CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor
Módulo 1: “Diagnosticar y reemplazar bombas de desplazamiento positivo”
PFMME-4-01/V.1-[PE01-M01/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 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., Director de Proyectos
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

Descripción del documento 7
Módulo I: Diagnóstico y Reemplazo de bombas de desplazamiento positivo 8
1. Análisis de fallas mecánicas.....9
1.1 Análisis de fallas mecánicas aplicadas a bombas oleo hidráulicas..... 9
Actividad N°1 62
2. Desarme de bombas positivas 66
2.1 Desarme de bombas de pistones, engranajes y paletas..... 66
2.2 Fracturas y desgaste en bombas..... 68
2.3 Simbología oleo hidráulica normalizada..... 73
2.4 Diagramas de circuitos hidráulicos..... 75
2.5 Transmisiones hidrostáticas..... 80
2.6. Manuales técnicos 90
Actividad N° 2 93
3. Cambio de bomba según condición 98
3.1 Manual de partes y piezas 98
3.2 Cambio de bombas de desplazamiento positivo..... 98
Actividad N° 3 101
4. Vaciado y limpieza de aceite de equipo 106
4.1 Normativas de medio ambiente para el trabajo con líquidos oleo hidráulicos. 106
4.2 Vaciado de líquidos oleo hidráulicos de bombas y cañerías..... 108
4.3 Procedimientos de desecho, rotulado y almacenamiento de sustancias peligrosas..... 109
Actividad N° 4 115

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 Especialista 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 listan a continuación:

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

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

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

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

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

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

Módulo I: Diagnóstico y Reemplazo de bombas de desplazamiento positivo

1. Análisis de fallas mecánicas

1.1 Análisis de fallas mecánicas aplicadas a bombas oleo hidráulicas

Análisis de fallas mecánicas

Es una actividad destinada a descubrir la causa raíz de la misma. Es una tarea compleja que requiere varias etapas, agentes y metodologías.

Análisis de fallas a bombas de desplazamiento positivo

Al realizar un análisis de fallas de una bomba de desplazamiento positivo, se requiere conocer una serie de características tales como, el diseño de las bombas (que también aplica para motores hidráulicos), sus funciones operación y cargas. Para así poder comprender las condiciones y los problemas que conducen a las fallas. De este modo se podrán reconocer los indicios de las condiciones adversas para hallar la causa original de la falla.

Los tipos más comunes de bombas hidráulicas son:
1) Bombas de engranajes
2) Bombas de paletas
3) Bombas de pistones

Como cada fabricante tiene sus especificaciones, procesos y materiales propios. Se debe conocer antes el funcionamiento de estas bombas, los diversos componentes de cada una de ellas, sus materiales, procesos de manufactura y los índices de dureza típicos.

Diseño / fabricación

Veremos primero las partes de una bomba de engranaje unidireccional de una sección:

1 - Retén
2 - Banda de sellado
3 - Anillo de soporte
4 - Plancha de aislación
5 - Engranaje
6 - Engranaje loco
7 - Caja
8 - Pestaña
9 - Sello anular
10 - Anillo de soporte
11 - Placa de presión

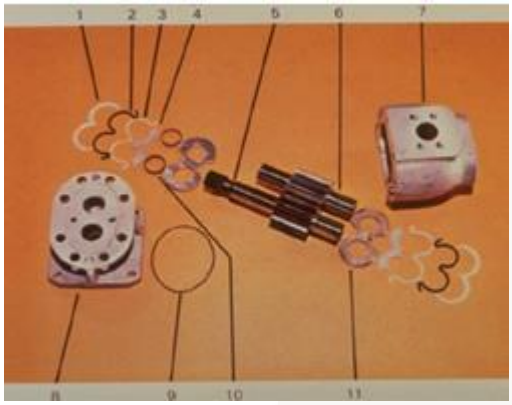


Figura 1

Las bombas de flujo reversibles tienen varias piezas similares a las bombas unidireccionales, que incluyen planchas de aislación en ambos lados y sellos anulares

en vez de la banda de sellado. Esto permite que ambos lados de la bomba actúen como lado de alta o baja presión.

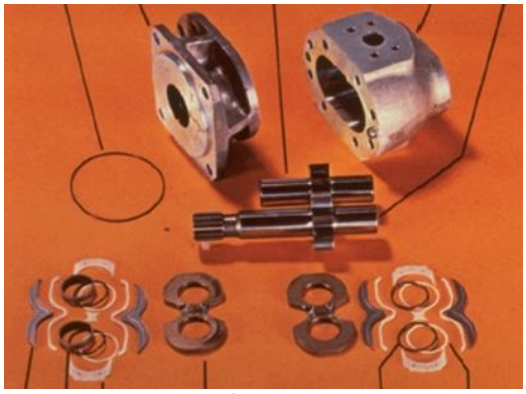


Figura 2

La bomba de engranajes de dos secciones de flujo unidireccional, al igual que las bombas de engranaje de una sección, contiene piezas y un acoplamiento similar para conectar el engranaje delantero al engranaje trasero.

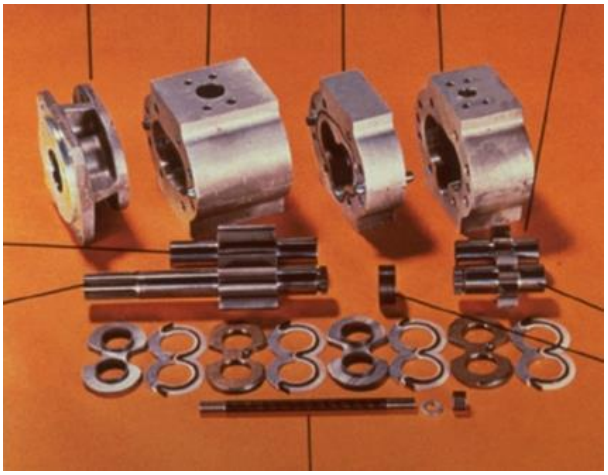


Figura 3

En la mayoría de las bombas de engranajes, los ejes y engranajes son de aleación de acero con bajo contenido de carbono que contiene níquel, cromo y molibdeno. Este tipo de acero se carburiza para producir una capa rica en carbono en las superficies del eje y del engranaje, las cuales son endurecidas a un índice Rockwell de Rc60. El pequeño radio entre el engranaje y el eje, recibe de algunos fabricantes un endurecimiento que le proporciona mayor resistencia a la fatiga. Las cajas se maquinan de fundiciones de hierro o de aluminio fundido, según las presiones de operación. Las planchas de presión se fabrican de una aleación de cobre con acero al dorso, mientras que las de aislación son, por lo general, de fundiciones de aluminio.

Figura 4

Las bombas de paletas constan de una caja, un eje y un cartucho. Las piezas del cartucho son, de izquierda a derecha:

1 - Plancha de soporte de salida
2 - Plancha de flexión (del lado de acero)
3 - Anillo de leva y rotor
4 - Paleta e inserto
5 - Plancha de flexión (del lado de cobre)
6 - Sellos
7 - Plancha de soporte de entrada

Figura 5

Los anillos de leva son de aleación de acero con alto contenido de carbono, con una dureza Rockwell de Rc62 para proporcionarles una superficie altamente resistente al desgaste. El anillo se pule a especificaciones muy precisas y recibe un bruñido final que le proporciona una superficie lisa a las puntas de las paletas.

Figura 6

Las planchas de flexión son similares a las planchas de presión y están hechas de una aleación de cobre con dorso de acero, con un bajo contenido de carbono.

