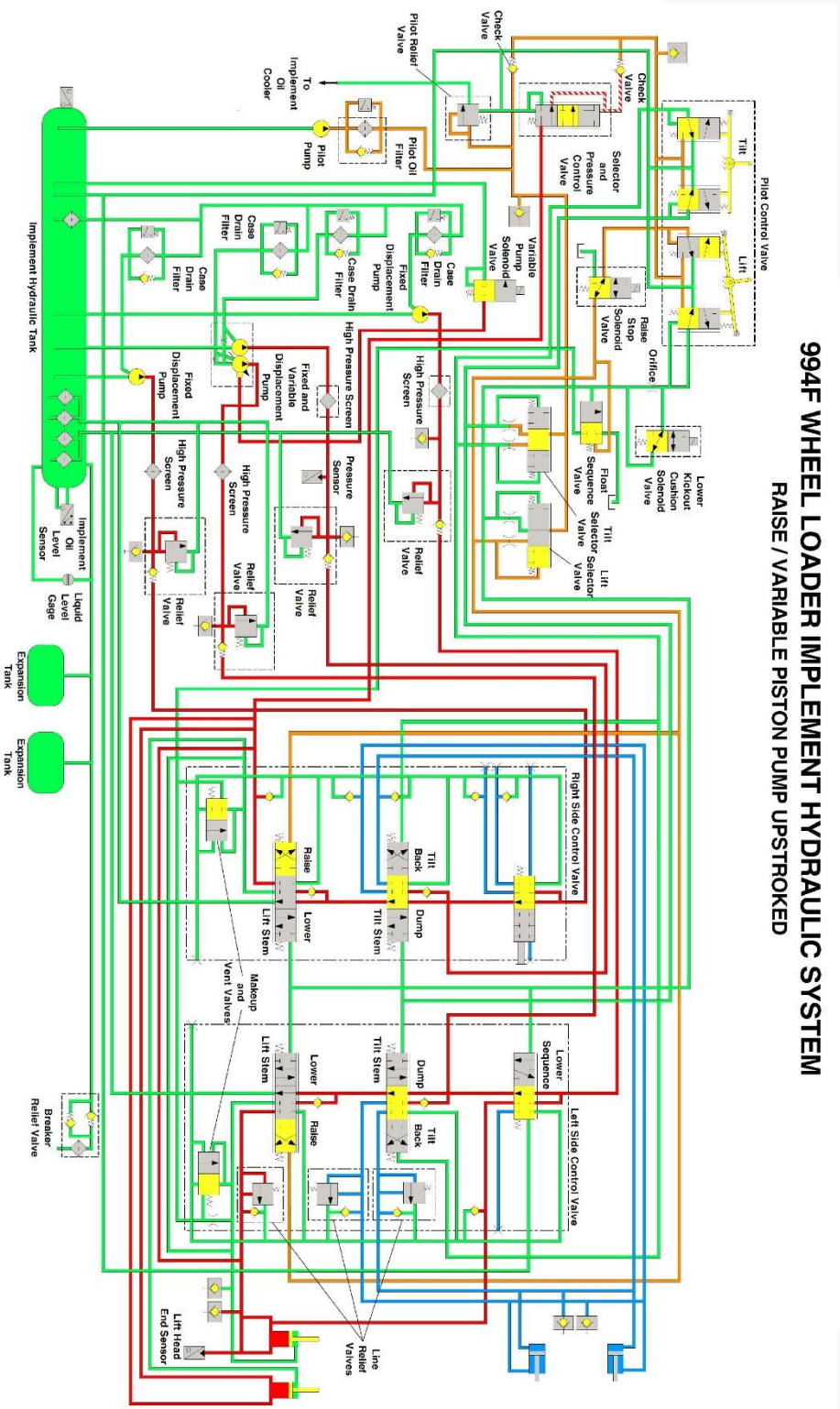


Figura 44

Esta ilustración anterior (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.) Muestra el flujo hidráulico cuando la palanca de control es movida a LEVANTAR y la bomba variable está en máximo flujo.

Cuando la palanca de control piloto es puesta en la posición LEVANTAR, aceite piloto es dirigido a través del solenoide de tope del lado de levante del carrete. También, el aceite piloto que está fluyendo a la válvula selectora aumenta su presión, la válvula selectora se mueve a la izquierda. El flujo de aceite piloto a través de la válvula selectora es bloqueado. Todo el aceite piloto es dirigido al carrete de levante. La fuerza de la presión de aceite en el carrete de levante lo empuja contra el resorte centrador a la posición LEVANTAR. El carrete de levante envía flujo de aceite al lado cabeza de los cilindros de levante.

Cuando los cilindros de levante están aproximadamente a 70 mm (2.75 inch) del final de su carrera, el ECM de implementos energiza el solenoide de parada del levante y el flujo de aceite piloto al lado del carrete de levante es bloqueado y todo el aceite piloto en el carrete de levante es drenado de vuelta al tanque hidráulico a través del solenoide de parada. El carrete de levante se mueve a la posición CENTRADA. El suministro de aceite al lado cabeza de los cilindros es bloqueado.

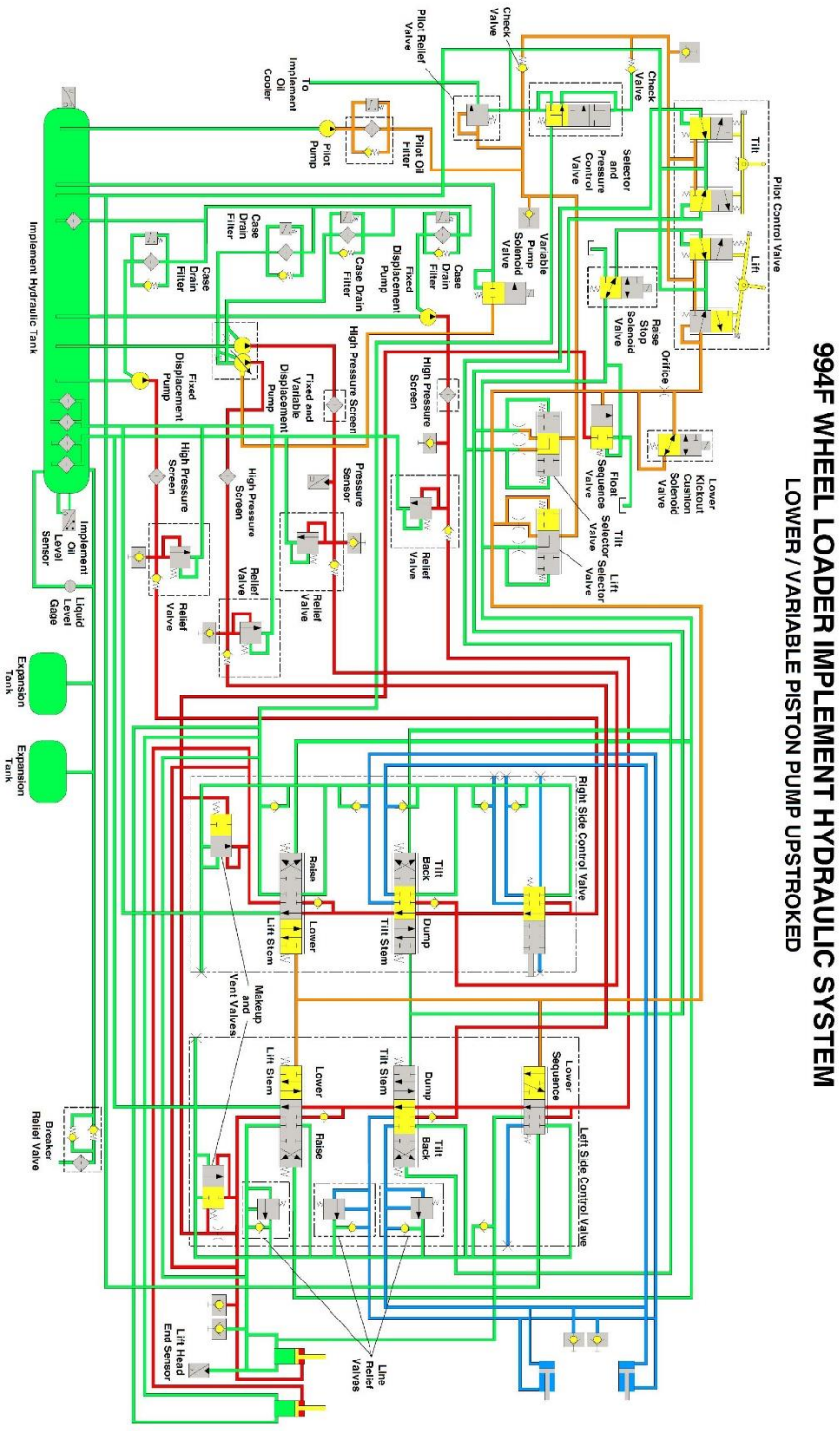


Figura 45

La ilustración anterior muestra el flujo hidráulico cuando la palanca de control es movido a la posición BAJAR y la presión piloto es mayor que 900 kPa (130 psi).

Cuando la palanca de control de levante está en BAJAR, el aceite piloto es dirigido al lado de bajar del carrete de levante. También, la presión del aceite piloto que fluye al carrete aumenta y el carrete se mueve a la derecha. El flujo de aceite piloto a través de la válvula selectora es bloqueado.

Todo el aceite piloto es dirigido al lado de bajar del carrete de levante. El carrete de levante se mueve a la izquierda y abre el pasaje para que el aceite fluya desde la bomba al lado vástago de los cilindros de levante para bajar el balde.

La posición del vástago de levante abre un pasaje para el aceite en el lado cabeza del cilindro al tanque hidráulico.

Cuando la presión piloto es más grande que 900 kPa (130 psi), el carrete de la válvula de secuencia se comienza a mover a la derecha. El aceite en el lado cabeza de los cilindros de levante puede fluir a través del carrete de la válvula de secuencia, a través de la válvula de control principal, y retorna al tanque hidráulico. Esto disminuye el tiempo de ciclo de bajada.

El circuito de bajada está equipado con un solenoide de amortiguación de bajada. Cuando el pantógrafo es bajado a una posición predeterminada ajustando el cortador de bajada, el ECM de los implementos energiza el solenoide y des energiza el solenoide detent de bajada.

El movimiento de la válvula solenoide, bloquea el paso libre del aceite piloto a tanque y fuerza al aceite piloto de bajada a drenarse a través del orificio.

Todo el aceite piloto fluye a través del orificio lentamente hasta el tanque. Este retorno lentamente el carrete a la posición SOSTENIDO. Esto amortigua el cilindro de levante justo antes de que alcance el ajuste del limitador.

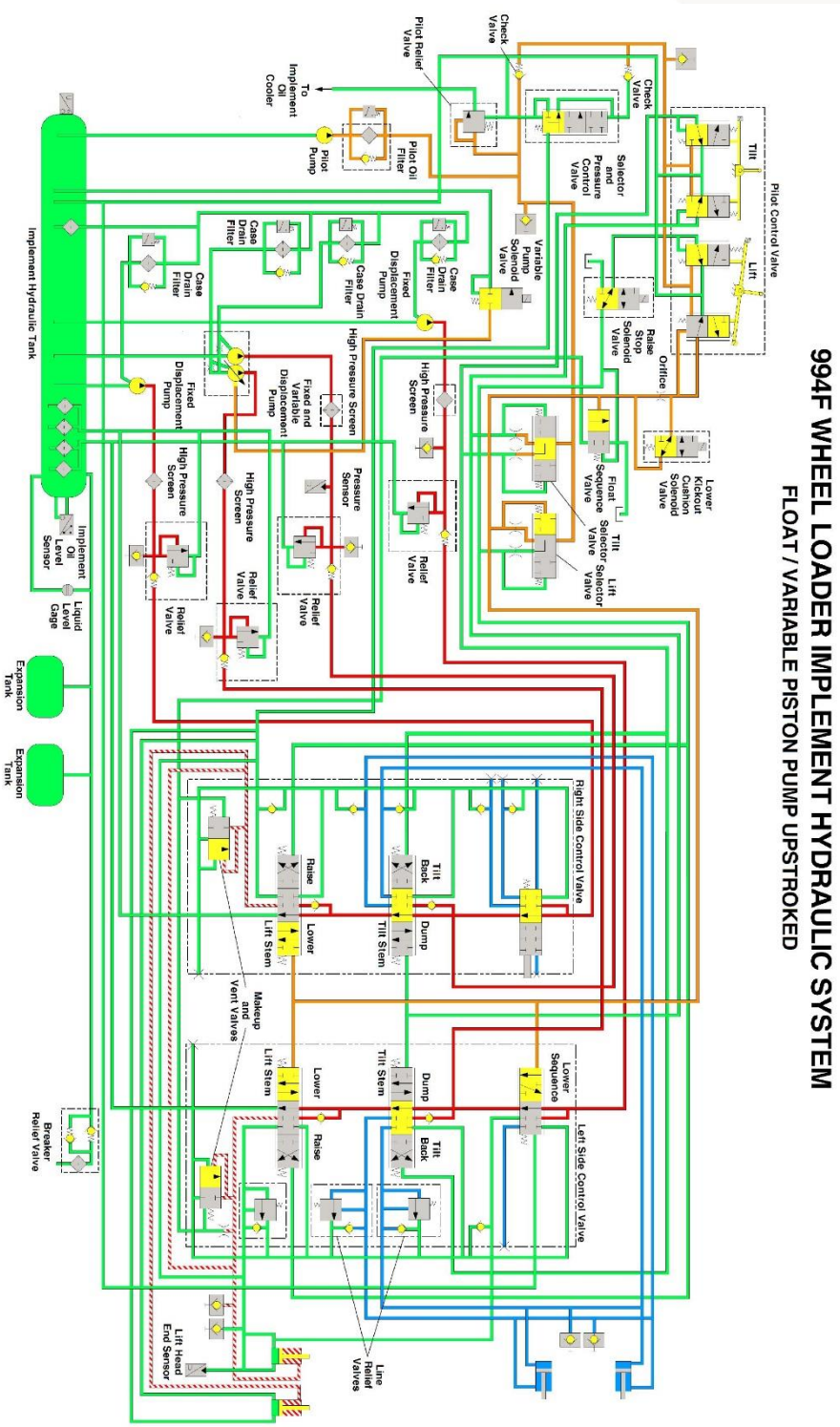


Figura 46

Esta ilustración muestra el flujo hidráulico cuando la palanca de control está en posición FLOTANTE.

Cuando la palanca de control está en la posición FLOTANTE, el aceite piloto es dirigido al lado de bajada del carrete de levante. La fuerza que es desarrollada por la presión piloto causa que el carrete se mueva contra los resortes centradores a la posición de BAJAR. El carrete de levante abre un pasaje al suministro de aceite desde la bomba al lado vástago del cilindro de levante.

Con la palanca de control en la posición flotante, la presión en la línea piloto desarrolla una fuerza en el carrete de la válvula de secuencia. La válvula de secuencia se mueve, y permite que el aceite en la cámara del resorte de la válvula makeup venteada fluya a través de la válvula de secuencia y vuelva al tanque hidráulico la válvula makeup venteada se mueve para permitir que el aceite que es dirigido al lado vástago de los cilindros de levante fluya al tanque hidráulico. Cuando la válvula makeup se mueve fuera de su asiento, el aceite que fluye al lado vástago del cilindro pasa a través de la makeup al tanque. Al mismo tiempo, ambos lados del cilindro están abiertos al tanque permitiendo que el balde flote sobre el piso. También, el carrete de levante abre un pasaje para el aceite en el lado cabeza del cilindro hacia el tanque de implementos.

La bobina detent sujeta la palanca de control en posición FLOTANTE hasta que es sacada de esta posición o la corriente a la bobina detent es interrumpida.

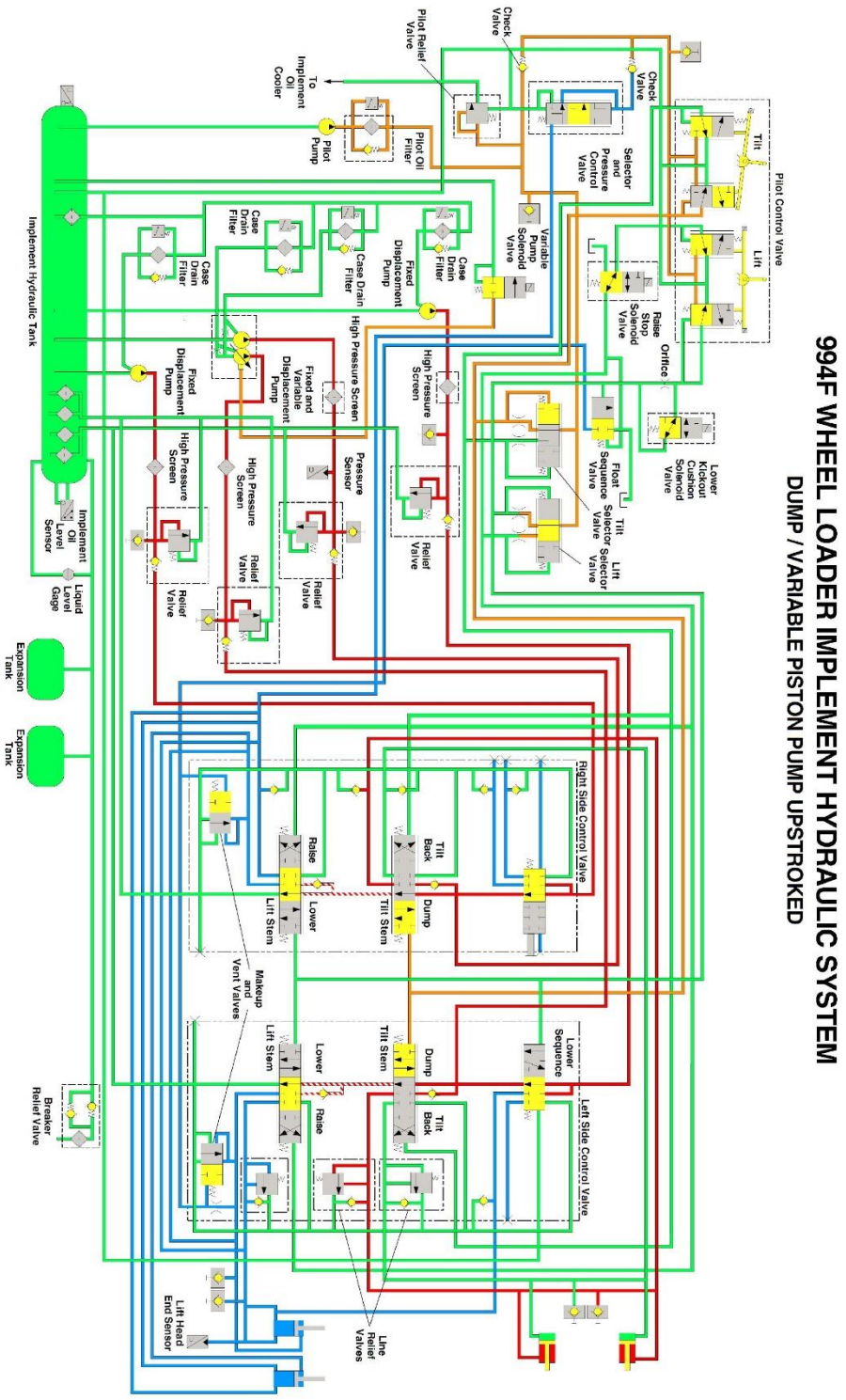


Figura 47

Por

Esta ilustración muestra el flujo hidráulico con la palanca de control en la posición DESCARGA y la bomba variable en máximo flujo.