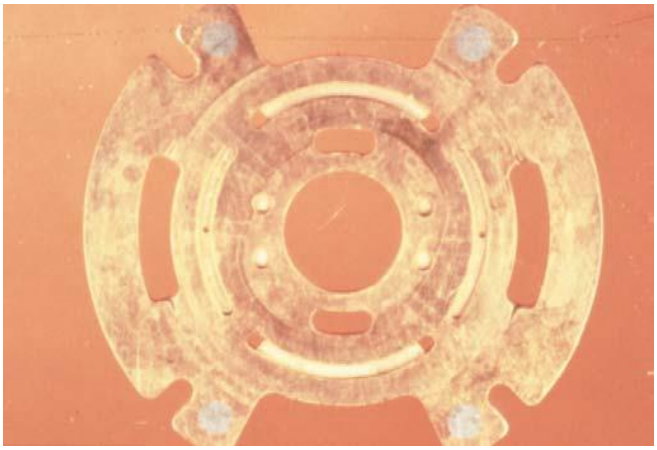


Figura 7

El conjunto de rotor se fabrica de tres materiales, el rotor mismo es de aleación de acero con bajo contenido de carbono, endurecido y templado, el cual tiene las ranuras y los pasajes de lubricación para las paletas ya maquinados antes del tratamiento térmico. Después del tratamiento térmico, la dureza del rotor es de aproximadamente Rc 60. Las paletas son de acero para herramientas, enfriado por aire a una dureza de aproximadamente Rc 62. Los insertos son de acero endurecido con alto contenido de carbono, al mismo índice de dureza que el rotor y las paletas.

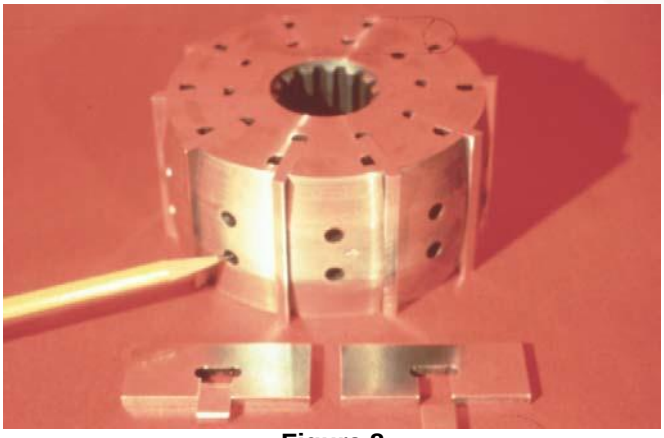


Figura 8

Los ejes de la mayoría de las bombas de paletas son maquinadas de aleación de acero con alto contenido de carbono, las zonas estriadas son cortadas, no laminadas, son endurecidas por inducción, igual que las áreas de contacto con los sellos. Estas áreas son fáciles de reconocer por los colores que el temple deja en el eje.

Las bombas de pistones axiales constan de un eje impulsor y tambor con conjuntos de pistones. El tambor corre contra una plancha de lumbreras, mientras que una plancha de retracción mantiene los patines contra una plancha de desgaste. La plancha de desgaste está sostenida por un plato basculante, el cual cambia el ángulo para aumentar o disminuir el flujo de las bombas de flujo variable. El ángulo de este plato no cambia en las bombas de flujo fijo.

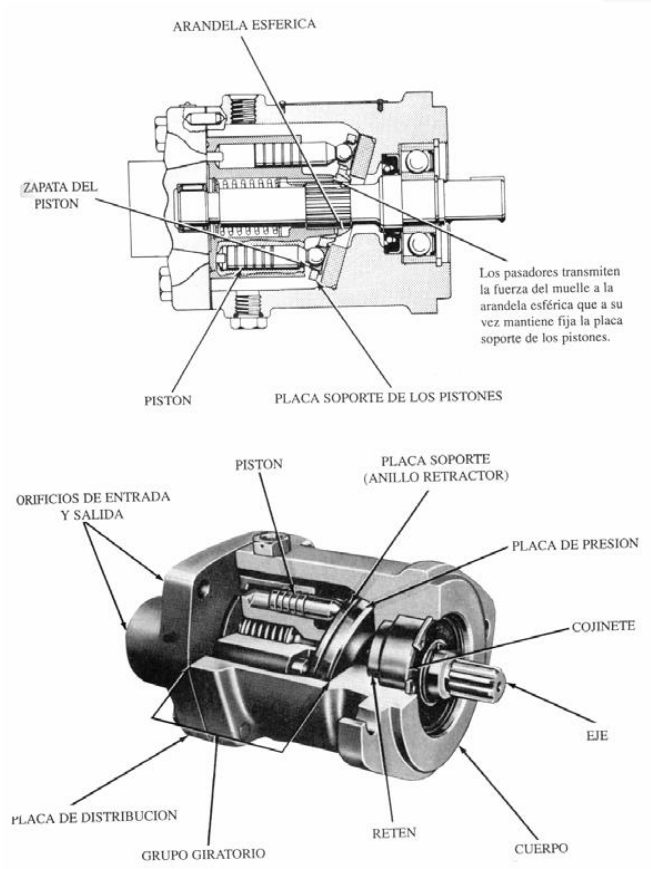


Figura 9

El motor de pistones de eje angulado y desplazamiento variable tiene una plancha de lumbreras, un conjunto de tambor y una plancha de impulsión. Los pistones son cortos y van conectados al conjunto de plancha de impulsión con un vástago. Esta plancha de impulsión reemplaza a la plancha de desgaste, a la de retracción, a los patines y al eje. Una junta universal mantiene la orientación o sincronización correctas entre el tambor y la plancha de impulsión. Este conjunto soporta cargas muy livianas si funciona correctamente. El ángulo entre el tambor y el conjunto de plancha de impulsión está controlado por un servomecanismo de vástago y pistón, el cual inclina el tambor en relación con la plancha de impulsión.

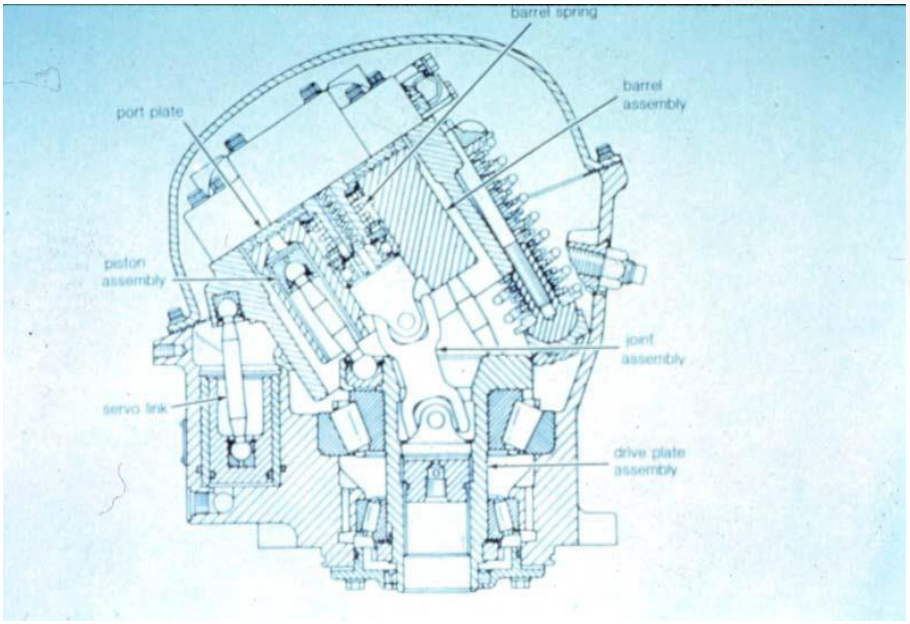


Figura 10

Los motores de tipo articulado y flujo fijo tienen las mismas piezas que los motores de flujo variable, excepto que el ángulo entre el tambor y la plancha de impulsión es fijo, eliminando la necesidad del servomecanismo de vástago y pistón.

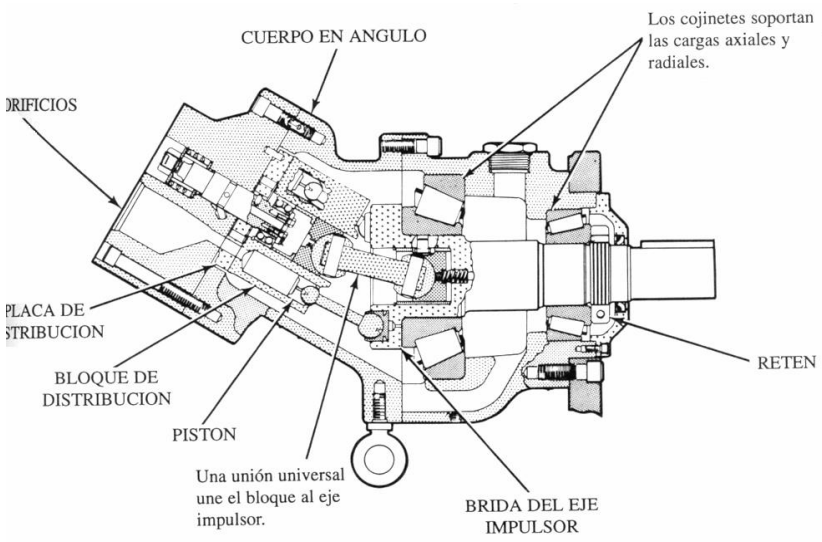


Figura 11

Los motores y bombas de pistones tienen tambores maquinados a precisión, de forjas de aleación de acero con alto contenido de carbono. Los tambores están endurecidos en todo su espesor a una dureza Rockwell de aproximadamente Rc32 para resistir mejor las altas presiones. Estos tambores los obstaculizan las camisas de bronce de las perforaciones de los pistones.

Las camisas están enfriadas a una temperatura inferior a -17,7º (0º F) para que se contraigan lo suficiente y entren en las perforaciones de los pistones. Cuando las temperaturas de las camisas se recuperan a la temperatura ambiente, éstas quedan correctamente asentadas. El diámetro final de las camisas se hace con brocas de diamante para obtener el corte preciso requerido. Los tambores de color negro son fabricados de forma diferente y revestidos con una capa de lubricante para soportar el movimiento de los pistones de acero contra las perforaciones enchapadas.

Figura 12

La cara de la lumbrera del tambor está endurecida por inducción a una dureza Rockwell superior a Rc55 y pulida a un acabado de superficie de 8 micropulgadas, con un requisito de convexidad máxima de 0,0002 pulgadas para minimizar el desgaste. El endurecimiento por inducción deja, por lo general, colores de temple alrededor de la circunferencia externa del extremo de la lumbrera del tambor.

Figura 13

Las planchas de lumbrera se fabrican de aleaciones de acero o de cobre, según el tipo o diseño de la bomba. Esta plancha de lumbreras es de aleación de cobre. Las perforaciones elípticas son las lumbreras y las salientes en cada lado de las lumbreras son las bandas de sellado. Como esta aleación es más blanda que los componentes de acero de la bomba, es más susceptible al daño por abrasivos y materias extrañas.

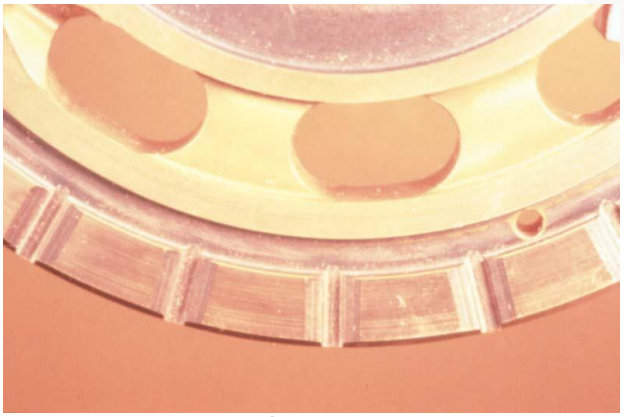


Figura 14

Las bombas tipo patín de vástago de émbolo usan conjuntos de pistón, de aleación de acero con bajo contenido de carbono, templado y endurecido a una dureza Rockwell de aproximadamente 60Rc con un patín oscilante de latón (formado en frío) en un extremo del pistón.

Figura 15

Los patines se deslizan contra la plancha de desgaste, fabricada de aleación de acero, con medio contenido de carbono y endurecida a aproximadamente Rc55. La plancha de retracción mantiene los patines contra la plancha de desgaste.

Está fabricada de diversos materiales, desde polvo metálico calcinado hasta aleaciones de acero con medio contenido de carbono y endurecido.

Figura 16

Las bombas y los motores de tipo vástago usan un pistón y un vástago, fabricados de la misma aleación de acero con bajo contenido de carbono, templado y endurecido en la superficie a una dureza Rockwell de aproximadamente Rc60. El otro extremo del vástago va unido a un inserto de aleación de acero, con alto contenido de carbono, endurecido también a una dureza Rockwell de Rc60.

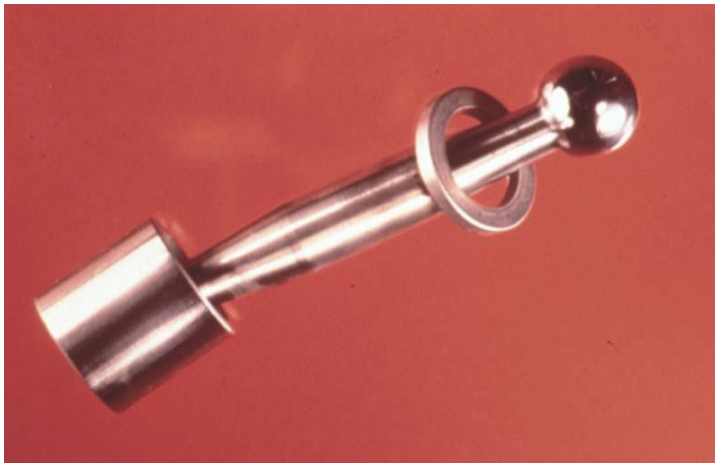


Figura 17

El inserto de la varilla va sujetado a la plancha de impulsión, de forja de aleación de acero, con medio contenido de carbono, termotratada a una dureza Rockwell de Rc30. El área estriada interna de la plancha de impulsión se nitrura a una dureza Rockwell de aproximadamente Rc40.

Figura 18

Como los motores de servo-articulación utilizan una plancha de impulsión que no va unida al tambor por estrías, es necesario mantener la orientación o sincronización entre la plancha de impulsión y el tambor. Esto se logra con una junta universal de forja de aleación de acero al carbono y endurecimiento de la capa superficial. La junta universal está formada por dos horquillas estriadas y una articulación entre ellas. Una horquilla está unida por estrías al tambor y la otra a la plancha de impulsión. Esto mantiene la sincronización entre el tambor y la plancha de impulsión, pero no puede soportar cargas altas. La profundidad del endurecimiento de la superficie por el proceso de carbonitruración es mucho menor que la producida por templado, y la superficie tiene una dureza Rockwell de Rc44.

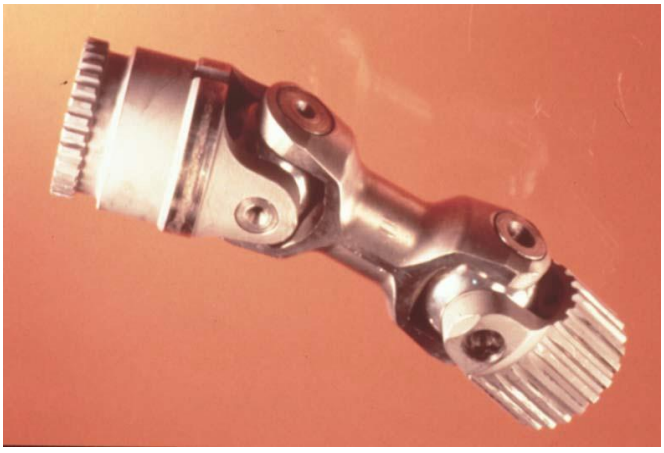


Figura 19

Los tres tipos de bombas mencionados anteriormente, tienen como función básica el convertir energía mecánica en energía hidráulica, produciendo un volumen específico de flujo de fluido. La bomba no crea presión. La presión resulta cuando se restringe el flujo procedente de la bomba. Cada tipo de bomba tiene una presión máxima de operación, determinada por lo general, por el diseño de los componentes internos. La función de los motores hidráulicos es exactamente opuesta, o sea convertir energía hidráulica en energía mecánica.