Cuando la palanca de control está en la posición DESCARGA, el aceite piloto es dirigido al lado de descarga del carrete de inclinación. También, aceite piloto fluye a la válvula selectora. Como la presión piloto en la válvula selectora aumenta, la válvula selectora se mueve a la derecha. El flujo de aceite piloto a través de la válvula selectora es bloqueado. Todo el aceite piloto es dirigido al lado de descarga del carrete de inclinación. La fuerza de la presión de aceite causa que este se mueva contra los resortes centradores a la posición de DESCARGA. El carrete de inclinación envía aceite de suministro al lado vástago de los cilindros.

El circuito de descarga está equipado con válvulas makeup. Como la velocidad de rotación del balde sobre el pasador B aumenta, el efecto de gravedad en el balde cambia la fuerza desde el lado vástago al lado cabeza del cilindro. La bomba de implementos no es capaz de suministrar el aceite requerido. Hay vacío en el lado vástago del cilindro. La presión en el circuito de descarga disminuye.
La presión del tanque en ella válvula makeup es más grande que la presión en el lado vástago del cilindro. La válvula sale de su asiento y el aceite de retorno desde el lado cabeza del cilindro de inclinación fluye al lado vástago para llenar el vacío.

1.3 Circuito Hidráulico de Implemento de perforadoras

Figura 48

Perforadora subterránea (Por gentileza de Sandvik)

Controles del sistema de perforación THC
Controles del sistema de perforación THC, brazos tb y b26f

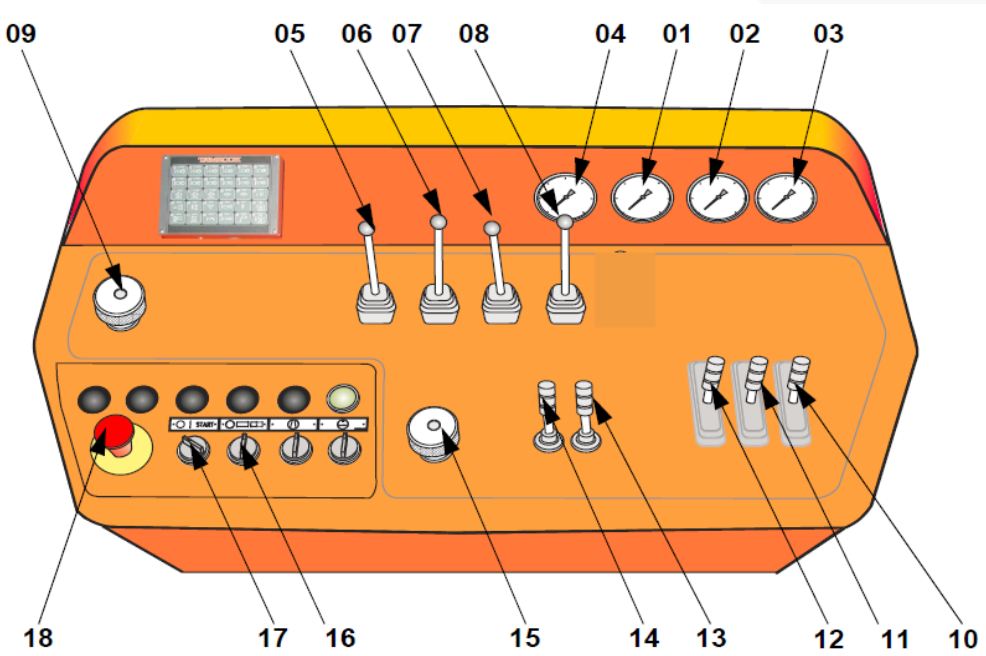
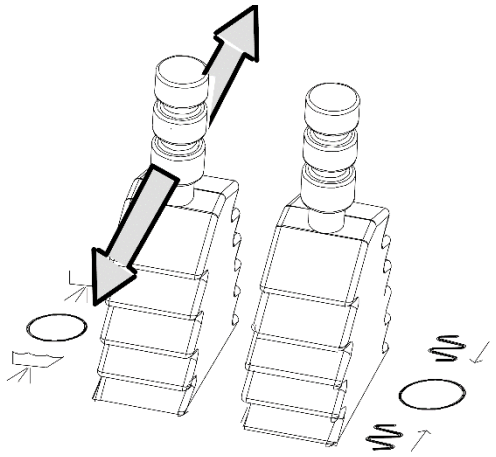


Figura 49

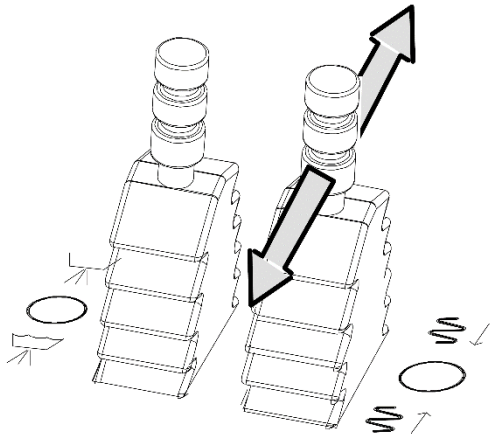
(Por gentileza de Sandvik)

1- Manómetro de presión de la rotación **2- Manómetro de presión de la percusión** **3- Manómetro de presión del avance** **4- Manómetro de presión del agua** **5- Palanca de elevación y oscilación del brazo** **6- Palanca del acercamiento y rotación de la cabeza del brazo** **7- Palanca de la inclinación y oscilación del avance** **8-** Palanca de la extensión y divergencia del avance	**9 -Pomo de control de la velocidad de rotación.** **10 Palanca de control de la rotación** **11 Palanca de control de la percusión** **12 Palanca de control del avance.** **13 Palanca de control de avance rápido** **14 Palanca de control de barrido** **15 Pomo de control de la presión del avance** **16 Interruptor del retorno automático** **17 Interruptor del bloque de alimentación** **18 Botón de parada de emergencia**



Presione la palanca hacia delante para activar el barrido por aire.

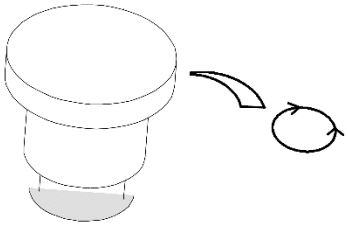
Tire de la palanca hacia atrás para activar el barrido con agua.



Presione la palanca hacia delante para activar el avance rápido hacia atrás.

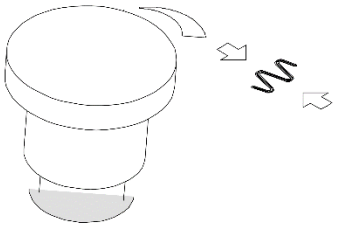
Tire de la palanca hacia atrás para activar el avance rápido hacia delante.

Figura 50



Gire en el sentido de las agujas del reloj para incrementar la velocidad de rotación.

Gire en el sentido contrario a las agujas del reloj para disminuir la velocidad de rotación.



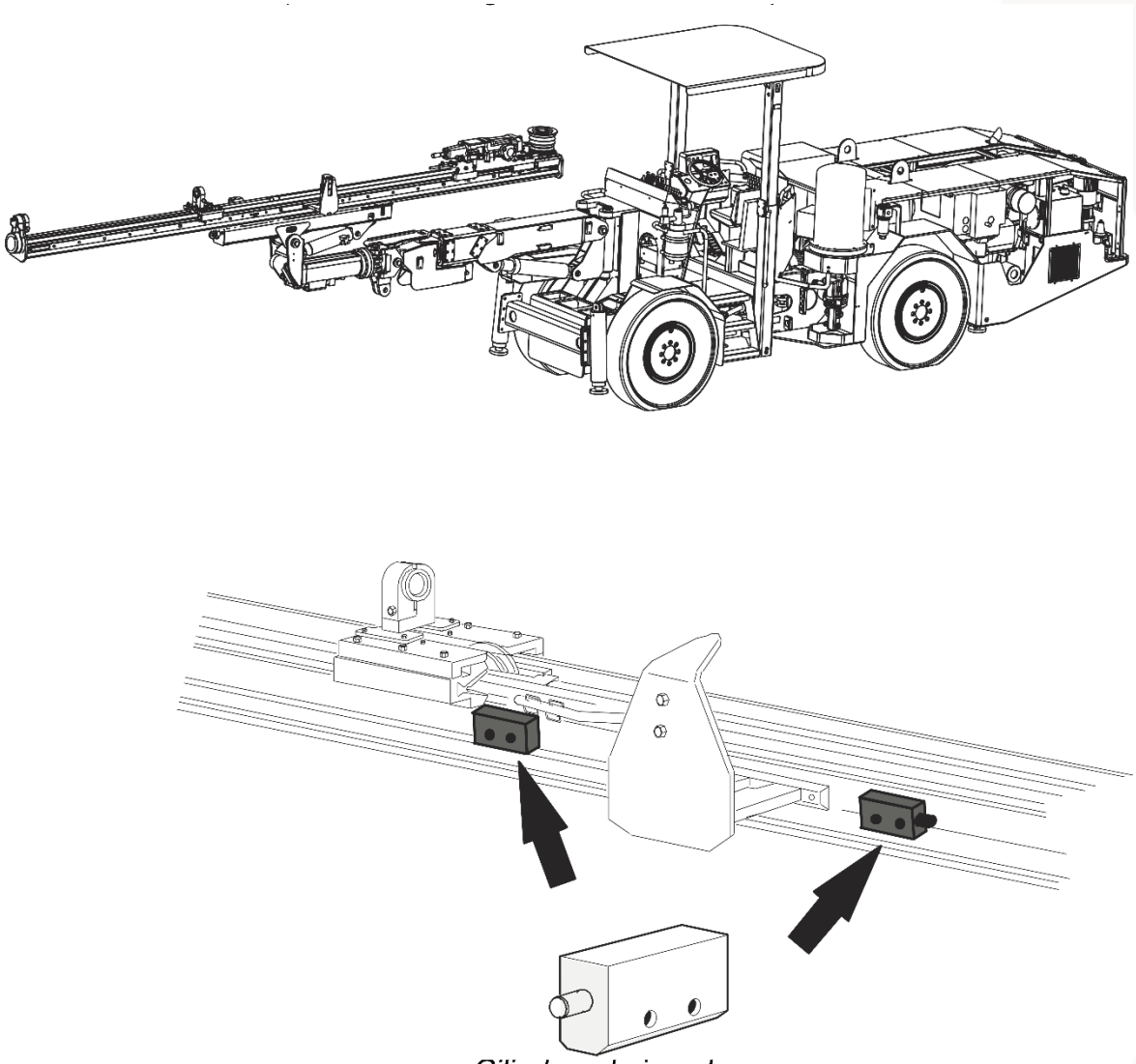
Gire en el sentido de las agujas del reloj para incrementar la presión de avance.

Gire en el sentido contrario a las agujas del reloj para disminuir la presión de avance.

Figura 51

Generalidades

El sistema del automatismo de retorno se controla mediante cilindros de impulso. Antes de realizar cualquier ajuste o trabajo de mantenimiento, identifique la estructura del automatismo de retorno (consulte el diagrama a continuación).



Cilindros de impulso
Figura 52
(Por gentileza de Sandvik)

Sistema hidráulico con automatismo de retorno controlado por cilindro de impulso

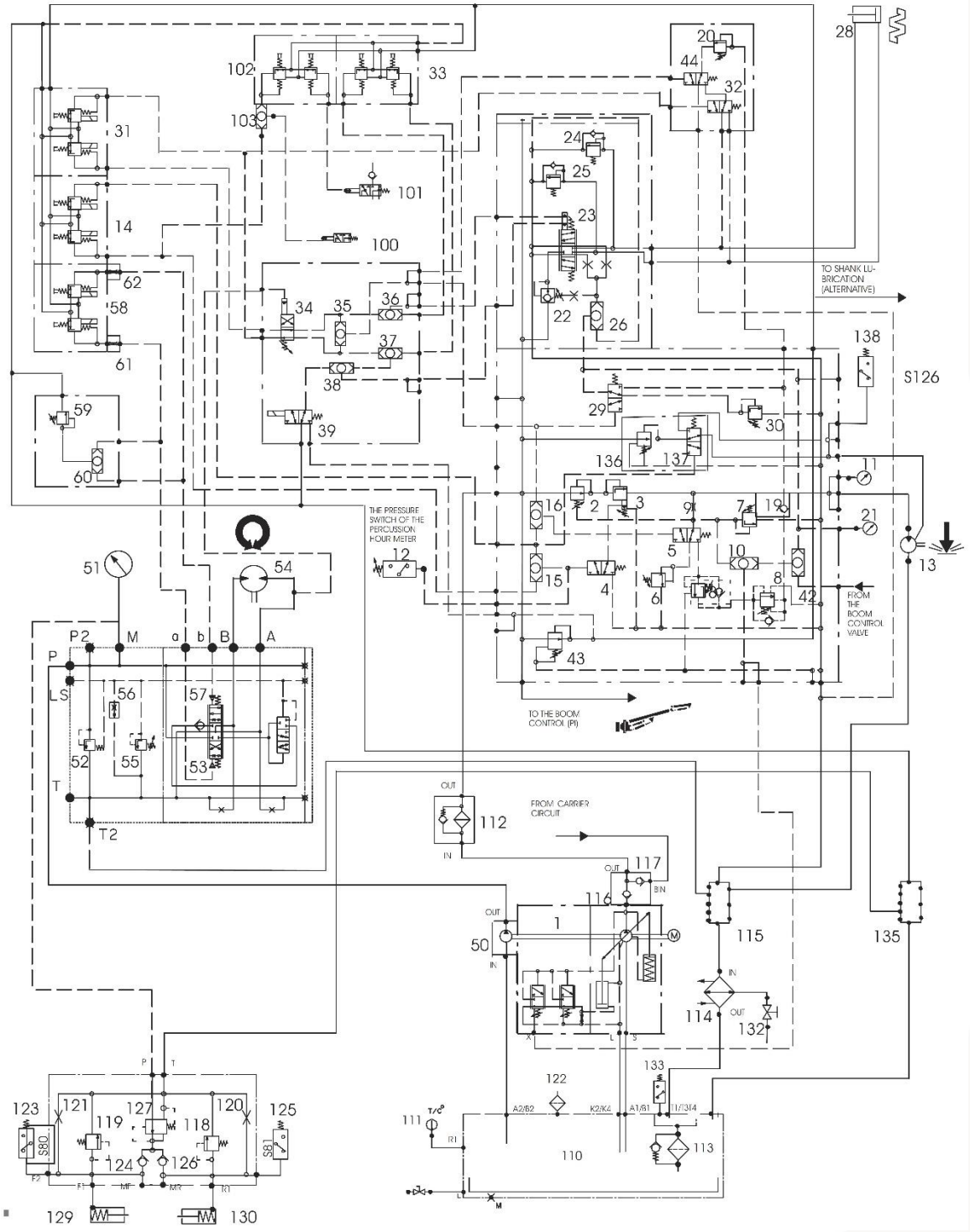


Figura 53

1	Bomba de caudal variable	Salida para la percusión, el avance, los sistemas hidráulicos del brazo y el control de pilotaje
2	Compensador de presión del con- ducto de percusión	Mantiene una presión de percusión constante, independiente- mente de las variaciones que se puedan dar en la presión de entrada
3	Válvula principal de percusión	Flujo de aceite de control que se dirige al martillo perforador, controlado por la válvula del selector de percusión (4)
4	Válvula del selector de percusión	Abre y cierra la válvula principal de percusión (3), según la válvula de control de pilotaje (14)
5	Válvula del selector de presión de percusión	Selecciona la percusión a potencia media o máxima
6	Válvula de alivio de presión de percusión a media potencia	Determina el nivel de presión para la potencia media de percusión
7	Válvula de alivio de presión máxima de percusión	Determina la presión máxima de percusión
8	Válvula de control de percusión / avance	Determina la diferencia de presión entre avance y percusión
9	Orificio	Limita el flujo de aceite en el conducto LS de percusión
10	Válvula de lanzadera	Dirige la percusión, el avance o la señal LS del brazo correspondientes a la bomba de caudal variable
11	Manómetro de presión de la percusión	Indica la presión en el conducto de percusión
12	Presostato	Enciende el horómetro de percusión
13	Mecanismo de percusión	
14	Válvula de control de pilotaje de percusión	Acciona la percusión para la perforación y el aflojamiento de la rosca
15	Válvula de lanzadera	Dirige la presión desde la válvula de pilotaje de percusión (14) a la válvula del selector de percusión (4)
16	Válvula de lanzadera	Dirige la presión desde la válvula de pilotaje de percusión (14) o la válvula de pilotaje de avance (31) a la válvula del selector de presión (5)
18	Válvula secuencial	Determina el valor mínimo de presión de percusión cuando se está realizando una perforación a máxima potencia
19	Válvula de no retorno	Evita que el flujo de aceite de la presión de avance se dirija al conducto LS de percusión
20	Válvula de regulación de la presión de avance	Determina la presión de avance para el emboquillado y la perforación a máxima potencia, que influye no sólo en la presión de avance, sino también en la de percusión (control de la percusión / avance)
21	Manómetro de avance	Indica la presión de avance
22	Compensador de presión del con- ducto de avance	Mantiene una presión de avance constante, independiente- mente de las variaciones que se puedan dar en la presión de entrada

23	Válvula direccional de avance	Dirige el flujo de aceite al avance según las válvulas de pilotaje (31) y (33)
24	Válvula de alivio de presión máxima del conducto de avance B	
25	Válvula de alivio de presión máxima del conducto de avance A	
26	Válvula de lanzadera	Dirige el flujo de aceite del conducto LS de la válvula direccional de avance
28	Cilindro de avance	
29	Válvula del selector del conducto LS de avance	Selecciona una presión de avance normal o rápida según las válvulas de pilotaje (31) y (33)
30	Válvula de alivio de presión máxima de avance rápido	Determina la presión máxima para el movimiento de avance rápido
25	Válvula de alivio de presión máxima del conducto de avance A	
26	Válvula de lanzadera	Dirige el flujo de aceite del conducto LS de la válvula direccional de avance
28	Cilindro de avance	
29	Válvula del selector del conducto LS de avance	Selecciona una presión de avance normal o rápida según las válvulas de pilotaje (31) y (33)
30	Válvula de alivio de presión máxima de avance rápido	Determina la presión máxima para el movimiento de avance rápido
25	Válvula de alivio de presión máxima del conducto de avance A	
26	Válvula de lanzadera	Dirige el flujo de aceite del conducto LS de la válvula direccional de avance
31	Válvula de control de pilotaje de avance	Determina la dirección y la velocidad de avance y ajusta la percusión para que la perforación se realice a máxima potencia
32	Válvula del selector para el circuito de retorno del conducto LS de avance	Selecciona automáticamente el conducto de retorno adecuado para el avance hacia delante / marcha atrás
33	Válvula de control de pilotaje de avance rápido	Determina la velocidad y la dirección del avance rápido
34	Válvula de anti atranque	Controla la dirección del avance en situación de anti atranque
35	Válvula de lanzadera	Dirige la información sobre la válvula de pilotaje de avance (31) a la válvula del selector de presión de percusión (5) y a la válvula del selector del conducto LS de avance (29)
36	Válvula de lanzadera	Dirige la información sobre la válvula de pilotaje de avance (31) a la válvula del selector de presión de percusión (5) y a la válvula del selector del conducto LS de avance (29)
37	Válvula de lanzadera	Dirige la información sobre la válvula de pilotaje de avance (31) o la válvula de control de avance rápido (33) a la válvula direccional de avance (23) (avance

		en marcha atrás)
38	Válvula de lanzadera	Dirige la información sobre la válvula de pilotaje de avance (31), la válvula de pilotaje de avance rápido (33), o el automatismo de retorno a la válvula direccional de avance (23)
39	Válvula del selector del automatismo de retorno	Controla la válvula direccional de avance (23) según el valor establecido por la válvula de regulación de la presión de pilotaje (43)
42	Válvula de lanzadera	Dirige la señal LS del circuito del brazo o del avance, a la bomba de caudal variable
43	Válvula de regulación de la presión del pilotaje	Ajusta la presión del circuito de pilotaje
44	Válvula direccional	Dirige el flujo de aceite hacia el depósito o hacia el circuito de avance
50	Bomba de engranajes	Salida del flujo de aceite hacia el circuito de rotación
51	Manómetro de rotación	Indica la presión de rotación
52	Compensador de presión	Mantiene un valor constante de presión de rotación, independientemente de la carga
53	Válvula direccional de rotación	Controla el flujo de aceite que se dirige al motor de rotación (54)
54	Mecanismo de rotación	
55	Válvula de alivio de presión máxima de rotación	Determina la presión máxima del conducto de rotación
56	Válvula de control de flujo	
57	Válvula de no retorno	Evita que el flujo de aceite vuelva a la bomba (50)
58	Válvula de control de pilotaje de rotación	Determina la dirección de la rotación
59	Válvula de regulación de la velocidad de rotación	Ajusta la velocidad de rotación al valor deseado
60	Válvula de lanzadera	Dirige la información relativa a la presión del control de pilotaje a la válvula de regulación de velocidad de rotación (59)
61	Orificio	Limita el flujo de aceite que se dirige a la válvula direccional de rotación (53) y a la válvula de regulación de velocidad de rotación (59)
62	Orificio	
100	Válvula de control de agua	Controla el flujo de agua que se dirige al martillo perforador
101	Válvula de control de aire	Controla el flujo de aire que se dirige al martillo perforador
102	Válvula del selector para el barrido independiente	Abre / cierra la válvula de control de aire o agua
103	Válvula de lanzadera	Acciona el barrido por agua, ya sea individual o automático
110	Depósito de aceite hidráulico	
111	Indicador de temperatura del aceite hidráulico	
112	Filtro de presión	Filtra el aceite procedente de la bomba de caudal variable (1)
113	Filtro de aceite de retorno	Filtra el aceite de retorno procedente de la perforación y del sistema hidráulico del portador

114	Refrigerador	Refrigerador de aceite para los flujos de retorno de los sistemas hidráulicos del portador y la perforación
115	Pieza de recogida	Para los flujos de retorno de los sistemas hidráulicos del portador y la perforación
116	Válvula de retención	Evita que el flujo de aceite vuelva a la válvula de caudal variable
117	Válvula de retención	Evita que el flujo de aceite pase del control de perforación al circuito del portador
118	Válvula de alivio de presión	Determina el nivel de presión para el cilindro de impulso del límite trasero
119	Válvula de alivio de presión	Determina el nivel de presión para el cilindro de impulso del límite delantero
120	Orificio	Estabiliza la presión del cilindro de impulso del límite trasero
121	Orificio	Estabiliza la presión del cilindro de impulso del límite delantero
122	Filtro de aire / depósito hidráulico	
123	Presostato	Controla la presión del cilindro de impulso del límite delantero
124	Válvula de retención	Evita el flujo de retorno del cilindro de impulso del límite delantero
125	Presostato	Controla la presión del cilindro de impulso del límite trasero
126	Válvula de retención	Evita el flujo de retorno del cilindro de impulso del límite trasero
127	Regulador de presión / válvula de alivio	Limita la presión de avance para el circuito de impulso del límite delantero y trasero
129	Cilindro de impulso delantero	
130	Cilindro de impulso trasero	
132	Válvula de bola	Proporciona una refrigeración extra
133	Presostato	Controla la presión mínima en la cámara de presión
135	Pieza de recogida	Para los flujos hidráulicos de retorno del circuito despresurizado
136	Válvula de alivio y reducción de la presión (opcional)	Ajusta la presión del estabilizador al valor deseado
137	Válvula de control (opcional)	Controla la presión del estabilizador

Funcionamiento del sistema

Temperatura del aceite en la perforación
Tras el arranque en frío y antes de iniciar la perforación, el aceite hidráulico debe calentarse a temperatura de perforación. Esto se puede conseguir utilizando, por ejemplo, un calefactor eléctrico de aceite en el depósito.

La temperatura recomendada del aceite en la perforación está entre 40 -60 grados (dependiendo del tipo de aceite).

Lectura de los diagramas
Se han utilizado los siguientes colores en los diagramas hidráulicos para explicar las diferentes operaciones de perforación.

Azul - percusión Guion azul - conducto de retorno de la percusión

Guion cortó azul - conducto LS de percusión

Rojo - avance Guion rojo - conducto de retorno del avance

Guion corto rojo - conducto LS del avance

Verde - rotación Guion verde - conducto de retorno de la rotación

Guion corto verde - conducto LS de la rotación

Amarillo - control de pilotaje Guion amarillo - conducto de retorno de pilotaje

Guion corto amarillo - conducto de pilotaje

Marrón - automatismo de retorno Guion marrón - conducto de retorno del automatismo de retorno

Violeta - estabilizador Guion violeta - conducto de retorno del estabilizador

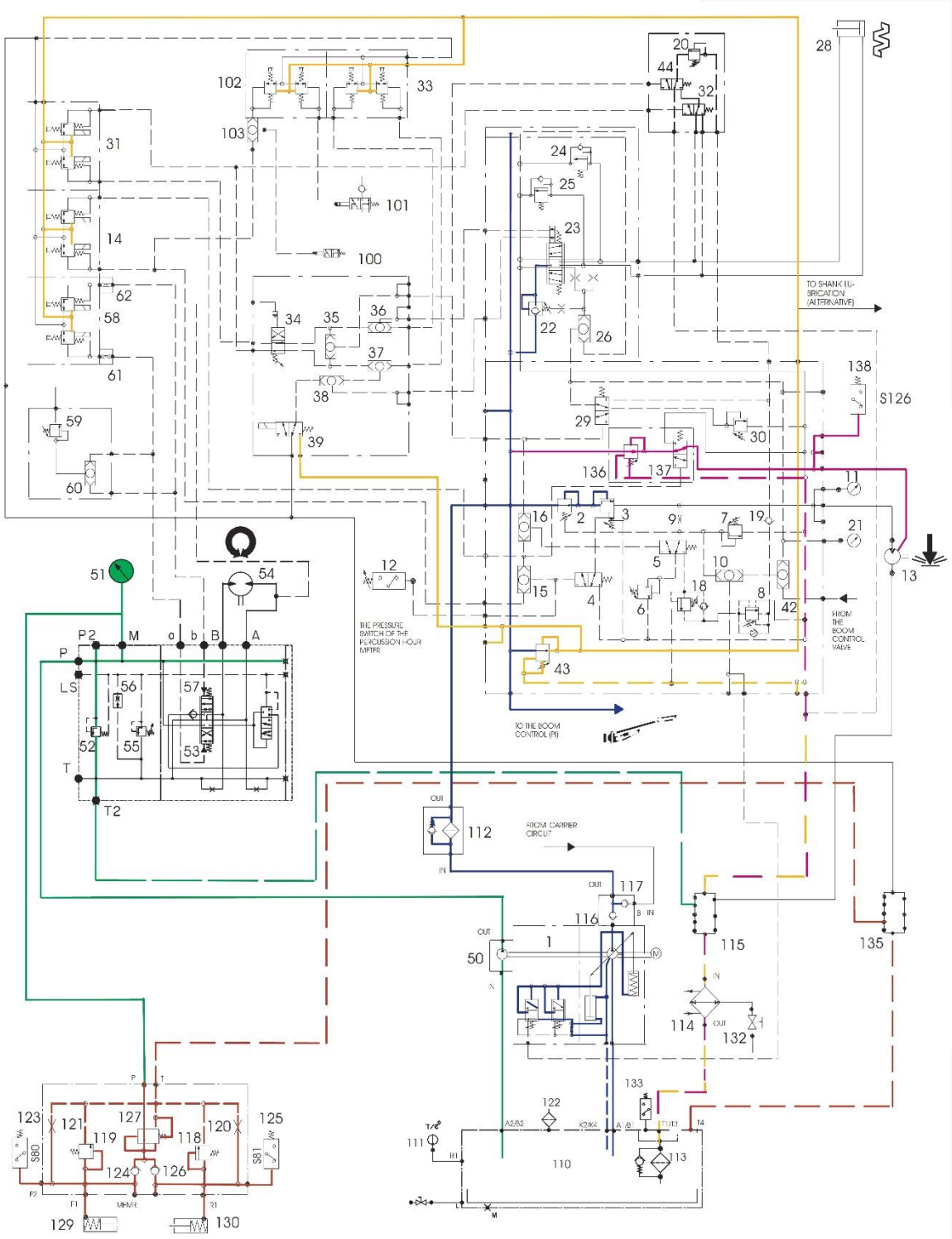


Figura 54

Por gentileza de Sandvik

Circulación libre
El término libre circulación se refiere a una situación en la que está funcionando el motor diésel, pero no se utilizan los accionadores hidráulicos.

Circuito de rotación
La bomba de rotación (50) succiona el aceite del depósito (110) y lo bombea al circuito de rotación. El flujo de aceite producido por la bomba de rotación (50) fluye a través de la válvula de libre circulación (52) de la válvula direccional de rotación (53), el colector de aceite (115), el refrigerador (114) y el filtro de aceite de retorno (113) y se dirige al depósito (110).

Circuitos de avance y percusión
La bomba de caudal variable (1) toma aceite a través de la conexión de admisión del depósito (110) y lo bombea a los circuitos del avance y la percusión. Como no se produce consumo de aceite en estos circuitos durante la circulación libre, esto significa que tampoco existe presión en el conducto de detección de carga. El plato oscilante de la bomba (1) se encuentra en el ángulo 0 y la bomba (1) está solamente manteniendo cierta presión (presión de reserva) en el conducto de presión. La presión de reserva está regulada por el controlador de flujo de la bomba (1).
La válvula de alivio y de regulación de la presión (43) regula la presión del conducto de pilotaje.

Rotación, avance y percusión

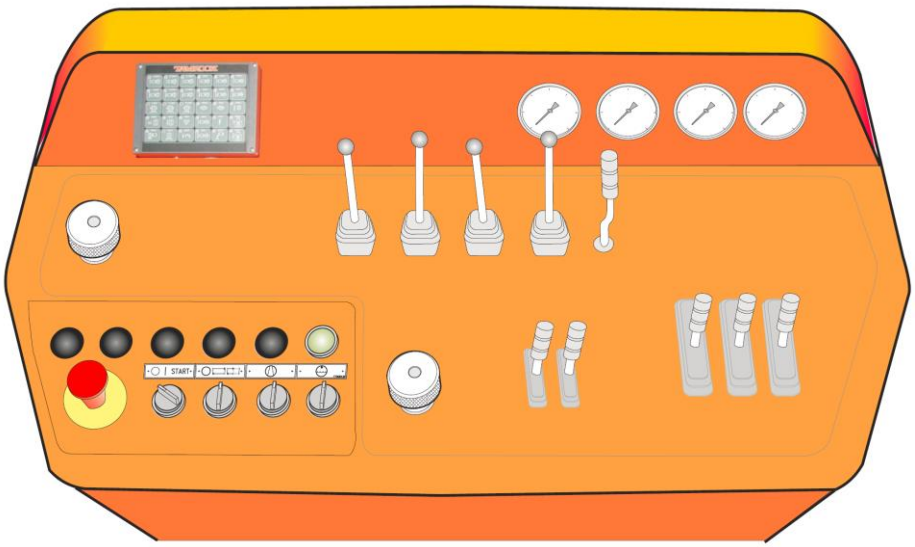


Figura 55

(Por gentileza de Sandvik)

Cuando la palanca de control de la válvula de control de pilotaje de rotación (58) se bloquea en posición trasera (rotación en sentido anti horario), la presión de pilotaje

podrá llegar al puerto a de la válvula direccional de rotación (53) y el puerto P1 de la válvula de regulación de la velocidad de rotación (59).

Cuando la válvula de control de pilotaje de rotación (58) se bloquea en posición trasera, la presión de pilotaje llega al puerto a de la válvula direccional de rotación (53) y al puerto P1 de la válvula de regulación de la velocidad de rotación (59). El aceite producido por la bomba de rotación fluirá ahora hacia la válvula direccional de rotación (53), el compensador de 3 sentidos (52), el manómetro de rotación (51), la válvula de antiatranque (34) y el motor de rotación del martillo de perforación (54). En este caso, el compensador de tres vías (52) se acciona e intenta mantener la velocidad de rotación del martillo perforador ajustada al valor establecido con la válvula de regulación (59).

El flujo de retorno del motor de rotación (54) atraviesa las conexiones B y T de la válvula direccional de rotación (53), la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y el filtro de aceite de retorno (113), hasta llegar al depósito (110).

El aceite de fuga de la válvula de control de pilotaje de rotación (58) y la válvula de regulación de la velocidad de rotación (59) se dirigirá primero a la pieza de recogida (135) y de ahí al depósito de aceite hidráulico (110).

El aceite fluye también desde la conexión (X) de la válvula direccional de rotación (53) a la conexión (P) del bloque de control del automatismo de retorno. Desde aquí el aceite fluye a través de la válvula de alivio y reductora de presión (129) y de la válvula de no retorno (124) al conmutador de presión (123), a la válvula de alivio de presión (119) y al cilindro de impulso delantero (129), a través de la válvula de no retorno (126) al conmutador de presión (125), a la válvula de alivio de presión (118) y al cilindro de impulso trasero (130). El aceite también fluye a través de los orificios (121) y (120) hacia el colector de aceite (135). Desde aquí el aceite fluye hasta llegar al depósito de aceite hidráulico (110).

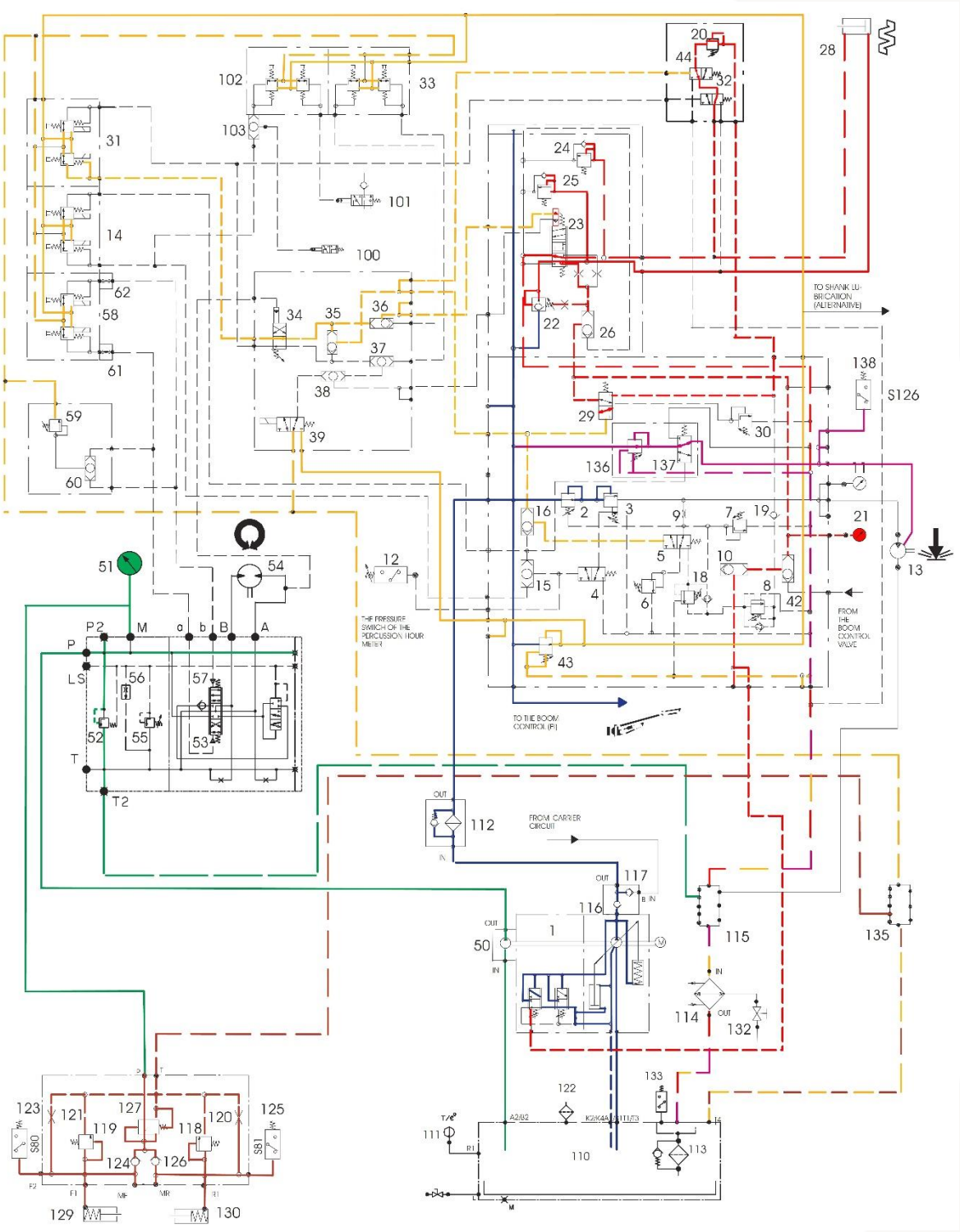


Figura 56
(Por gentileza de Sandvik)

Avance

Cuando la palanca de control de la válvula de control de pilotaje del avance (31) se bloquea en dirección trasera (avance hacia delante), la presión de control de pilotaje

podrá llegar al conducto de control de la válvula direccional de avance (23) a través de la válvula de antiatranque (34) y de la válvula de lanzadera (36). Por otro lado, la presión de pilotaje también entra en la válvula del selector del conducto LS del avance (29) a través de la válvula de lanzadera (35) y a la válvula del selector de presión de percusión (5) a través de la válvula de lanzadera (16). Además, la presión de pilotaje actúa sobre la válvula direccional (44) a través de la válvula lanzadera (35).