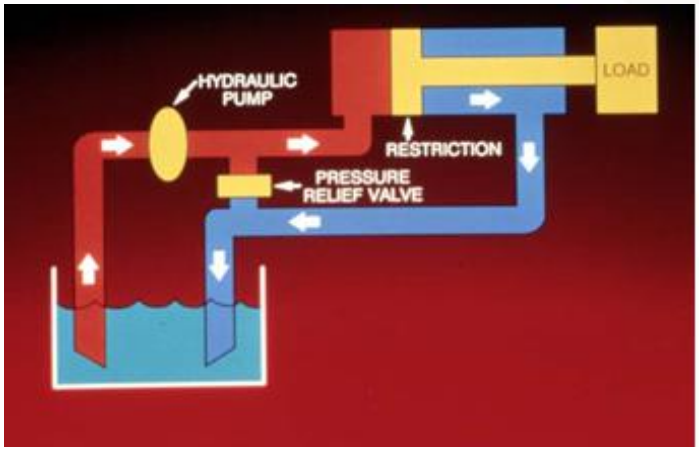


Figura 20

Para que las bombas y motores trabajen correctamente, el sistema debe estar completo con la cantidad, calidad y tipo correctos de fluidos hidráulicos. Las mezclas adecuadas de fluidos pueden:

- Transmitir potencia
- Lubricar piezas
- Sellar la presión
- Enfriar el sistema
- Evitar la oxidación
- Contrarrestar la oxidación por fluidos
- Separar el agua
- Eliminar la espuma mantener la viscosidad
- Proporcionar compatibilidad con los sellos

La mayoría de los fluidos hidráulicos de viscosidad adecuada pueden llevar a cabo las cinco primeras funciones, ya que éstas no dependen demasiado del compuesto del fluido. La mayoría de los fluidos pueden transmitir potencia, lubricar componentes, sellar las presiones controlando las fugas, reducir la temperatura e impedir la herrumbre. Sin embargo, las últimas cinco funciones dependen del compuesto del fluido o mezcla.

Los aditivos adecuados pueden preservar la calidad de los fluidos a altas temperaturas, impidiendo la oxidación del fluido, mientras que otros aditivos proporcionan algo de emulsibilidad de pequeñas cantidades de agua en el sistema. Otros aditivos por ejemplo, pueden reducir la espuma, ayudando a mantener la viscosidad durante los cambios extremos de temperaturas e impedir que el fluido dañe los sellos del sistema.

Es sumamente importante mantener el fluido limpio y sin contaminantes. Esto se logra mejor limpiando el fluido. El uso de filtros recomendados según el programa de mantenimiento puede evitarle problemas de calidad, como filtros rotos o taponados. Un muestreo de fluidos a intervalos regulares puede controlar el desgaste de las piezas de metal, la formación de materia extraña y es una buena manera de monitorear la calidad del fluido.

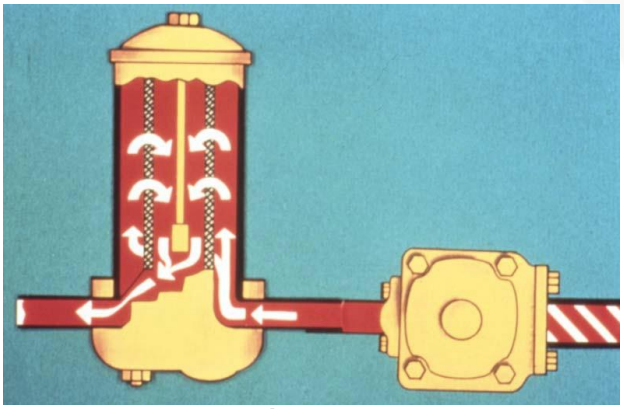


Figura 21

El diseño del tanque es de suma importancia para un funcionamiento adecuado, ya que la bomba debe disponer continuamente de fluidos de alta calidad. La mayoría de los tanques se fabrican de acero y tienen una mirilla para facilitar el monitoreo del nivel de los fluidos. El fondo de la mayoría de estos tanques tiene un declive hacia el tapón de drenaje para drenar con facilidad cualquier materia extraña. Las tapas están diseñadas para facilitar el acceso y permitir la limpieza.

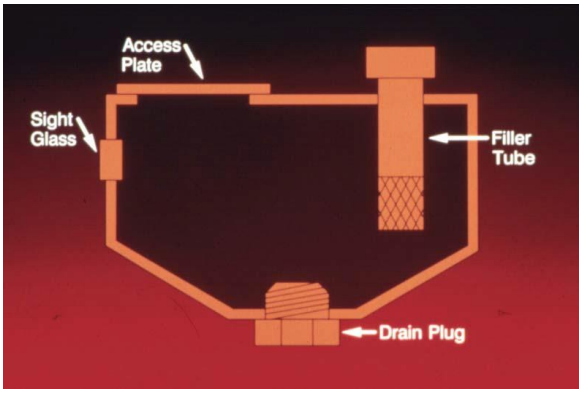


Figura 22

La mayoría de estos tanques tienen las tuberías de admisión y de retorno por debajo del nivel del fluido para impedir la acción de aireación. Entre la tubería de admisión y la de retorno de la bomba se colocan planchas deflectoras para evitar la turbulencia, para expulsar el aire atrapado y para facilitar su enfriamiento. Algunos sistemas son herméticos y están presurizados. Por lo general estos sistemas se mantienen más limpios que los sistemas ventilados.

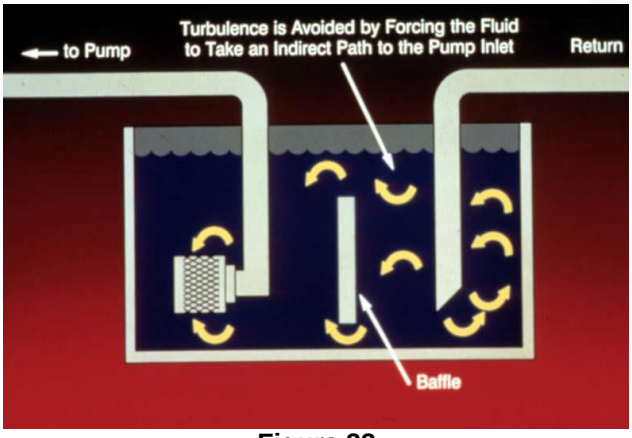


Figura 23

Operación

Cuando los motores y las bombas comienzan a funcionar, el flujo y la presión de los fluidos crean cargas en los diversos componentes de la bomba. Es necesario familiarizarse con estas cargas y conocer la apariencia y áreas de desgaste que causa cada una de las diversas cargas.

Cuando las bombas de engranaje comienzan a operar, el fluido hidráulico pasa por los dientes de engranajes en la admisión de la bomba. Al continuar rotando los engranajes, el fluido se dirige hacia la salida de la bomba, donde sale por entre los dientes. La presión se desarrolla por la obstaculización del fluido, creada por la carga, más abajo en el sistema.

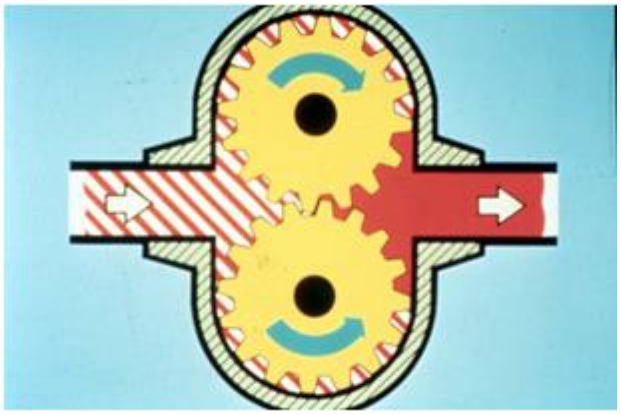


Figura 24

El fluido a alta presión dobla ejes hacia el lado de baja presión de la bomba y puede hacer que los dientes del engranaje “arranquen” parte del material de la caja, próximo a la lumbrera de admisión. Algunas cajas de hierro fundido tienen un alivio de presión en el área de la lumbrera de admisión para evitar que esto suceda. La presión ejerce también esfuerzos en la caja y en la pestaña y crea cargas torsionales en los ejes.