El aceite producido por la bomba de caudal variable (1) fluye a través de la válvula sin retorno (116) y el filtro de presión (112) hacia el puerto P1 del bloque de control de perforación. Desde este punto el aceite continúa fluyendo a través del compensador de presión del conducto del avance (22) del carrete de control de la válvula direccional del avance (23) y, desde ahí, a la válvula de alivio de presión máxima del conducto A del avance (25) y a través del conector A hacia el cilindro del avance (28). Desde la válvula direccional de avance (23) el aceite fluye hacia la carcasa del muelle del compensador de presión del conducto de avance (22) y a través de la válvula de lanzadera (26) y la válvula del selector del conducto LS de avance (29) hacia la válvula de regulación de la presión de avance (20). Tras la válvula de lanzadera (26), el aceite también puede fluir hacia el manómetro de avance (21) y a través de las válvulas de lanzadera (42) y (10) hacia la válvula de control de flujo de la bomba de caudal variable (1).

Desde el conector P1 del bloque de control de la perforación, el aceite puede fluir hacia la válvula de regulación de la presión de pilotaje (43) y, desde ahí, hasta la válvula de control de pilotaje de rotación (58), la válvula de control de pilotaje de percusión (14), la válvula de control de pilotaje de avance (31), la válvula de selección de barrido individual (102), la válvula de control de pilotaje de avance rápido (33), la válvula del selector del automatismo de retorno (39) y la unidad de lubricación del adaptador.

El aceite del cilindro de avance (28) fluye hacia la conexión B de la válvula direccional del avance (23) y desde ahí, a la válvula de alivio de presión máxima del conducto B del avance (24). Desde aquí, el aceite fluye a través del conector del depósito T3 del bloque de control de perforación hacia la pieza de recogida (115), a través del refrigerador de aceite (114) hacia el filtro de aceite de retorno (113) y el depósito de aceite (110).

El aceite de fuga procedente de la válvula de control de pilotaje del avance (31) se dirige en primer lugar hacia la pieza de recogida (135) y desde ahí hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

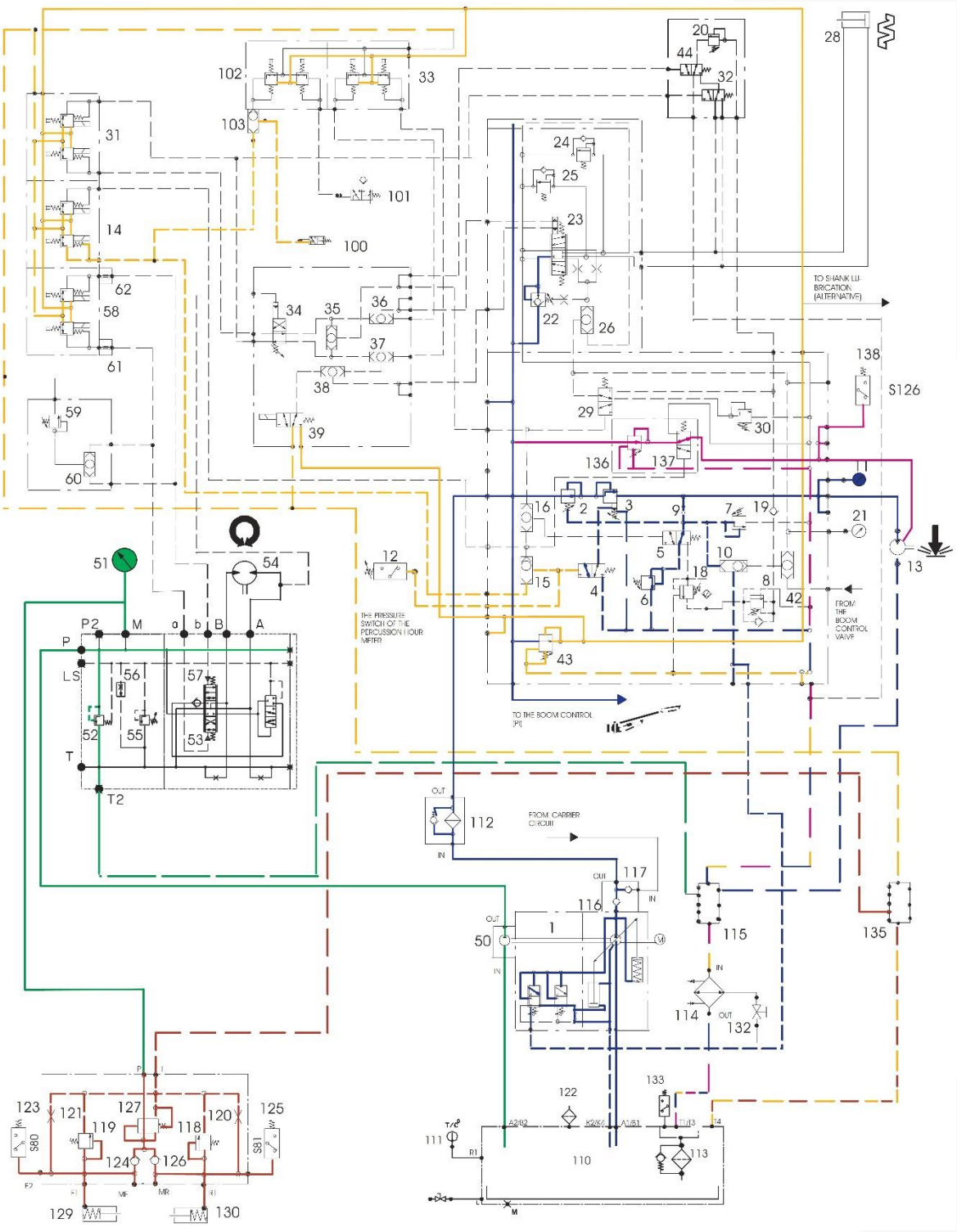


Figura 57
(Por gentileza de Sandvik)

Percusión

Cuando la válvula de control de pilotaje de percusión (14) se bloquea en posición trasera, la presión de control de pilotaje llega a la válvula de control de agua (100) a través de la válvula lanzadera (103), y acciona el barrido por agua.

La presión de control de pilotaje también acciona el presostato (12) del horómetro de funcionamiento y llega a la válvula del selector de percusión (4) a través de la válvula de lanzadera (15). La válvula del selector de presión (4) abre la válvula principal de percusión (3) y el material de salida de la bomba de caudal variable fluye a través de la válvula de no -retorno (116), el filtro de presión (112), el compensador (2) y la válvula principal de percusión (3) y se dirige hacia el mecanismo de percusión (13). Además, la presión del circuito de percusión alcanza la válvula de alivio de presión (6) para la percusión a media potencia, atravesando el orificio (9) y la válvula del selector de percusión (5). Tras el orificio (9), la presión también llega al compensador de presión (2) y alcanza el conducto del sensor de carga de la bomba de caudal variable (1) a través de la válvula de lanzadera (10).

Tras la válvula principal de percusión (3), la presión también llega al manómetro de percusión (11).

Después de esto, el flujo de retorno del martillo perforador (13) circula a través de la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y del filtro del aceite de retorno (113) hacia depósito de aceite hidráulico (110). El aceite de fuga procedente de la válvula de control de pilotaje de percusión (14) se dirige en primer lugar hacia la pieza de recogida (135) y desde ahí hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

Cuando se utiliza el martillo de perforación con estabilizador, el aceite fluye de la conexión (P1) del bloque de control de la perforación a la válvula de alivio y reductora de presión (136) hasta la válvula de control (137) del estabilizador. La válvula de control (137) del estabilizador se activa al utilizar la función de roscado abierta (la palanca de control de la percusión se encuentra en la posición delantera). En estas situaciones no existe presión de control en el estabilizador y el aceite fluye del estabilizador a través del colector de aceite (115), el refrigerador de aceite (114) y el filtro de retorno (113) hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

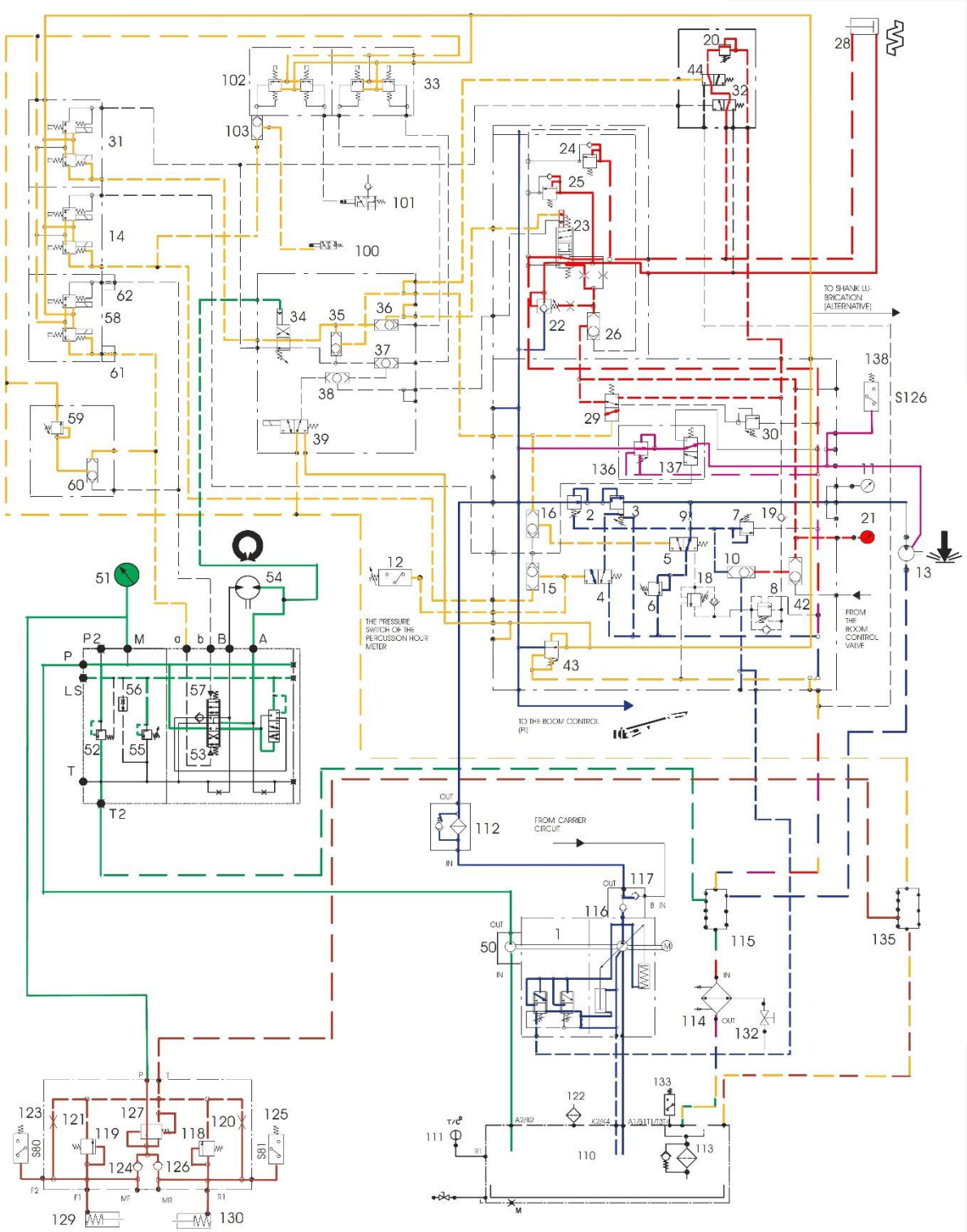


Figura 58
(Por gentileza de Sandvik)

Perforación (Emboquillado)

El emboquillado es la conjunción de rotación, avance y percusión. Para más información acerca de estas funciones, consulte el capítulo “Rotación, avance y percusión”.

Con el sistema THC 560 puede llevar a cabo el emboquillado de manera precisa y suave, usando el avance y la velocidad de rotación progresivos y los ajustes de la presión de avance. Durante el emboquillado, la percusión y el avance están conectados en paralelo.

La palanca de control del avance (31) se usa para seleccionar el emboquillado y la perforación de máxima potencia. La palanca ofrece dos modalidades de funcionamiento: perforación a potencia media y a máxima potencia. Estas dos opciones son independientes a la hora de accionar la palanca y están separadas por un considerable intervalo. La perforación a plena potencia se iniciará al pasar dicho intervalo.
La perforación se inicia al bloquear las palancas de las válvulas de control de pilotaje de la rotación (58) y percusión (14) en la posición trasera. Cuando la palanca de la válvula de control de pilotaje del avance (31) se presiona hacia atrás, el martillo de perforación se mueve a la velocidad deseada hasta que la boca de perforación penetra en la roca suficientemente. La perforación a máxima potencia se inicia al bloquear la palanca de control de la válvula de control de pilotaje del avance (31) en la posición trasera.

Otro método de emboquillado consiste en girar la válvula de regulación de la presión de avance (20) hasta la posición de apertura máxima (en sentido contrario a las agujas del reloj) y, a continuación, bloquear las tres palancas de control (rotación, percusión y avance) en la posición trasera. La perforación comienza a mitad de potencia y continúa así hasta que los valores de perforación vuelven a corresponderse con la perforación a plena potencia al girar la válvula de regulación de la presión de avance (20). Con este método de emboquillado, la percusión y el avance están conectados en serie de manera continuada.

Cuando se utiliza el martillo de perforación con estabilizador, el aceite fluye de la conexión (P1) del bloque de control de la perforación a la válvula de alivio y reductora de presión (136) hasta la válvula de control (137) del estabilizador. La válvula de control (137) del estabilizador no está activada durante el emboquille, la perforación, el automatismo de antiatranque, el automatismo de retorno o el roscado. En esta situación el aceite fluye por la válvula de control (137) al presostato (138) y al estabilizador del martillo perforador.

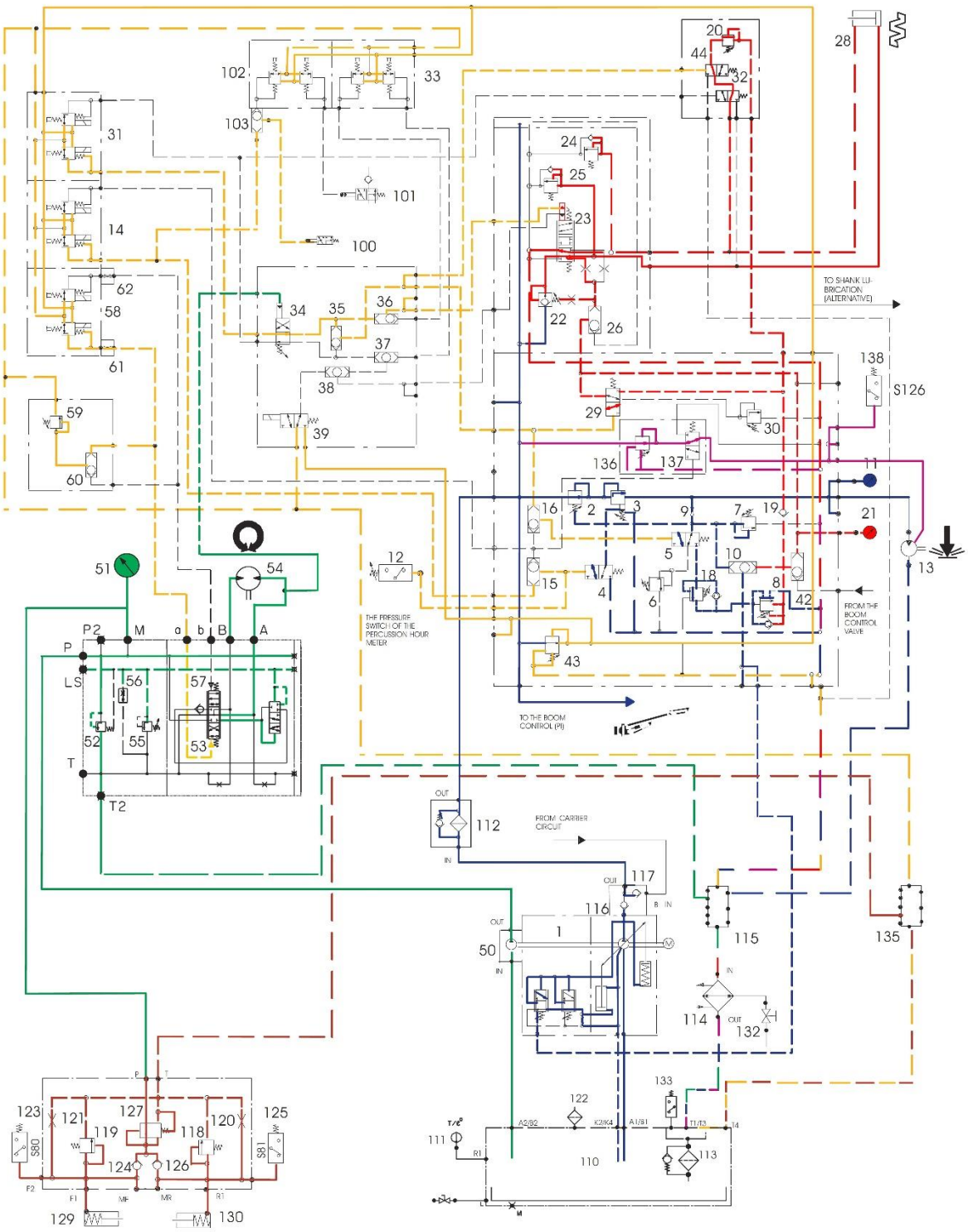


Figura 59
(Por gentileza de Sandvik)

Perforación

Tras haber realizado el emboquillado con resultados satisfactorios, la perforación a máxima potencia se inicia al bloquear la palanca de control de la válvula de control de pilotaje del avance (31) en la posición trasera. La válvula del selector de presión de percusión (5) cambia su posición y abre una conexión a través de la válvula secuencial (18), la válvula de control de percusión / avance (8) y la válvula de no -retorno (19) hacia el circuito LS de avance. A partir de ese momento, la percusión y el avance está conectado en serie y la presión de percusión depende de la presión de avance. La diferencia de presión entre la percusión y el avance viene determinada por la válvula de control de la percusión / avance (8) y la válvula secuencial (18). La presión mínima de percusión viene determinada por la válvula secuencial (18). La presión máxima de percusión viene determinada por la válvula de alivio de presión máxima de percusión (7).

Cuando se utiliza el martillo de perforación con estabilizador, el aceite fluye de la conexión (P1) del bloque de control de la perforación a la válvula de alivio y reductora de presión (136) hasta la válvula de control (137) del estabilizador. La válvula de control (137) del estabilizador no está activada durante el emboquille, la perforación, el automatismo de antiatranque, el automatismo de retorno o el roscado. En esta situación el aceite fluye por la válvula de control (137) al presostato (138) y al estabilizador del martillo perforador.

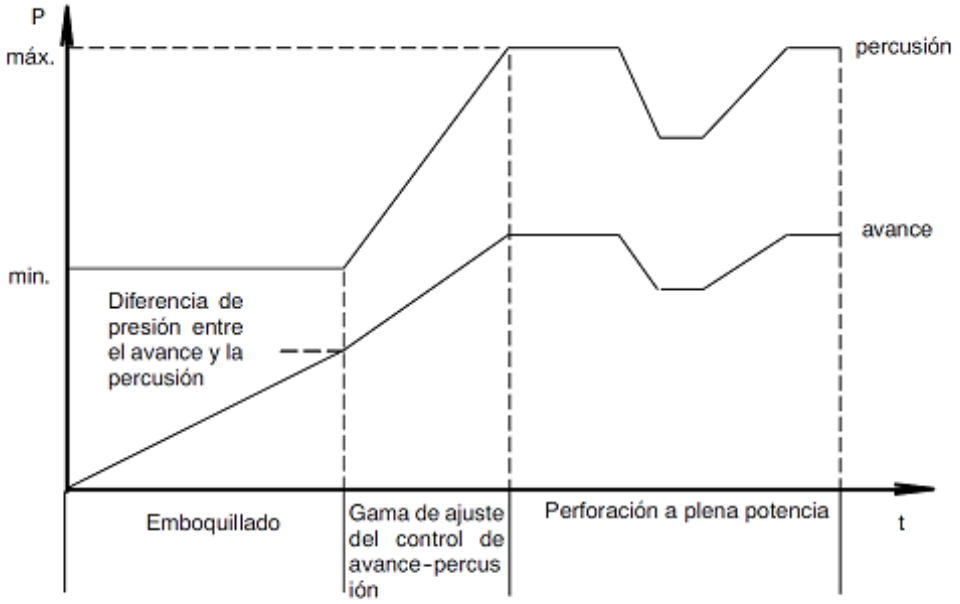


Figura 60

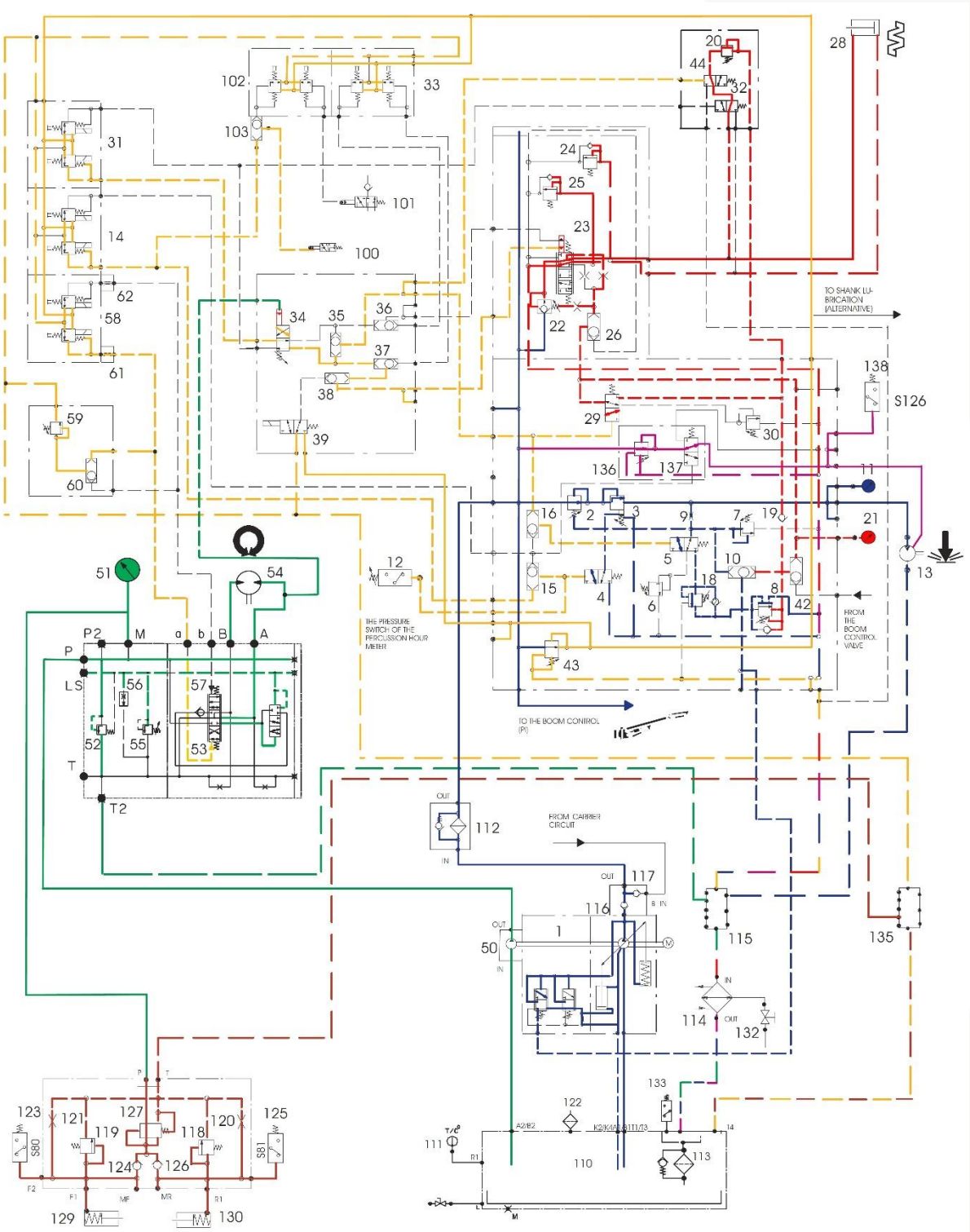


Figura 61
(Por gentileza de Sandvik)

Automatismo antiatraque.
El sistema de antiatraque funciona en los casos en que la presión de rotación de la varilla de perforación supera el valor establecido, debido, por ejemplo, a una fisura en la roca. En esta situación, el funcionamiento del sistema hidráulico difiere del normal, tal y como se explica a continuación:

Cuando la presión de rotación supera el valor establecido con la válvula de antiatraque (34), la válvula (34) cambia de posición. En este momento, la presión del control de pilotaje alcanza el puerto c de la válvula direccional (23) a través de las válvulas de lanzadera (37) y (38). Esto implica que la válvula direccional de avance (23) también cambia de posición y la presión de avance entra en el conducto B de avance, lo que hace que el avance empiece a tirar hacia atrás. La presión de avance también alcanza el conducto del sensor de carga de la bomba de caudal variable (1) a través del canal LS de la válvula direccional del avance (23) y las válvulas de lanzadera (26), (42) y (10). Tras la válvula de no -retorno (26), la presión del conducto de avance LS también alcanza el manómetro de presión (21). Dado que el avance hacia atrás está accionado, la presión de inversión llega al conducto T1 del depósito de la válvula de regulación de la presión de avance (20). En esta situación, la válvula de regulación de la presión de avance (20) no determina la presión de inversión máxima, sino que dicha presión viene determinada por la válvula de regulación de presión máxima (24) del conducto de avance B de la válvula direccional de avance (23).

En la fase de inversión, el martillo de perforación (13) funciona con su máxima potencia de percusión. La presión de percusión viene limitada por la válvula de alivio de presión máxima de percusión (7).

La inversión del avance continuará hasta que la presión de rotación esté por debajo del valor establecido con la válvula de antiatranque (34). A continuación, la válvula antiatranque (34) cambia de posición y la presión de control de la válvula de control de pilotaje (31) alcanza el conducto de control d de la válvula direccional de avance (23) a través de la válvula de lanzadera (36). La válvula direccional de avance (23) cambia de posición y la presión de avance alcanza al conducto A de avance, con lo que el avance se acciona hacia delante. Las presiones de avance y de percusión están por debajo de lo normal, debido a la baja resistencia de avance y al control de avance/percusión. La válvula secuencial (18) no permite que la presión de percusión caiga por debajo del valor mínimo establecido. Las presiones de avance y percusión vuelven a los valores normales establecidos a medida que la resistencia del avance se normaliza.

El flujo de retorno del motor de rotación del martillo perforador (54) atraviesa la válvula direccional de rotación (53), la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y el filtro de aceite de retorno (113), hasta llegar al depósito de aceite hidráulico (110).
El flujo de retorno del mecanismo de percusión (13) circula a través de la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y del filtro del aceite de retorno (113) hacia depósito de aceite hidráulico (110).

El flujo de retorno del cilindro de avance (28) atraviesa la válvula direccional de avance (23), la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y el filtro de aceite de retorno (113), hasta llegar al depósito de aceite hidráulico (110).
El flujo de retorno del bloque de control del automatismo de retorno atraviesa la pieza de recogida (135) y llega hasta el depósito de aceite hidráulico (110).
El aceite de fuga procedente de las válvulas de control de pilotaje (14), (31) y (58) se dirige en primer lugar hacia la pieza de recogida (135) y desde ahí hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

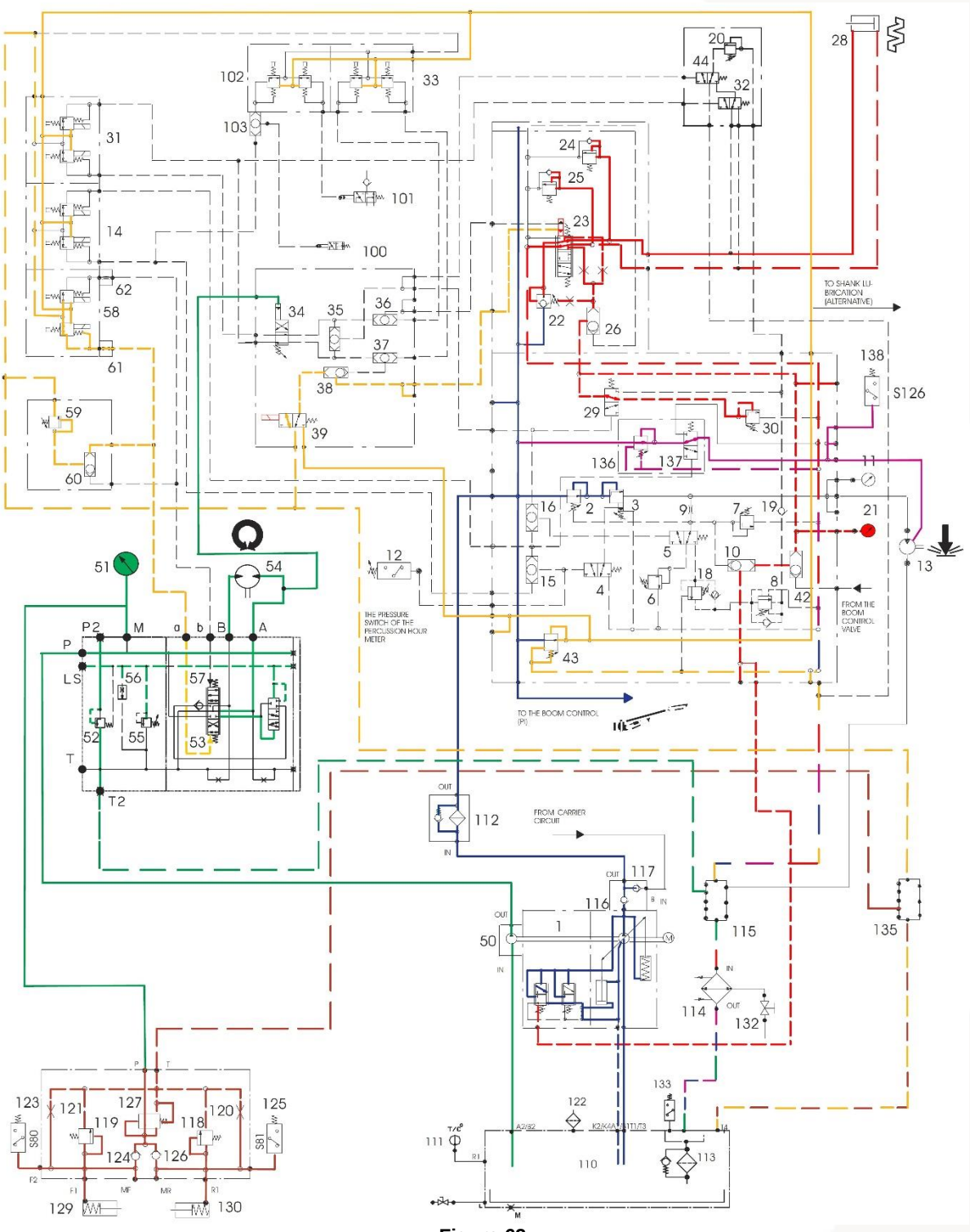


Figura 62
(Por gentileza de Sandvik)

Control de flujo de barrido (opcional)
Generalidades
El flujo de control de barrido es una función opcional. Si necesita hacer uso de esta función, coloque previamente un caudalímetro de agua en el circuito de barrido. El caudalímetro de barrido es individual e independiente para cada uno de los brazos.

Función
Cuando el caudal de agua del circuito de barrido cae por debajo del valor establecido por el caudalímetro (por ejemplo, ausencia de agua o bloqueo de la boquilla de perforación), la válvula selectora del automatismo de retorno (39) activa y deja que la presión de pilotaje llegue, a través de la válvula de lanzadera (38), hasta la conexión (C) de la válvula direccional del avance (23).
Hay presión de pilotaje en las conexiones (c) y (d) de la válvula direccional del avance (23). La presión de pilotaje de la conexión (c) es superior a la de la conexión (d). El carrete de la válvula direccional del avance (23) varía su posición, tras lo cual el martillo perforador inicia su desplazamiento en marcha atrás hasta que el flujo de agua se normalice.

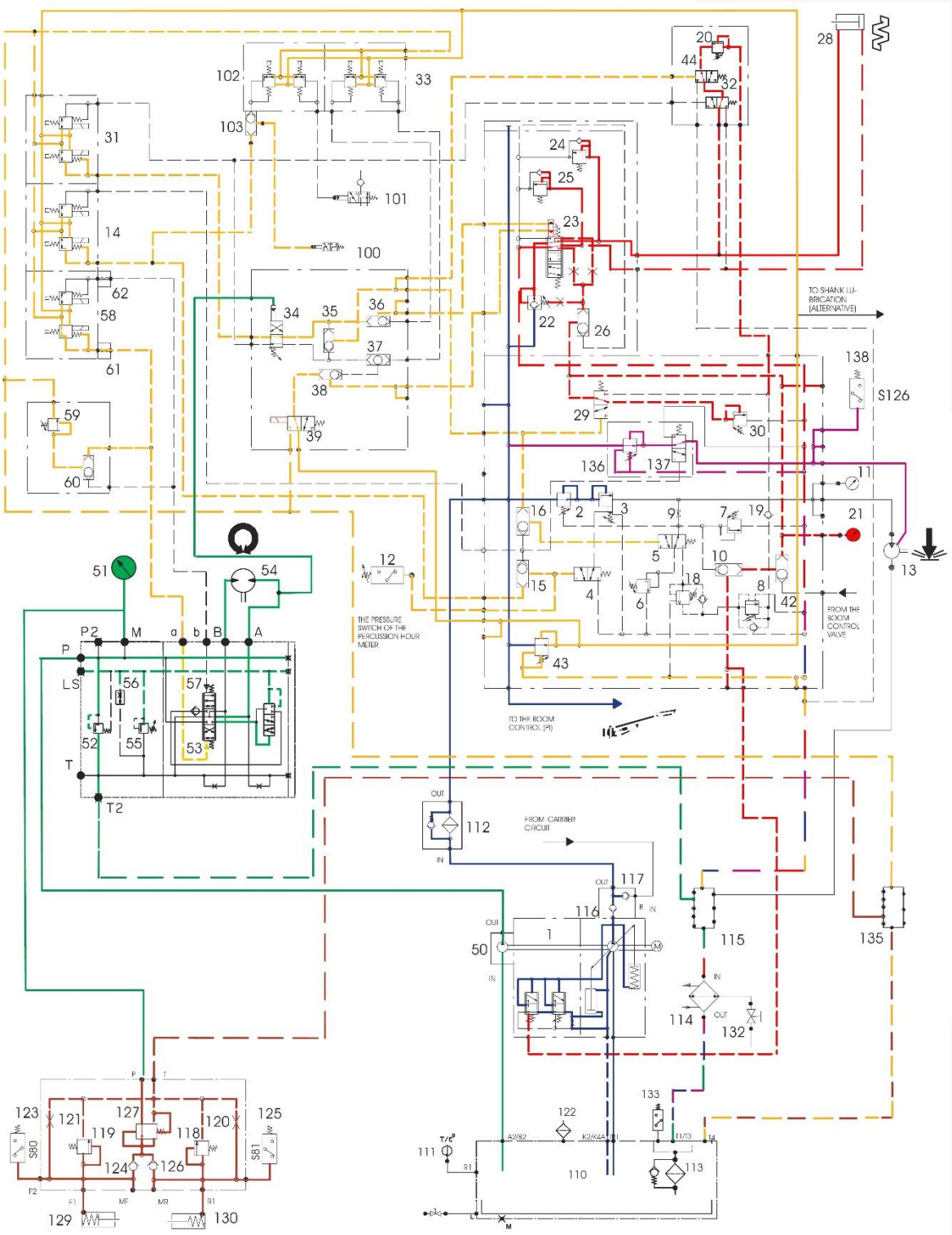


Figura 63
(Por gentileza de Sandvik)

Funciones especiales.
Roscado

El roscado se produce cuando la varilla de perforación se enrosca o desenrosca con un adaptador de martillo de perforación. El roscado se realiza con las palancas de control para la válvula de control de pilotaje de la rotación (58) y la válvula de control de pilotaje del avance (31).

En el roscado, el sistema funciona tal y como se indica a continuación:

Para accionar la rotación, tire hacia atrás de la palanca de control de la válvula de control de pilotaje de rotación (58) (si es necesario, puede ajustar la velocidad de rotación con la válvula de regulación de la velocidad de rotación (59)). Tire de la palanca de la válvula de control piloto del avance (31) hacia atrás para mover el martillo de perforación hacia delante a la velocidad correspondiente al paso de rosca. Mantenga la velocidad de avance constante durante la operación de roscado. La presión de avance se puede ajustar con la válvula de regulación de la presión de avance (20) (se puede tomar la presión de avance normal de perforación como el valor básico).

Las funciones hidráulicas de la rotación y el avance se explican en el capítulo “Rotación, avance y percusión”.