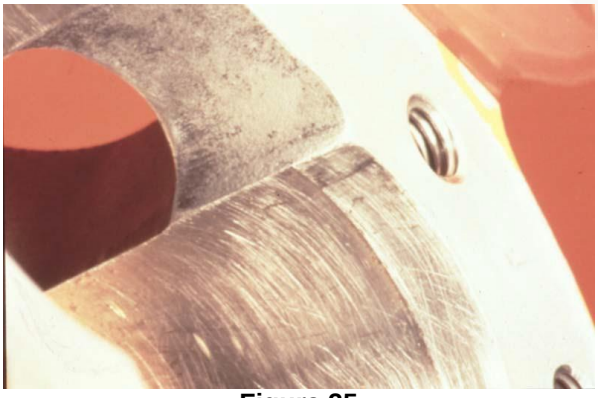


Figura 25

Al aumentar la presión, el aceite fluye por detrás de las planchas de presión y las empuja contra los costados de los engranajes, sellando el lado de alta presión del de baja presión de la bomba. Un mínimo de fluido a alta presión va a los bujes para lubricarlos. Algunas bombas de engranaje pueden operar con una presión aproximada de 23.443 kPa, sin que el aislamiento de los lados de entrada y salida sea un problema.

El giro de las bombas de paletas crea flujo de fluido al girar el rotor y paletas dentro del anillo de levas elíptico. Cuando las paletas pasan, totalmente extendidas, por la admisión de la bomba, atrapan fluido entre el anillo y el rotor. Las paletas lo empujan a un área de rápida reducción, forzando su salida.

La fuerza centrífuga sella las paletas contra los anillos de levas hasta que se presuriza el sistema. Luego, se dirige, por conductos maquinados en la ranura de la paleta, fluido a alta presión, a la parte superior del inserto. Esta mayor presión ayuda a sellar la paleta contra el anillo de leva. Orificios en ángulo taladrados del diámetro externo del rotor al fondo de cada ranura de paleta igualan la presión en la parte superior e inferior de las paletas evitando así una traba hidráulica.

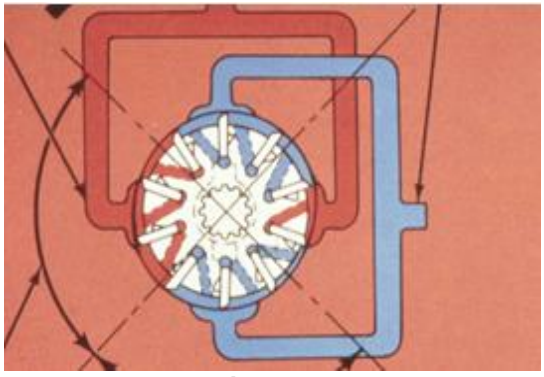


Figura 26

El fluido a alta presión mantiene las planchas de flexión contra los lados del rotor y se desgastan por deslizamiento. Como el rotor tiende a oscilar un poco durante el arranque, las planchas de flexión están expuestas también a esfuerzos de doblamiento.

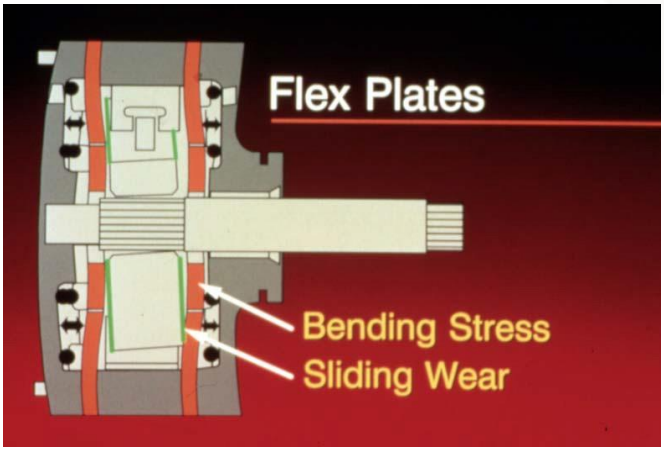


Figura 27

Los ejes reciben cargas torsionales por la resistencia al giro, así como esfuerzos de doblamiento creados por el piñón.

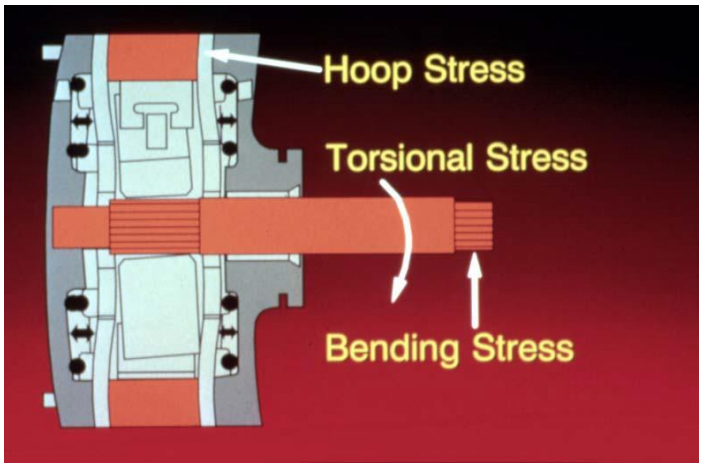


Figura 28

Las paletas se mantienen ajustadas contra el anillo de levas creando desgaste por el roce de los extremos. Además, las paletas suben y bajan en las ranuras del rotor, causando desgaste en las superficies por el roce continuo. Las paletas sufren algunos esfuerzos de doblamiento por el empuje constante del fluido hacia adelante.

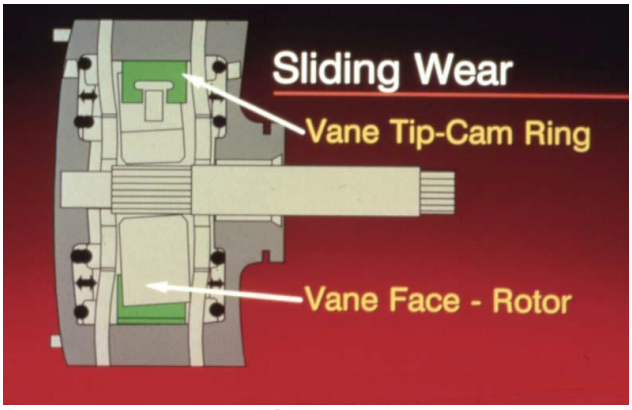


Figura 29

La alta presión de salida trata de deformar aún más al anillo elíptico de levas, creando fuerzas de tensión en el exterior. En la admisión, el anillo de levas se comprime, ejerciendo fuerza tensión en el interior. Los anillos de levas están diseñados con dos salidas de alta presión, una opuesta a la otra para reducir, significativamente, el desgaste de los bujes.

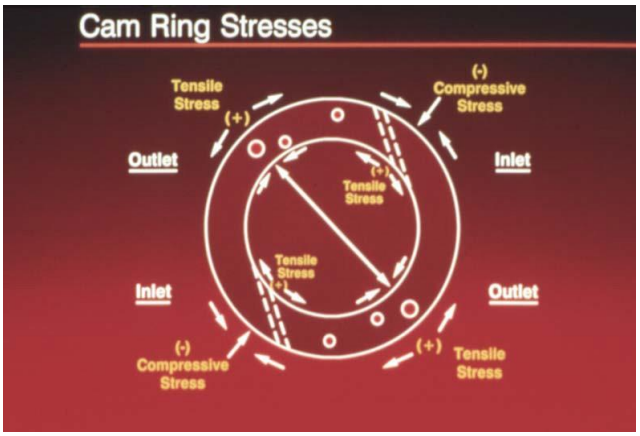


Figura 30

Cuando comienzan a operar las bombas de pistones, algunos pistones quedan expuestos al fluido. La plancha de retracción tira estos pistones hacia abajo y el fluido hidráulico llena el cilindro. Al continuar la rotación, los cilindros pasan por debajo de la lumbrera de salida, mientras los pistones suben en sus cilindros forzando la salida del fluido. Hasta obtener la presión normal de operación, el tambor se mantiene contra la plancha de lumbreras por uno o más resortes. En la operación normal una disminución del área en la parte superior del cilindro causa una caída de presión que mantiene el cilindro contra la plancha de lumbreras. Fluye también fluido a alta presión por pequeños agujeros en los pistones para lubricar los patines. Los motores operan casi de la misma manera, excepto que la presión hidráulica hace girar al tambor y al eje impulsor, y no que el eje impulsor haga girar al tambor. En los motores de vástago y pistón, el vástago empuja contra la plancha impulsora, y no contra una plancha de desgaste, haciéndolo girar.