Cuando se utiliza el martillo de perforación con estabilizador, el aceite fluye de la conexión (P1) del bloque de control de la perforación a la válvula de alivio y reductora de presión (136) hasta la válvula de control (137) del estabilizador. La válvula de control (137) del estabilizador no está activada durante el emboquille, la perforación, el automatismo de antiatranque, el automatismo de retorno o el roscado. En esta situación el aceite fluye por la válvula de control (137) al presostato (138) y al estabilizador del martillo perforador.

Precaución
Durante el roscado, la presión de rotación debe mantenerse por debajo de la presión de activación de antiatranque. Si la presión alcanza este valor, la dirección de avance se invierte.

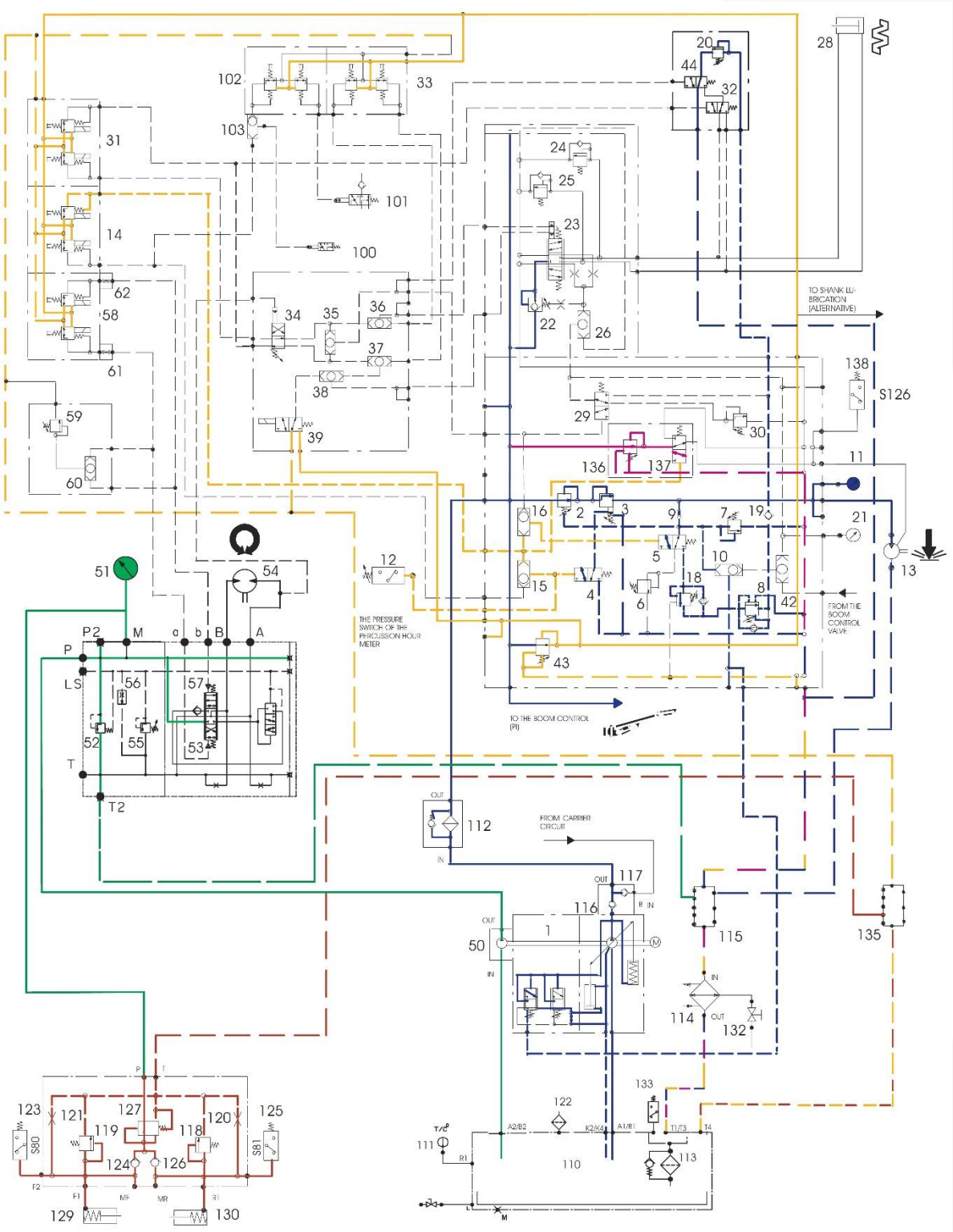


Figura 64
(Por gentileza de Sandvik)

Aflojado de la boca

Cuando la válvula de control de pilotaje de percusión (14) se bloquea en posición delantera, la presión de control de pilotaje llega a la válvula del selector de percusión (4) a través de la válvula de lanzadera (15) y a la válvula del selector de presión de percusión (5) a través de la válvula de lanzadera (16). La válvula del selector de presión de percusión (5) cambia de posición y abre la conexión en serie entre el avance y la percusión. La válvula del selector de percusión (4) abre la válvula principal de percusión (3) y el material de salida de la bomba de caudal variable (1) fluye a través de la válvula de no -retorno (116), el filtro de presión (112), el compensador (2) y la válvula principal de percusión (3) y se dirige hacia el mecanismo de percusión (13). Tras el orificio (9), la presión también llega al compensador de presión (2) y alcanza el conducto del sensor de carga de la bomba de caudal variable (1) a través de la válvula de lanzadera (10). El aceite también fluye a través de la válvula secuencial (18), válvula de seguimiento (8) y válvula de retención (19) hacia la válvula de regulación de presión del avance (20). El nivel de presión de la percusión depende de cómo se ajustó la válvula de regulación del avance (20).

Tras la válvula principal de percusión, la presión también llega al manómetro de percusión (11).

El flujo de retorno del mecanismo de percusión (13) circula a través de la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y del filtro del aceite de retorno (113) hacia depósito de aceite hidráulico (110).

El flujo de retorno de la válvula de regulación del avance (20) pasa por la válvula direccional (44), la pieza de recogida (115), el refrigerador (114) y el filtro de aceite de retorno (113), hasta llegar al depósito de aceite hidráulico (110).

El aceite de fuga procedente de la válvula de control de pilotaje (14) se dirige en primer lugar hacia la pieza de recogida (135) y desde ahí hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

Cuando se utiliza el martillo de perforación con estabilizador, el aceite fluye de la conexión (P1) del bloque de control de la perforación a la válvula de alivio y reductora de presión (136) hasta la válvula de control (137) del estabilizador. La válvula de control (137) del estabilizador se activa al utilizar la función de roscado abierta (la palanca de control de la percusión se encuentra en la posición delantera). En estas situaciones no existe presión en el estabilizador y el aceite fluye del estabilizador a través del colector de aceite (115), el refrigerador de aceite (114) y el filtro de retorno (113) hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

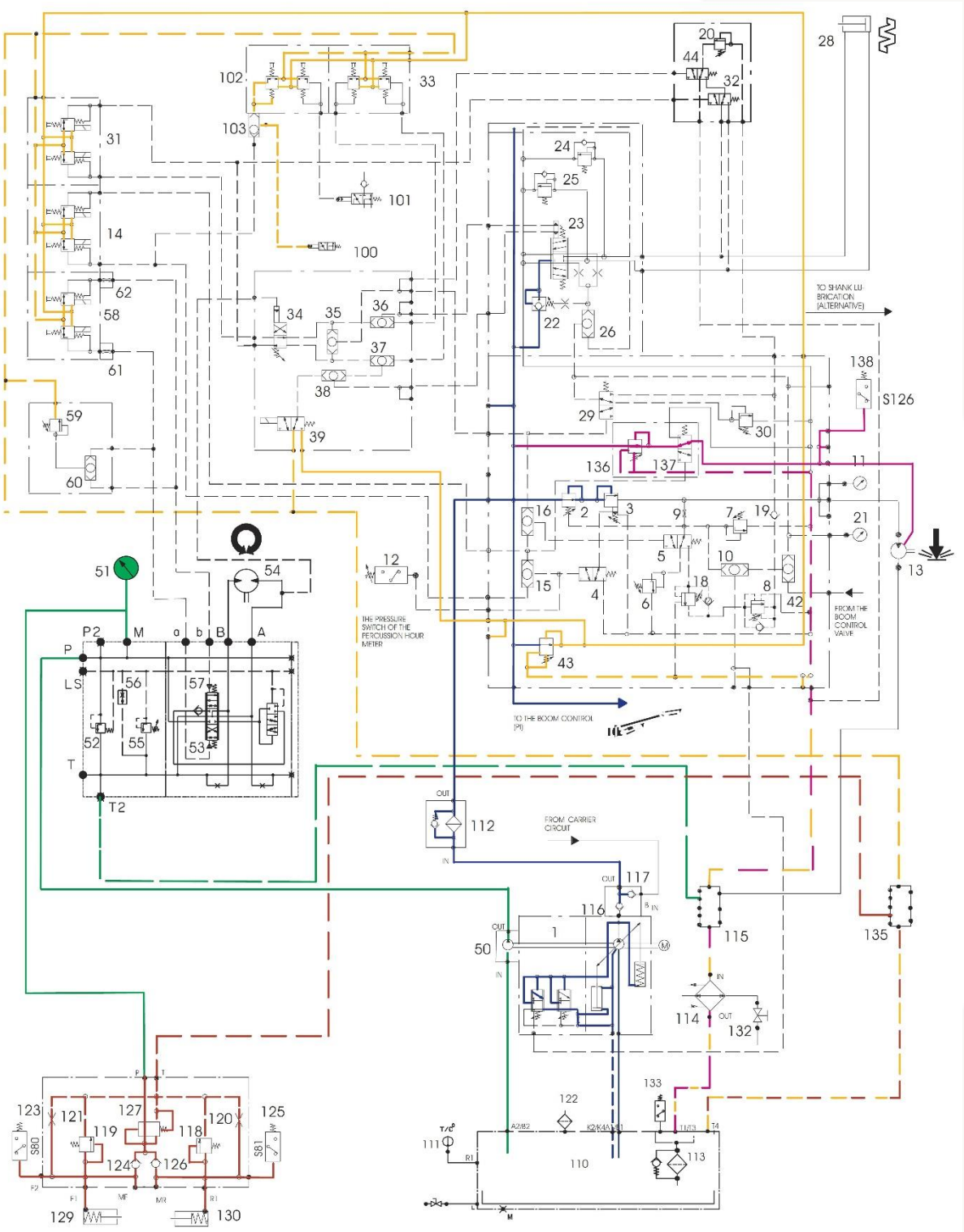


Figura 65
(Por gentileza de Sandvik)

Barrido independiente

El equipo de perforación THC 560 está equipado con una válvula selectora (102) para el barrido independiente. Esto permite realizar el barrido de un barreno con aire o agua como una función independiente tras la perforación real.

La válvula de selector (102) del barrido independiente se puede bloquear para permitir que el barrido se mantenga activado durante más tiempo. Cuando la válvula selectora del barrido independiente está bloqueada en la posición trasera, el barrido con agua se activa, mientras que la posición delantera es para el barrido con aire.

Cuando se selecciona el barrido por agua (válvula de selector 102), la función de barrido independiente se lleva a cabo tal y como se explica a continuación:

Cuando la válvula de selector se bloquea en posición trasera, la presión de la válvula de regulación de presión de control de pilotaje (43) pasa por la válvula de selector de barrido independiente (102) y la válvula de lanzadera (103) hacia la válvula de control de agua (100), y se conecta el barrido por agua.

El aceite de fuga procedente de la válvula de control de pilotaje (102) se dirige en primer lugar hacia la pieza de recogida (135) y desde ahí hacia el depósito de aceite hidráulico (110).

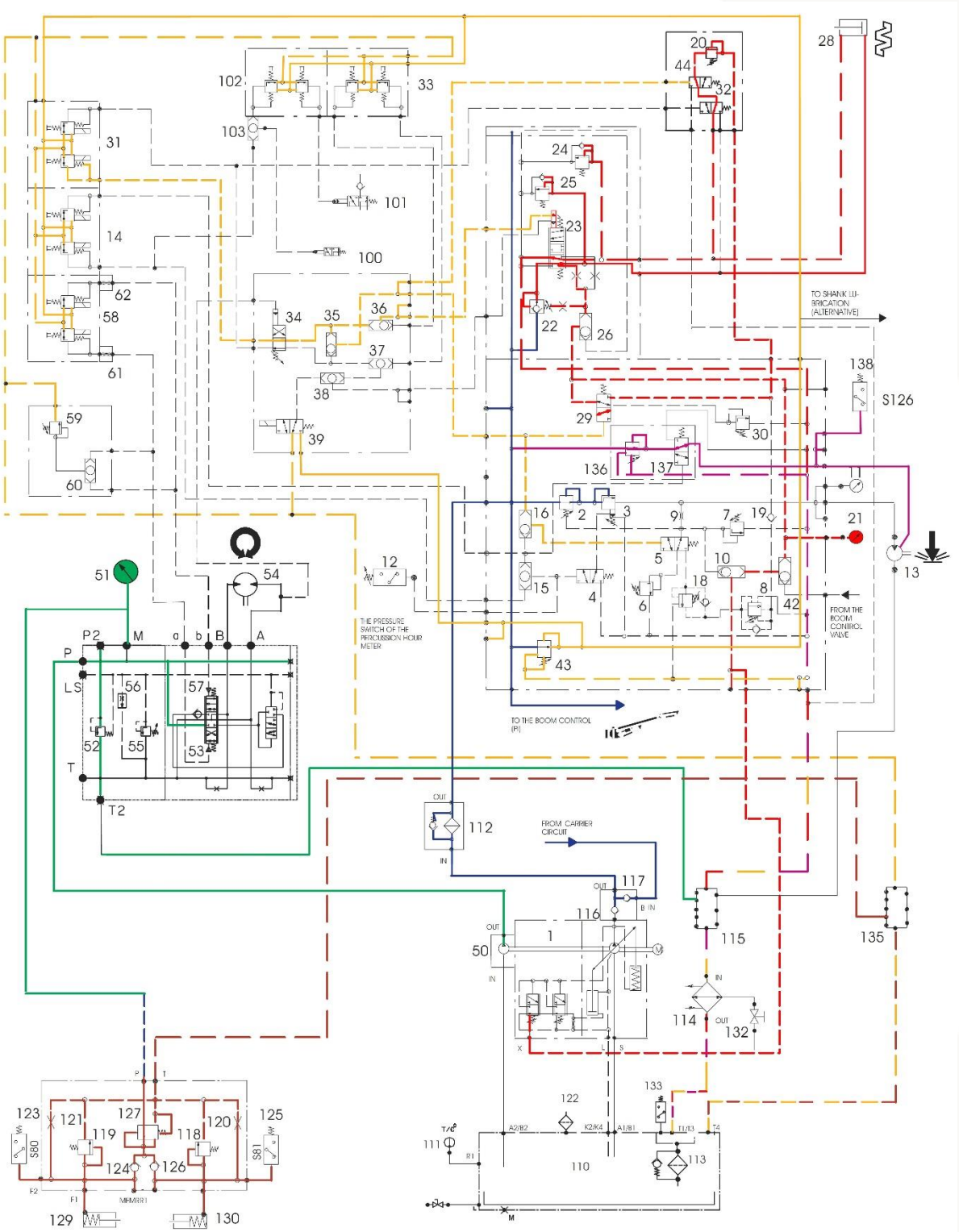


Figura 66
(Por gentileza de Sandvik)

Cilindros de impulso

El aceite, empujado fuera del cilindro, fluye de vuelta al bloque a través del orificio **F1**. La única vía de escape es fluir a través de la válvula de alivio **e** ajustada a 30 bar. Esta subida de presión cierra el contacto del interruptor de presión **1580** ajustado a 18 bar.
El propósito del restrictor, es el de asegurarse que no haya presión atrapada dentro del circuito que pueda mantener el contacto del interruptor de presión cerrado.

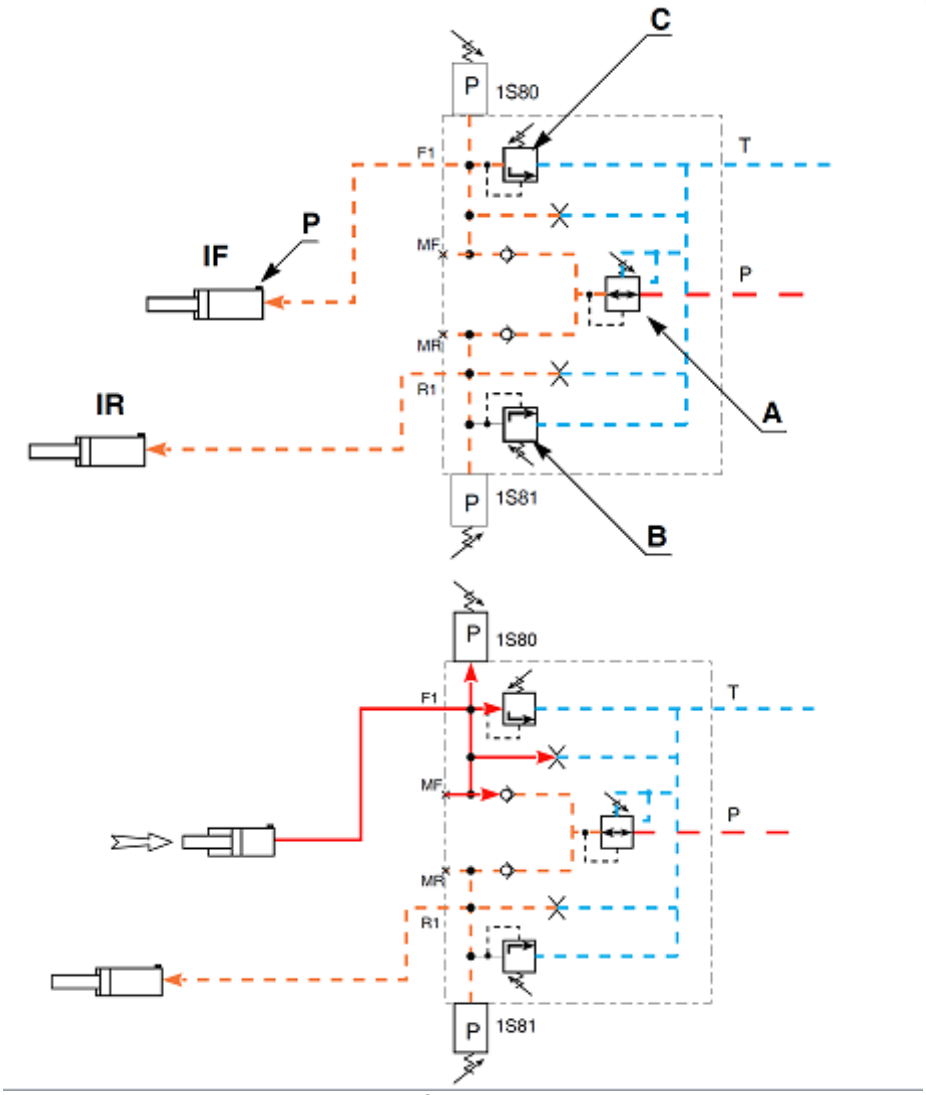


Figura 67

1.4 Circuito Eléctrico de Control

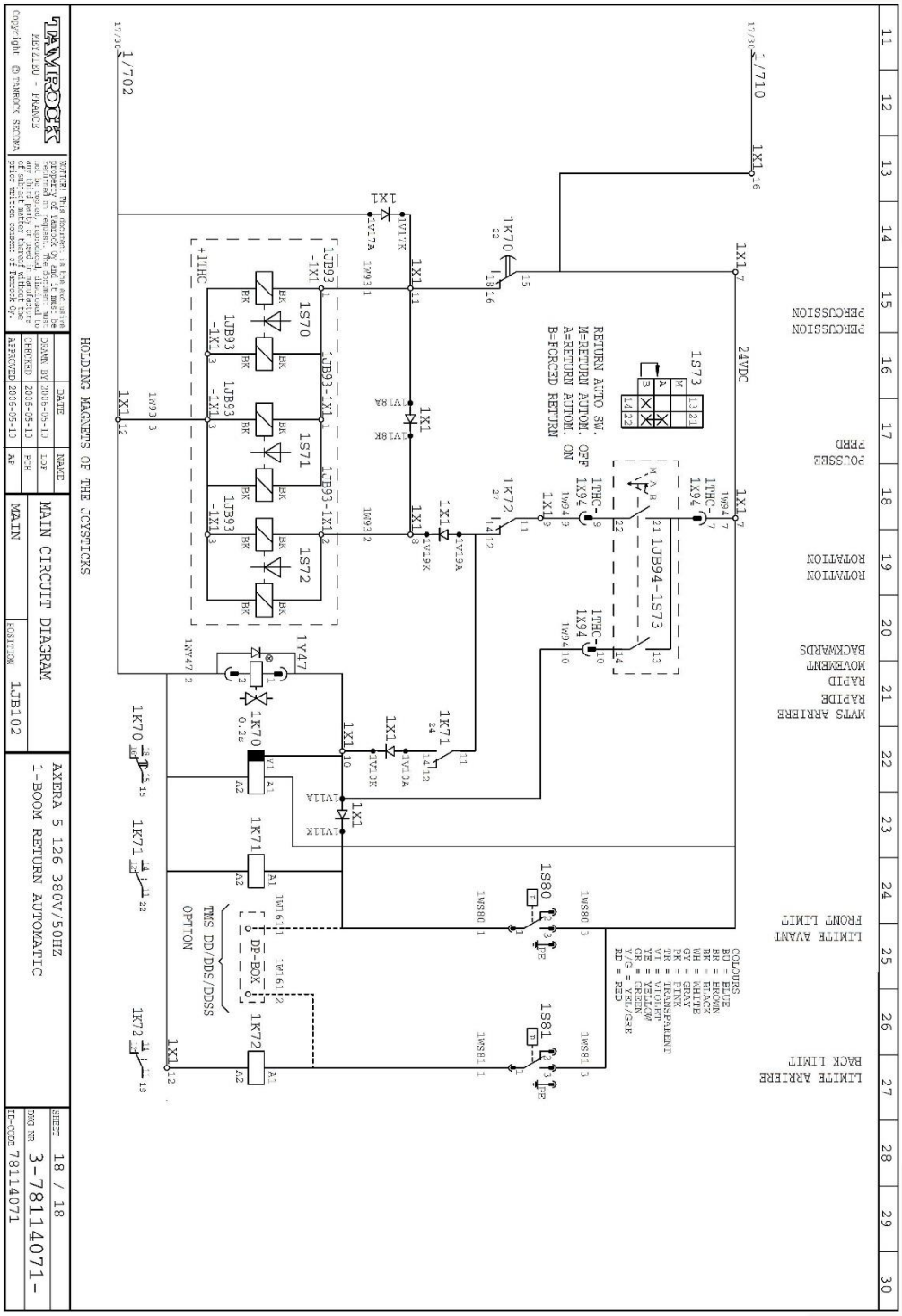


Figura 68

2. Mantenimiento de sistemas hidráulicos.

Generalidades.
Los sistemas hidráulicos desempeñan un papel muy importante en el funcionamiento eficiente de una máquina. Como los sistemas hidráulicos actuales son más sofisticados que nunca, para que proporcionen la máxima productividad, al menor coste posible, es necesario aplicar técnicas de gestión y mantenimiento de sistemas.

Hay muchas cosas que se pueden hacer para que un sistema hidráulico siga funcionando eficientemente. En estas páginas vamos a intentar ayudarle a conservarlos en perfecto estado de funcionamiento, mediante:

- El conocimiento de cómo la contaminación afecta al sistema hidráulico.
- El conocimiento de cómo detectar los elementos que pueden afectar a su rendimiento.
- La respuesta que hay que dar a estos factores.

¿Qué es un sistema hidráulico?

El sistema hidráulico es una red interdependiente cuidadosamente equilibrada. Los componentes hidráulicos están diseñados para trabajar juntos, constituyendo un sistema que proporcione la máxima eficiencia que, finalmente, conducirá a que la productividad de la máquina sea mayor y los costes de operación lo más bajos posibles. Sin embargo, hay muchos factores que están trabajando todos los días para erosionar esta eficiencia.

Hay tres elementos a considerar en el mantenimiento de los sistemas hidráulicos:

Prevención.
Muchos problemas, el primero la contaminación, pueden ser evitados. Algunos componentes están expuestos al polvo, arena y agua que, por consiguiente, pueden entrar en el sistema hidráulico y causar un desgaste prematuro. Si puede controlar esta contaminación podrá mantener la eficiencia del sistema y corregir los problemas antes de que se conviertan en costosas averías.

2.1 Inspección visual de los componentes

La observación diaria de la máquina, la búsqueda de fugas y el control de las prestaciones de la máquina, pueden detectar muchos problemas antes de que obliguen a una parada no programada de la máquina.

Prevención.
Solamente con la planificación y realización de actividades de mantenimiento de rutina se podrían evitar muchos problemas del sistema hidráulico. La prevención empieza con el conocimiento del daño causado por la contaminación.

La contaminación es el enemigo número uno de los sistemas hidráulicos. Cuando los contaminantes entran en el sistema:

- Reducen su eficiencia -- Las pérdidas de eficiencia son difíciles de detectar pudiendo afectar significativamente la productividad antes de que el palista se dé cuenta.
- Aceleran el desgaste de los componentes -- La mayor parte de las averías de las bombas, motores, válvulas y cilindros son debidas a la contaminación.

Los efectos de la contaminación son, frecuentemente, difíciles de detectar porque las pérdidas de eficiencia se van produciendo lentamente a lo largo del tiempo. Por ejemplo si la pérdida llega a ser del 20% antes de que usted note la diferencia, aunque su máquina haya trabajado cinco días su productividad habrá sido de solo cuatro. Esta pérdida "invisible" puede llegar a tener un impacto enorme en sus costes de operación.

Que son los contaminantes.
Los contaminantes son cualquier elemento extraño al sistema hidráulico. Entre ellos se incluyen partículas, calor, aire y agua. Todos estos contaminantes pueden empezar a reducir la vida de los componentes hidráulicos mucho tiempo antes de que se produzca realmente una avería. Normalmente los contaminantes se dividen en dos categorías: partículas contaminantes y contaminantes químicos.

Partículas contaminantes.
Las partículas contaminantes pueden generarse dentro o fuera del sistema hidráulico. Las partículas metálicas, originadas por desgaste de algún componente, se generan dentro del sistema. El polvo y la arena son contaminantes que invaden el sistema desde el exterior. Las partículas contaminantes son las más comunes y, además, pueden ser medidas y controladas.

Contaminantes químicos.
Los contaminantes químicos también pueden generarse dentro o fuera del sistema hidráulico. El calor, el agua el aire pueden combinarse químicamente para variar la composición del aceite. Al descomponerse, el aceite produce contaminación en forma de ácidos y de oxidación.

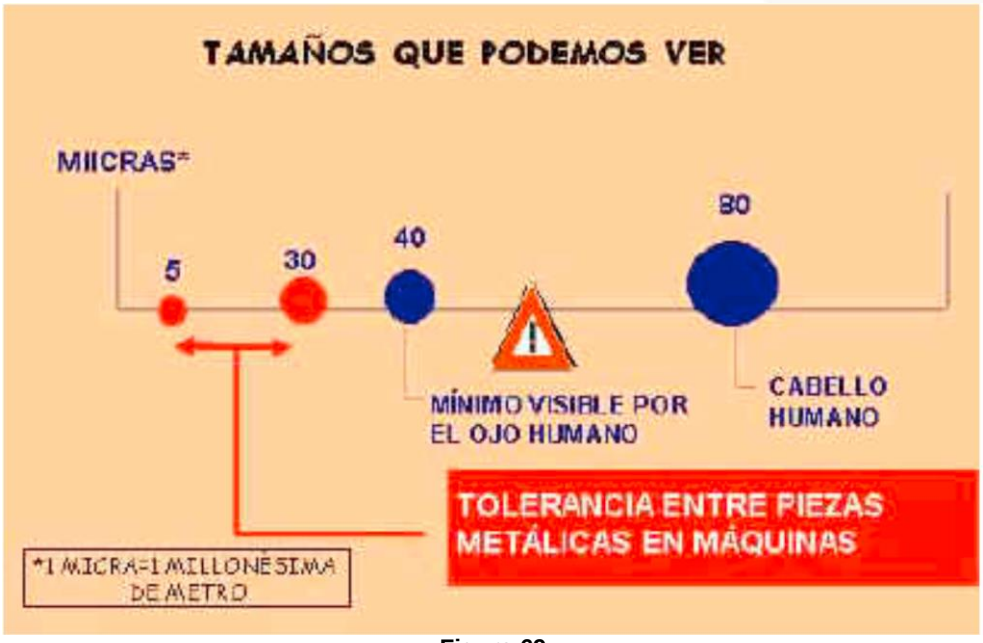


Figura 69

Conocer los efectos de la contaminación

El tamaño de las partículas contaminantes es variable. Como el límite de visibilidad es de cuarenta micrones y las tolerancias hidráulicas normales son inferiores a treinta micrones, incluso las partículas que no se pueden ver se convierten en agentes contaminantes de desgaste. Comprender como las partículas aceleran el desgaste.

Los contaminantes aceleran y multiplican el desgaste según se van desplazando a través del sistema hidráulico. La abrasión, la fatiga y la obstrucción son las tres formas en que los contaminantes pueden reducir la eficiencia y prestaciones de un sistema hidráulico.

Abrasión

Las partículas abrasivas rozan los componentes metálicos del sistema. El metal se desgasta, las partículas contaminantes se multiplican y se desplazan a otras partes del sistema causando nuevos daños.

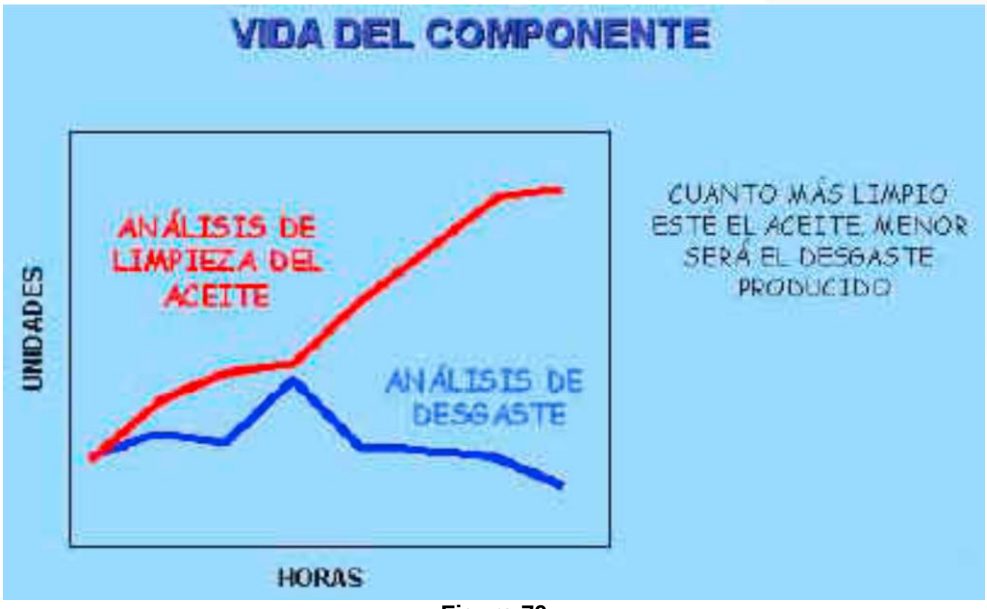


Figura 70

Fatiga

Las cargas debidas a altas presiones repetidas astillan o rompen los elementos metálicos, contaminando el sistema.

Obstrucción

Las partículas pequeñas se van acumulando sobre las superficies metálicas, obstruyendo la circulación de los fluidos. El resultado es la obstrucción y agarrotamiento de los componentes móviles de la válvula y la disminución de la eficiencia del sistema.

Conocer cuando los sistemas están expuestos a contaminación.
Durante los procesos de fabricación y montaje, los componentes y mangueras hidráulicos están expuestos a la contaminación por virutas metálicas, pintura y otros productos. Para garantizar que los sistemas hidráulicos están a la salida de fábrica lo más limpios posibles, se usan varias técnicas para controlar la contaminación dentro de la fábrica.

Una vez que las máquinas salen de la fábrica, la responsabilidad del control de la contaminación es del propietario contando con la colaboración del distribuidor de la marca.
Los sistemas hidráulicos son particularmente susceptibles a la contaminación durante el trabajo de la máquina, en el cambio, llenado y almacenado del aceite y en las operaciones de mantenimiento. A continuación vamos a analizar estas operaciones para comprender cómo se puede producir la contaminación en cualquiera de ellas.

Control de la contaminación durante el trabajo.
En el lugar de trabajo pueden introducirse en el sistema hidráulico una gran variedad de contaminantes. Una de las formas más comunes de que entre suciedad y otros elementos contaminantes no deseados es a través de la junta limpiadora del cilindro. Si las juntas están rayadas o picadas, la suciedad entrara en los cilindros. Para prevenir la contaminación en el lugar de trabajo siga los siguientes pasos:

- **Realice las inspecciones diarias** Inspeccione la máquina todos los días para comprobar que no tiene fugas o pérdidas. Si las hubiera, repárelas inmediatamente.
- **Mantenga lleno el depósito hidráulico** Un nivel insuficiente es la causa principal de cavitación de la bomba, que puede conducir a su avería y a la contaminación de todo el sistema. Un nivel de fluidos bajo puede ocasionar la elevación de la temperatura del aceite y su degradación.
- **Mantenga las válvulas_** Mantenga correctamente el enfriador de aceite y las válvulas de seguridad solo debería ser variado por un técnico especialista. Es importante encontrar el origen real de cualquier perdida de presión y repararlo.
- **Utilice protectores_** En aplicaciones de polvo fino, roca amontonada o material corrosivo utilice protectores para proteger los componentes al descubierto. (Carcasas, manguitos, etc.).

Control de la contaminación durante el cambio, llenado y almacenado del aceite.
Aunque el aceite se refina y mezcla en condiciones de relativa limpieza, incluso el aceite nuevo puede contener miles de partículas microscópicas. El aceite se contamina si se almacena en depósitos o bidones sucios o por procedimientos inadecuados. A continuación se incluyen algunas medidas para evitar la contaminación en los cambios de aceite:

- **Utilice el aceite adecuado** Los aceites hidráulicos de alta calidad contienen aditivos antioxidantes que contribuyen a prevenir la contaminación química. Un segundo tipo de aditivos son los anti desgaste, como el zinc. Como regla general, cuanto mayor sea el nivel de zinc menor será el índice de desgaste de las bombas, válvulas de control, cilindros y otros componentes. Compruebe siempre que el aceite hidráulico que está usando cumpla las especificaciones del fabricante.
- **Cambie el aceite regularmente y con limpieza** La vida de un aceite viene determinada por muchos factores entre los que se incluyen las condiciones de trabajo. La norma general es cambiar el aceite cada 2000 horas. Los resultados de algún tipo de análisis del aceite nos permitirán ajustar los periodos de cambio del mismo. Vacíe el aceite usado cuando esté caliente y agitado (de esta forma, al estar los contaminantes mezclados con el aceite, serán eliminados en mayor cantidad al vaciarlo). Vierta el aceite nuevo cuando esta frío y sin agitar (los contaminantes están depositados en el fondo y permanecerán en él durante todo el llenado).
- **Utilice un carro de llenado con filtro**. Si es posible cuando cambie el aceite hidráulico use para el trasvase del mismo si lo tiene disponible un carro con filtro para evitar la entrada de contaminantes.

- **Cierre los bidones de aceite con tapas muy ajustadas**. El agua y las partículas en suspensión en el aire pueden entrar en los bidones de aceite. Puede evitarse este problema utilizando bidones provistos de tapas muy ajustadas. Mantenga siempre los bidones bien cerrados.

Control de la contaminación durante los cambios de filtro.
Los contaminantes También pueden entrar en el sistema hidráulico durante los cambios de filtro. La contaminación puede producirse tanto si el cambio de filtro no se realiza correctamente como si no se utiliza el filtro adecuado. A continuación le damos algunos consejos para controlar la contaminación durante los cambios de filtro:

Cambie los filtros regularmente y con cuidado. Los filtros hidráulicos deben cambiarse al menos cada 500 horas. Como los filtros usados contienen contaminantes, es importante quitarlos con cuidado para que los contaminantes no vuelvan a entrar en el sistema hidráulico.

También es importante conservar los filtros nuevos en su envase original hasta el mismo momento de su utilización. El envase evitará que se contaminen.

- **Después de abrir el sistema utilice filtros de alto rendimiento** Los filtros de limpieza se utilizan después de una intervención en el sistema hidráulico. Se deben de cambiar a las 250 horas y comprobar su estado interno de contaminación. Si están muy contaminados se debe de usar de nuevo un filtro de limpieza. Si están limpios se pueden usar los filtros normales. Los filtros de alto rendimiento llevan un núcleo filtrante ultra eficiente que retiene los contaminantes más pequeños. Solicite este tipo de filtros al distribuidor de su máquina.
- **Utilice el filtro adecuado_** Si se utiliza un filtro inadecuado se puede poner en peligro el rendimiento del sistema. La utilización de filtros que no cumplen las especificaciones requeridas puede causar la contaminación del sistema o crear problemas de resistencia al paso de los fluidos que puede llegar a obligar a cambiar los filtros con mayor frecuencia que la recomendada. Para evitar estos problemas, se recomienda utilizar los filtros que cumplen todas las especificaciones del fabricante de su máquina.

Control de la contaminación durante el mantenimiento general.
Siempre que el sistema hidráulico esté abierto, para cambiar un filtro o reparar un componente, los contaminantes pueden entrar en él. Para evitar la contaminación y para ahorrar tiempo y dinero siempre debe:

- Abrir el sistema y desmontar los componentes con gran cuidado.
- Mantener las mangueras tapadas y enchufadas.
- Conservar los repuestos en su envase original hasta el momento de su instalación.