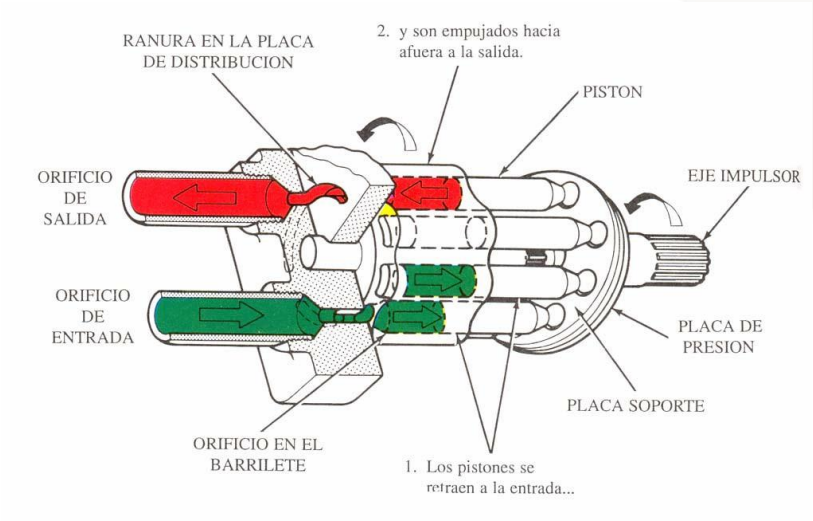


Figura 31

La resistencia a la rotación crea esfuerzos torsionales en los ejes impulsores, en las planchas impulsoras y en las estrías del tambor. La mayoría de los componentes de la bomba están expuestos a desgaste por deslizamiento. Por el movimiento hacia arriba y hacia abajo, o por la rotación de los patines contra las planchas de desgaste. Las planchas de retracción sustentan cargas de doblamiento entre el lado de admisión y el lado de salida.

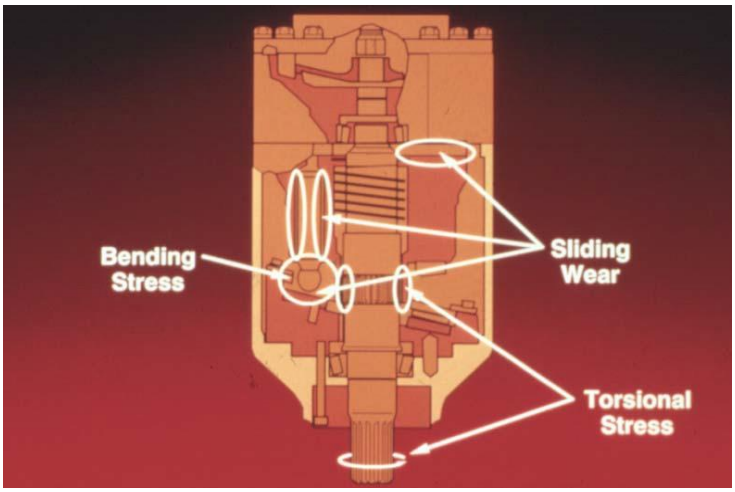


Figura 32

Procedimiento del análisis

Antes de poder llevar a cabo un correcto análisis de las fallas de bombas, debemos saber cómo inspeccionarlas, donde buscar y qué es lo que tratamos de encontrar. Necesitamos conocer la apariencia física de las piezas que funcionan normalmente. Después de esta inspección visual, les será más fácil recordar cómo realizar el procedimiento correctamente.

Si se cuenta con buenos datos, se puede determinar mejor la causa principal de la mayoría de las fallas. Se deben obtener los datos necesarios pertinentes al estado de operación, tanto antes, como al ocurrir la falla y, darse cuenta del estado general del sistema hidráulico. Se deben obtener y registrar datos como el total de horas de operación de la máquina y de la bomba, registros de mantenimiento y reparaciones del sistema hidráulico, resultados del análisis del fluido hidráulico, cambios sutiles en el mantenimiento del sistema, ruidos anormales, etc. Debemos hacer preguntas sobre el estado del sistema hidráulico. Como por ejemplo: ¿Se usó el aceite correcto?, ¿Tenía suficiente aceite el sistema?, ¿Cuándo se hizo la última verificación del nivel de aceite del sistema hidráulico?

Se debe obtener, identificar y proteger adecuadamente las piezas que sufrieron la falla contra daños externos y corrosión, así como toda otra pieza que se crea haber participado en la falla.

Nota:
Es bueno obtener los filtros y una muestra del fluido si la falla fue por desgaste.

Antes de desarmar los motores y las bombas debemos marcar cuidadosamente la ubicación de todos los componentes. Se debe confirmar la dirección de rotación y hacer que las paletas coincidan con las ranuras correspondientes, o los pistones con sus cilindros respectivos. Se deben inspeccionar también los sellos y las planchas para ver si han sido armados correctamente.

Figura 33

Las partículas de desgaste que se encuentran en las piezas de las bombas pueden ayudarnos a determinar la causa del desgaste, y no se deben alterar de ninguna forma. Si se limpian las piezas de una bomba antes de hacer la inspección visual, se corre el riesgo de eliminar la evidencia que nos puede indicar la causa principal de la falla.

Utilizando una buena fuente de iluminación, se debe inspeccionar minuciosamente todas las piezas para ver si hay indicios de desgaste, de recalentamiento (sellos rotos o derretidos, manchas, aceite oxidado), errores durante el armado o problemas generales de las piezas

La inspección visual es la más importante para recopilar datos y hacer un análisis de fallas. Las piezas son registradores de información, con mucha información útil, si nos tomamos el tiempo y usamos el equipo adecuado para obtenerla. Una inspección minuciosa y metódica de los sellos, superficies de sellado, cilindros y superficies de fractura y de desgaste pueden proporcionar la información necesaria para encontrar la causa principal.

Con una lupa y luz en ángulo para hacer contraste debemos ver las áreas de mayor importancia como los puntos de iniciación de fracturas, picaduras, frote, etc. Debemos poder determinar también la causa de la falla: erosión por cavitación, desgaste abrasivo, etc. Debemos también buscar rebabas de desgaste atrapadas en pequeñas aberturas. Una vez establecida la causa de la falla podemos seguir la huella hasta encontrar la causa principal. Por ejemplo, las picaduras finas de una plancha de lumbrera indican cavitación o aireación. Esto nos dice que busquemos causas como aireación, taponamiento o bajo nivel de fluido a la bomba, etc.

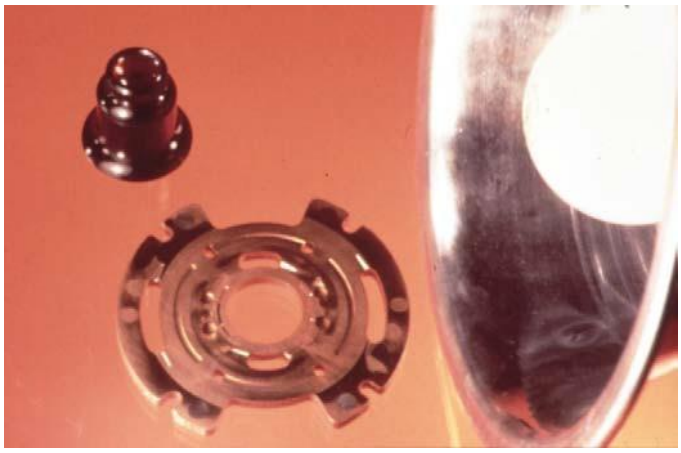


Figura 34

Durante la inspección visual debemos llevar un registro meticuloso de todos los datos de las diversas piezas. Debemos también anotar todo número de serie, códigos de fecha y toda información que consideremos útil para resolver el problema. Esto se puede hacer en un cuaderno, con una cámara fotográfica, una cámara de video o una grabadora. Nos referiremos nuevamente a este registro cuando comparemos nuestra lista de posibles causas con los hechos.