Mantenimiento del sistema hidráulico

Inspección diaria o cada 10	• Compruebe el nivel de fluido hidráulico. • Compruebe que no hay pérdidas en las bombas y cilindros hidráulicos. • Compruebe el estado o posibles pérdidas en las mangueras y líneas hidráulicas y en la zona del depósito hidráulico.
Inspección mensual o cada 250 horas.	• Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 horas. • Compruebe que el estado del enfriador de aceite hidráulico no tiene pérdidas o está obstruido. • Compruebe el estado de las conexiones en todas las líneas hidráulicas.
Inspección trimestral o cada 500 horas.	• Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10 y las 250 horas. • Cambie el filtro hidráulico. • Compruebe que los tornillos de los soportes y bombas hidráulicas no están flojos o se han perdido.
Inspección semestral o cada 1000 horas.	• Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250 y las 500 horas. • Compruebe la presión del sistema hidráulico. • Compruebe los tiempos de ciclo e índices de desviación del sistema hidráulico. • Compruebe que los orificios de desagüe de la bomba no tienen pérdidas.
Inspección anual o cada 2000 horas.	• Realice las comprobaciones de mantenimiento preventivo correspondientes a 10, 250, 500y las 1000 horas. • Cambie el aceite hidráulico y lave las rejillas de la boca de llenado.

Conocer lo que sucede dentro del sistema hidráulico.

Prevenir la contaminación es importante, pero también lo es conocer lo que está ocurriendo dentro del sistema. La toma de muestras regular y el análisis de las mismas es la mejor forma de detectar y medir los contaminantes del sistema para poder resolver los problemas antes de que se conviertan en averías más costosas.

Análisis de aceites.

El análisis de aceites puede realizar tres pruebas complementarias: Análisis del metal de desgaste, Análisis por infrarrojos y Recuento de partículas. Estos test permiten conocer lo que está sucediendo en el interior de un sistema hidráulico.

- El análisis del metal de desgaste identifica el metal de desgaste específico y la cantidad de contaminantes en el aceite.
- El análisis por infrarrojos permite conocer el estado del aceite y si los componentes han afectado la composición química del aceite.
- Con el recuento de partículas se cuantifican las partículas, tanto metálicas como no metálicas. Permite detectar la acumulación de todas las partículas incluidas las grandes (superiores a 15 micrones) que el análisis del metal de desgaste no puede detectar. Esta prueba constituye la primera alarma en caso de desgaste anormal.

El análisis de aceite, se usa para evaluar la situación del aceite, posteriormente se debe tomar una decisión en colaboración con el distribuidor de su máquina sobre la conveniencia o no de una intervención en la misma o en su caso las pruebas complementarias que se precisen para estar seguros del problema.

¿Cómo se mide la contaminación?
La contaminación se mide mediante el código ISO (Organización Internacional de Estandarización). Se aplica en todos los fluidos lubricantes que no sean de motor. Le dedicaremos un artículo explicando con un poco de detalle lo que es el código ISO y como se interpreta.

Figura 71

Figura 72

Punto de toma de muestra de aceite puesto en el equipo (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Usted y sus operadores pueden realizar la primera fase del mantenimiento preventivo, inspeccionando y "oyendo" la máquina. Si los palistas saben lo que tienen que buscar, muchos problemas pueden ser detectados a tiempo. Algunas veces, sin embargo, hace

falta que la inspección de los sistemas sea realizada por personal profesional experimentado.

Cuando llegamos a ese momento, hay que recurrir al distribuidor de su unidad, analizar los resultados y tomar la acción correctiva adecuada.

2.2 Toma de muestra de aceite.

Muestrear consistentemente se refiere a la práctica de seguir meticulosamente un procedimiento establecido sin tener en cuenta la exactitud o precisión del procedimiento. Esta es la forma en que se toman hoy en día la mayoría de las muestras de aceite, tal vez hasta en un 80 por ciento. La creencia es que ya que los datos de análisis de aceite comúnmente siguen una tendencia, una vez que se establece una línea de base y se toman muestras consistentemente, los problemas se revelarán en el movimiento de la línea de tendencia (cambio de dirección, tasa de cambio, etc.)

La falacia de esta doctrina es que asegura sólo la repetitividad, no la calidad o la exactitud de los datos. Esto se ilustra en la figura de la izquierda. El objetivo de la izquierda muestra cómo el muestreo consistente o el análisis consistente, aislados, pueden dar fuera del blanco… y hacerlo consistentemente. Sin embargo, la imagen de la derecha muestra la combinación ideal de consistencia y precisión.

Hay muchas maneras de obtener información útil y que permiten registrar la tendencia de muestras de aceite que se toman sistemáticamente de muchas ubicaciones diferentes. Esto es particularmente cierto para las propiedades del aceite que se mantienen homogéneas en todo el volumen del aceite, como la viscosidad, metales solubles (aditivos órgano-metálicos) y la estabilidad a la oxidación. Se puede aprender mucho de estos datos, pero ¿por qué limitar de esta manera el programa de análisis de aceite? Las mayores preocupaciones cuando se lleva un registro de tendencia son los falsos positivos (las falsas alarmas) y falsos negativos (ausencia de alarmas) que debilitan el programa y erosionan la confianza cuando la toma de muestras se limita sólo a la consistencia, sin tener en cuenta la precisión.

Veamos cómo ocurre esto.

1. Muestreo del fondo. Las muestras tomadas siempre de la parte inferior de los depósitos y sumideros mostrarán mayores concentraciones (y no representativas) de los sedimentos del fondo y de agua, en comparación con las zonas vivas del sistema. Cuando se presentan alarmas en las propiedades físicas del aceite, contaminantes y metales de desgaste, se supone que se está midiendo la mezcla global de las concentraciones, no se concentra en las copas colectoras, los filtros y el fondo del tanque.

2. Muestreo del depósito. Las muestras colectadas consistentemente de las zonas turbulentas de los tanques y depósitos proporcionan información para tendencia sólo en lo que se refiere a las propiedades homogéneas del aceite. Sin embargo, los metales

de desgaste y muchos contaminantes se ocultan a la vista por la extracción o dilución. Esto es porque estos insolubles, que comúnmente son ingresados o generados en el punto de trabajo de los equipos (componentes hidráulicos, rodamientos, engranajes, etc.), se depositan en el gran volumen de fluido que se encuentra en el tanque, o peor aún, son eliminados por los filtros en la línea de retorno - en el caso de muchos de los sistemas hidráulicos de alta presión. Incluso si no hay filtro en la línea de retorno, una vez que las partículas de desgaste, el agua y los contaminantes sólidos entran en el depósito, su concentración cambiará inmediata y progresivamente debido a la dilución, asentamiento y filtración fuera de línea (filtros tipo riñón).

3. Muestreo aguas arriba. Las muestras tomadas consistentemente en la línea de alimentación de los grandes sistemas de circulación de aceite son típicamente el mismo aceite y los mismos problemas del muestreo del tanque descrito anteriormente. Esto aplica también para las muestras tomadas fuera de línea en sistemas de circulación (filtros, intercambiadores de calor, etc.). Al hacerlo así, las concentraciones reales de metales de desgaste y contaminantes con frecuencia pasan desapercibidas. Esta es la forma más fácil de obtener un falso negativo.

4. Muestreo después filtro. Ocasionalmente algunas plantas prefieren tomar muestras consistentemente después de los filtros en la línea de presión o en las líneas de retorno. Al parecer, estas plantas no están interesadas en el análisis de las partículas sólidas en el aceite, como lo son las partículas que típicamente remueven los filtros, dando preferencia a la a la conveniencia en el muestreo sobre la exactitud.

5. Muestreo en zona muerta. Extraer una muestra de zonas muertas es lo mismo que muestrear la máquina equivocada. Los fluidos en zona muerta (extensiones en las líneas de conexión de aparatos de medición, tuberías muertas, etc.) están estancados y comúnmente poseen propiedades diferentes a los fluidos en operación.

6. Procedimiento de muestreo incorrecto. Existen numerosos procedimientos de muestreo que son utilizados y que están muy lejos de la mejor práctica. Entre ellos se incluye el muestreo por manguera (empelando una bomba de vacío), purgado inadecuado, botellas o dispositivos sucios, etc. Aunque esos procedimientos sean utilizados consistentemente, también en forma consistente dejarán de darnos resultados de calidad y de precisión acerca de la muestra tomada. Con frecuencia esos métodos se emplean simplemente por conveniencia, en un equivocado intento de ahorrar valioso tiempo, sacrificando datos valiosos y a la larga equipo valioso.

7. Muestreo en sistemas fríos. Las muestras tomadas consistentemente de sistemas fríos contendrán concentraciones alteradas de metales de desgaste, contaminantes y otras suspensiones insolubles. Cuando están en reposo, cualquier cosa que sea más pesada que el aceite tenderá a asentarse. Le toma tan solo 2 minutos a una partícula metálica de 2 micrones asentarse media pulgada en un aceite ISO VG 22.

Como puede ver, la consistencia por sí sola no asegura un muestreo de calidad. Y no es posible, aun para el mejor laboratorio de análisis de aceite, obtener datos de calidad en muestras de aceite no representativas. El adagio “basura entra, basura sale” es

completamente cierto en el análisis de aceite, como lo es para cualquier otro campo de comportamiento. No olvide que la consistencia es muy importante, pero sólo después de que se ha seleccionado la ubicación correcta para el muestreo y se utiliza el procedimiento correcto de toma de muestra.

Cuando se trata de análisis de aceite, las metas siempre son elegir una ubicación que maximice la densidad de los datos en la botella de muestra, y seleccionar un procedimiento que minimice la distorsión de los datos. Comprender esto no es cosa de intuición o inteligencia bruta. Puede hacerse sólo a través de la instrucción apropiada del técnico que extrae las muestras y siguiendo los procedimientos documentados de las mejores prácticas de muestreo.

Toma de muestras

Pasos para una buena toma de muestra de aceite (para su servicio APD).

a) Coloque la manguera plástica a través de la cabeza de la bomba Toma–Muestras. La manguera debe asegurarse aproximadamente 25 mm (1”) más allá del orificio de entrada. **(Ver figura N° 1)**

Figura 73

Figura N° 1 Instalación de la manguera (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

b) Atornille una botella limpia de muestra en la “tapa” de la bomba Toma–Muestras. La botella debe ser atornillada firmemente en su lugar **(Ver figura N° 2)**

Figura 74

Figura N° 2 Instalación de la botella (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

c) Corte la manguera según El largo requerido. Si La muestra a ser tomada corresponde a un compartimiento provisto de varilla (varilla de medición) mida y corte la manguera de acuerdo al largo de la varilla. Para un compartimiento sin varilla corte la manguera según el largo necesario. **(Ver figura N° 3)**

Figura 75

Figura N° 3 Corte de manguera (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

d) Tome la muestra. Llene la botella aproximadamente ¾ de su capacidad. El aceite debe estar a su temperatura de operación. Retire la botella de la bomba y teniendo cuidado de no ensuciar la muestra, atornille una tapa limpia en la botella. **(Ver figura N° 4).**

Figura 76

Figura N° 4 Toma de muestra (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

e) Llene la etiqueta. Asegúrese de proporcionar toda la información solicitada. Ponga especial atención a las horas del aceite y la cantidad de aceite agregado. **(Ver figura N° 5)**

Figura 77

Figura N° 5 Llenado de la etiqueta (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

f) Adhiera la etiqueta a la muestra. Después de llenar completamente la etiqueta de la muestra, adhiera la botella que contiene la muestra recién tomada. **(Ver figura N° 6)**

Figura 78

Figura N° 6 Adhiera la etiqueta (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

g) Introduzca la botella en el tubo de despacho. Si se dispone de envoltorio interior, ponga primeramente en él la botella, luego colóquela en el tubo de despacho y ciérrelo. **(Ver figura N° 7)**

Figura 79

Figura N° 7 Almacenamiento (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

h) Adhiera la etiqueta de despacho. Cubra el tubo de despacho con la etiqueta correspondiente que se suministra. Envié la muestra a su destino. **(Ver figura N° 8)**

Figura 80

Figura N° 7 Etiquetado (Por gentileza de Caterpillar Américas Co.)

Técnicas de monitoreo

Las técnicas de monitoreo miden variables físicas que son indicadoras de la condición de la máquina, que son analizadas comparando con el rango de valores normales para evaluar las condiciones de deterioro.

El monitoreo de condición estudia la evolución de los parámetros seleccionados en el tiempo, con la finalidad de identificar la existencia de tendencias que indiquen la presencia de una falla.
En ésta medida un Programa de Monitoreo puede generar los siguientes beneficios:

- Detectar condiciones que motivan una falla
- Detectar problemas en la maquinaria
- Evitar fallas catastróficas
- Diagnóstico de causa de falla
- Proyección de vida útil

Las técnicas de Monitoreo se pueden clasificar en:

- Inspecciones de la maquinaria
- Medición del desempeño
- Monitoreo de las condiciones dinámicas de la maquinaria
- Monitoreo de partículas de desgaste

Las funciones principales de los lubricantes son:

- Controlar la fricción
- Controlar el desgaste
- Controlar la corrosión
- Controlar la temperatura
- Controlar la contaminación
- Transmitir potencia, en el caso de circuitos hidráulicos

El aceite transporta y contiene toda la información acerca de los contaminantes y partículas de desgaste.

El análisis de aceite es una técnica simple, que realizando medidas de algunas propiedades físicas y químicas proporciona información con respecto a:

- La salud del lubricante
- Contaminación del lubricante
- Desgaste de la maquinaria

El análisis de aceite no sólo va a permitir monitorear el estado de desgaste de los equipos, detectar fallas incipientes, sino también establecer un Programa de

Lubricación basada en condición.

El control de contaminación de los aceites, es el pilar básico de la Estrategia Proactiva, enfocándose al control de la principal causa de desgaste y falla de los componentes de un equipo, debiéndose evitar que los contaminantes ingresen al sistema.

El objetivo de limpieza afecta desde la recepción, almacenaje y manipulación de los lubricantes nuevos, la limpieza de los respiraderos, la correcta selección y frecuencia de cambio de filtros.

A continuación se detallan las principales consecuencias sobre la superficie metálica, según el tipo de contaminante.

Tipo de contaminante	**Efectos sobre la superficie de la maquinaria**
Partículas	Desgaste superficial por abrasión y fatiga
Agua	Herrumbre, rayado
Combustible	Incremento Del desgaste, por perdida de resistencia de la partícula lubricante
Aire	Cavitación
Calor	Formación de barniz. Incremento del desgaste, por perdida de resistencia de la película lubricante

Tabla 1

Los aceites sufren un mecanismo de envejecimiento natural que va alterando sus propiedades físicas: la densidad, la viscosidad, y las propiedades químicas, que disminuye su vida útil, a través los siguientes mecanismos:

- Oxidación
- Polimerización
- Ruptura
- Evaporación

Al disminuir la contaminación con agua, con aire, con partículas, con calor, no sólo se estará disminuyendo el desgaste de la maquinaria, sino también extendiendo la vida útil del aceite.

Actividad N° 22

Introducción a la actividad:
Los participantes guiados por el instructor de manera individual, en pares o en grupos, deberán probar y ajustar el sistema hidráulico de implementos, siguiendo paso a paso la literatura técnica del fabricante del equipo.
El objetivo de la actividad es familiarizar al participante con los procedimientos de prueba y ajuste de sistemas hidráulicos de equipos mina y la generación de informes técnicos al respecto.

Aprendizaje esperado que desarrolla

- El participante probara y ajustara el sistema hidráulico de implementos, siguiendo procedimientos.
- El participante identifica el funcionamiento del sistema hidráulico de implementos, basado en literatura técnica.

Estrategia metodológica para el instructor
Las estrategias son los procedimientos y/o recursos para promover el aprendizaje a través de actividades.
El instructor podrá realizar preguntas a los participantes mientras se desarrolla el taller práctico asegurándose que están siguiendo los procedimientos de prueba al pie de la letra.

Recurso Plataforma Web	
Explicación demostrativa en aula	
Recurso Audiovisual	
Propuestas de situaciones problemáticas	✓
Formulación de Preguntas	✓
Taller de Trabajo	✓

Materiales y recursos
Los siguientes materiales están orientados al sistema hidráulico de implementos

- 2 equipos con sistemas hidráulicos y adaptadores para instalar caudalímetro
- 2Manual de servicio del equipo
- 2 set de herramientas específicas para el trabajo, solicitadas en el manual especifico del equipo e iluminación.
- Maleta con manómetros y sondas con el rango especifico solicitado por el manual.
- 2Caudalimetro con mangueras y acoples rápidos.

- 3 cronómetros
- 3 flexómetros
- Planos hidráulicos por participante
- Material de aseo
- Pinzas y candado para bloqueo.
- Cuñas y conos

Desarrollo de la Actividad

El instructor deberá explicar el desarrollo de la actividad a realizar, anotando en la pizarra paso a paso el procedimiento para el desarrollo de la actividad.

El instructor deberá realizar preguntas al participante a medida que vaya realizando la actividad, para medir el grado de conocimiento y asegurar la aplicación de los procedimientos al pie de la letra.

Antes de realizar trabajos en taller, los participantes realizaran un análisis de riesgos en el formulario que el instructor les entregara para el control de los riesgos presentes.
Aplicaran procedimientos de aislación y bloqueo de equipos.

Los elementos de protección personal obligatorios que el personal debe ocupar en el desarrollo de la actividad, son los siguientes:

Elemento de protección personal obligatorios

Taller práctico

Los participantes guiados por el manual de servicio deben realizar las siguientes actividades:

Primera etapa

1. Realizar pruebas de tiempo de viaje de los cilindros, registrando datos obtenidos
2. Realizar prueba de estanqueidad de los cilindros, registrando datos obtenidos
3. Realizar prueba de porcentaje de flujo perdido de la bomba y registrar datos obtenidos

Segunda etapa

4. Con los registros obtenidos, construir un informe técnico en el cual se deben contrastar los datos reales de la prueba con los especificados por el fabricante
5. Exponer el informe técnico explicando los resultados y entregando recomendaciones.

Recomendaciones

Cierre:

El participante deberá exponer en la sala de clases los resultados obtenidos y las conclusiones referentes al sistema.

El participante deberá comprender la importancia de las pruebas del sistema hidráulico como una herramienta valiosa para detectar posibles problemas y monitorear el funcionamiento del equipo

El instructor deberá resaltar la importancia de seguir las instrucciones al pie de la letra disminuye la posibilidad de accidentes y de generar causas raíces de falla.

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

AngloAmerican

ANTOFAGASTA MINERALS

BARRICK

bhpbilliton
resourcing the future

CODELCO
Orgullo de Todos

COLLAHUASI

FREEPORT-McMoRan
COPPER & GOLD

GLENCORE

KGHM
POLSKA MIEDŹ S.A.

LUMINA
COPPER CHILE

Teck

YAMANAGOLD