Condiciones normales

Es necesario familiarizarse con la apariencia normal de los componentes antes de que podamos determinar si tienen una algo anormal. Piezas nuevas, piezas usadas en buen estado o fotografías de piezas obtenidas de las guías de reutilización pueden indicarnos su apariencia normal.

Veamos ahora huellas de operación normal de bombas de engranajes. Por lo general los piñones y engranajes tienen un pulido del lado de los dientes que soportan las cargas y, cuando el total de horas de operación es alto, algunas picaduras superficiales en la raíz de los dientes.

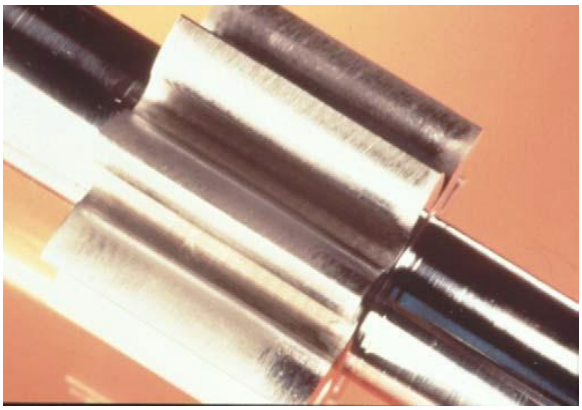


Figura 35

Es posible que haya también un pulido fino por abrasión en donde los bujes hacen contactos con el eje y, los sellos, por lo general desgastan una ranura poco profunda en el eje.

Figura 36

Los engranajes pueden cortar las cajas de aluminio en la lumbrera de entrada por la deflexión de los ejes bajo presión. Algunas cajas de hierro fundido se fabrican con un área de alivio en esa zona para evitar el contacto entre el engranaje y la caja.

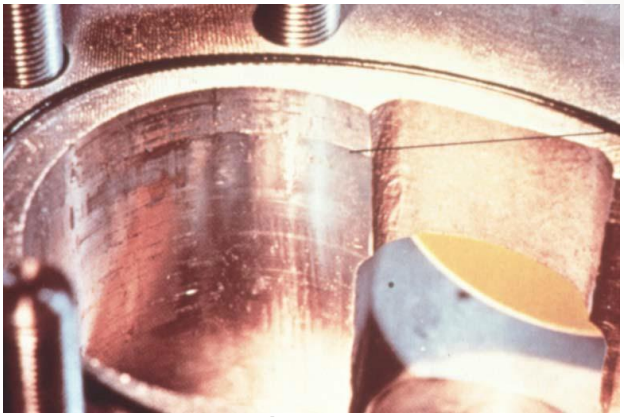


Figura 37

Por lo general las planchas de presión desarrollan pequeñas fracturas en la aleación de cobre, en donde los engranajes vuelven a engranarse en la salida.

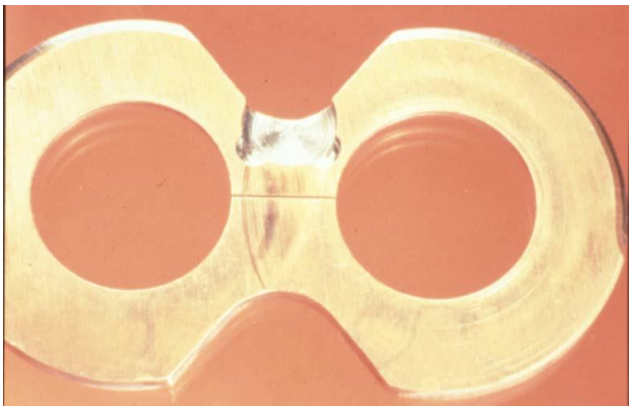


Figura 38

No deben aplanarse, deformarse ni rajarse los sellos y deben retener su flexibilidad.

Figura 39

El desgaste en las bombas de paletas ocurre entre las planchas de flexión y las ranuras del rotor y entre el anillo de levas y las puntas de las paletas. Una inspección minuciosa de estas áreas mostrará indicios de desgaste normal o anormal.

Figura 40

Las paletas sufren poco o nada de desgaste cuando operan normalmente.

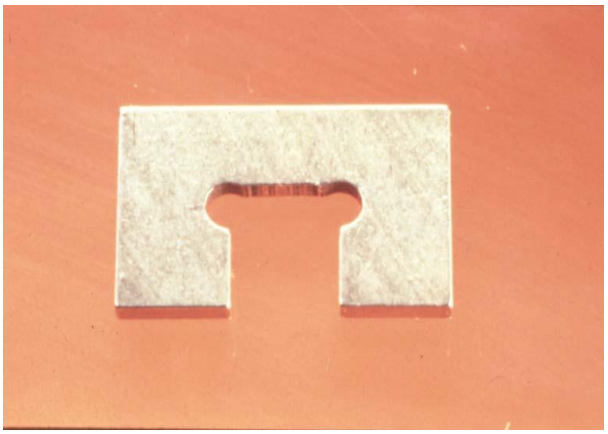


Figura 41

Las puntas de las paletas sufren muy poco desgaste si la cantidad y la calidad de los fluidos son adecuadas.

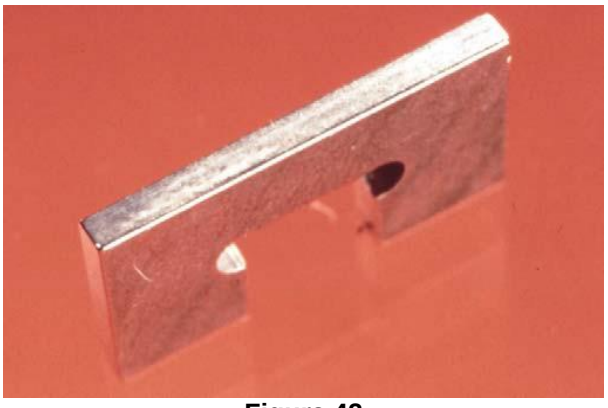


Figura 42

Normalmente los anillos de leva no muestran decoloración térmica ni desgaste. Puede poderse ver aún una superficie con un terminado ondeado, hecho por el proceso de bruñido.

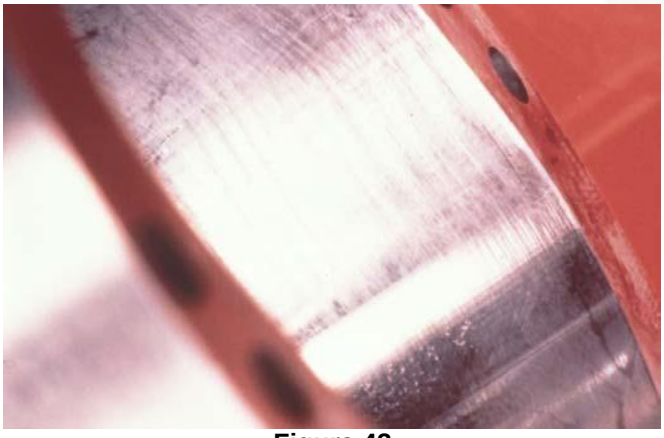


Figura 43

Los sellos de caucho y los retenes de plástico no deben tener manchas térmicas, estar derretidos, agrietados ni quebradizos.

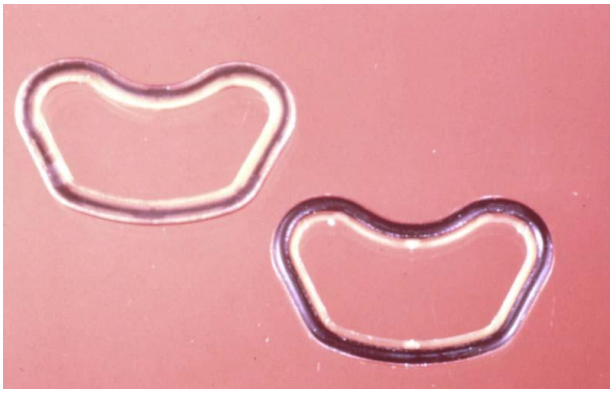


Figura 44

Los motores y bombas de pistones tienen una apariencia peculiar durante la operación normal. Las planchas de lumbreras, de aleación de cobre, pueden obscurecerse con el tiempo, aún a la temperatura normal de operación.

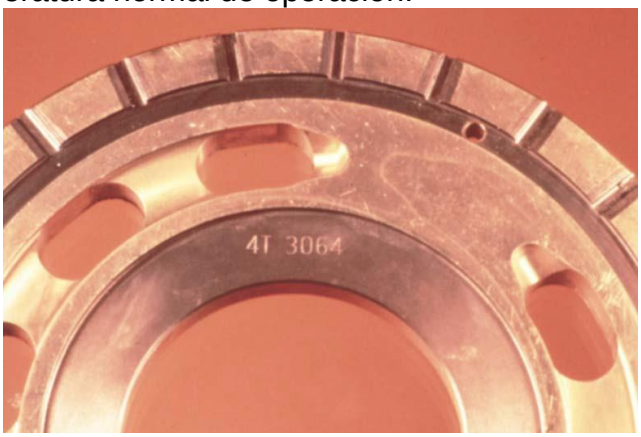


Figura 45

La superficie de la lumbrera del tambor puede tener ralladuras leves, en donde las bandas de sellado de la plancha de la lumbrera toca la superficie del tambor. Esto se debe a las minúsculas partículas abrasivas que, por lo general, están presentes en los fluidos hidráulicos.

Figura 46

Las planchas de desgaste pueden tener también ralladuras finas, pero no deben tener desgaste por adherencias, fisuras ni manchas térmicas.

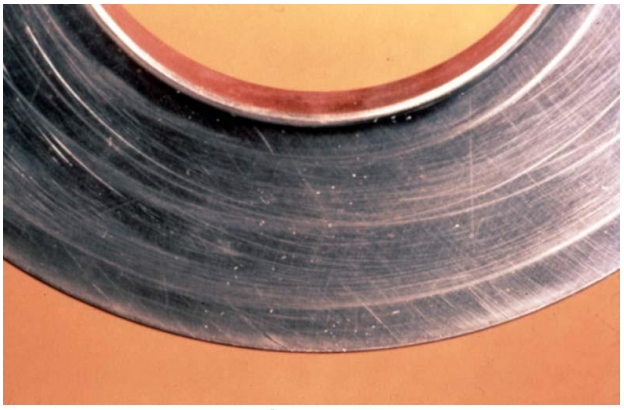


Figura 47

Las planchas de retracción sufren un pulido ligero alrededor de los agujeros, causado por el desgaste entre los patines y la plancha de retracción.

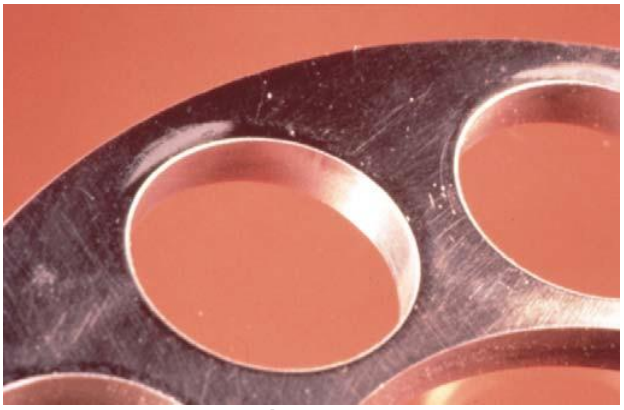


Figura 48

Los conjuntos de pistones y patines mostrarán un leve pulido en el tambor y en el área de contacto entre la plancha de retracción y el patín. Por lo general, el desgaste de los patines muestra una superficie pulida brillante con algunas ralladuras finas.

Figura 49

El eje de la bomba puede mostrar algo de desgaste en las estrías, el cual debe compararse con las pautas de reutilización. Los sellos pulirán ranuras en las superficies de sellado, las cuales no deben exceder las recomendaciones de la guía de reutilización. Hay veces que se astillan las muescas, pero no deben agrietarse.

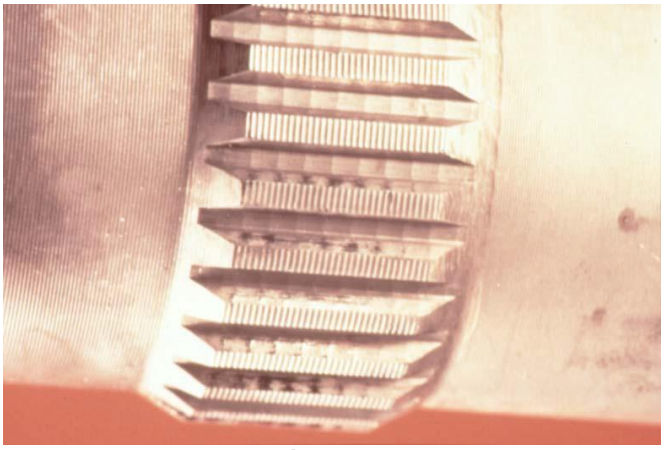


Figura 50

Condiciones anormales

Durante el programa utilizaremos los “Ocho pasos del Análisis de Fallas” para diagnosticar fallas existentes con bombas y motores. Debemos recordar que nuestra tarea no termina al determinar la causa principal sino que debemos “obtener la recompensa” tomando los hechos en cuenta para explicar al cliente la causa principal de la falla y tomar las medidas necesarias para corregir el problema.

Los Ocho Pasos nos evitarán formarnos ideas preconcebidas que puedan llevarnos por un camino equivocado. Cuando se asumen conclusiones, en lugar de dejar que las piezas revelen la verdad, es muy posible cometer errores que resultarán en reparaciones

innecesarias, largos períodos de paralización o cargos excesivos. Todos estos factores aumentan el riesgo de pérdidas de ventas y servicio, debido a la insatisfacción del cliente.

Los motores y bombas hidráulicas pueden operar en ambientes hostiles, como contaminación por abrasión, aireación, cavitación, falta de lubricación, recalentamiento o presiones excesivas. Puede también haber problemas de diseño, con los materiales, de proceso o armado de la bomba. Cuando existen condiciones inusuales que causen desgaste o fractura, necesitamos inspeccionar las piezas y determinar la causa del problema.

Desgaste por abrasión

Cuando ocurre desgaste por abrasión se deben encontrar e identificar las partículas abrasivas. Se debe recordar no limpiar las piezas antes de inspeccionarlas porque se pueden remover las partículas. Con frecuencia las partículas más pequeñas quedan atrapadas en aberturas pequeñas o incrustadas en el material más blando de la bomba, en donde se pueden ver con una lupa. Se debe obtener una muestra del fluido, ya que un análisis puede identificar el material de las partículas.

Es preferible usar un estereoscopio plegable para buscar partículas abrasivas pequeñas. Se necesita el ajuste más alto de estos microscopios para poder ver estas partículas.

Figura 51

Estudiaremos las huellas de desgaste abrasivo en los componentes de las bombas de engranajes, de paletas y de pistones axiales. Seguiremos la misma secuencia para cada una de las otras modalidades de fallas.
El desgaste abrasivo saca material y cambia la apariencia física de las piezas, caracterizada por el tamaño de las partículas abrasivas. Las partículas abrasivas muy finas pulen las superficies de metal y las dejan lustrosas. Las partículas más grandes dejan un acabado de color gris opaco y ligeramente esmerilado, que se denomina por lo general, acabado mate o satinado. Las partículas aún más grandes producen ralladuras que tornan ásperas las superficies y exponen el metal, como se ve en esta plancha de flexión.

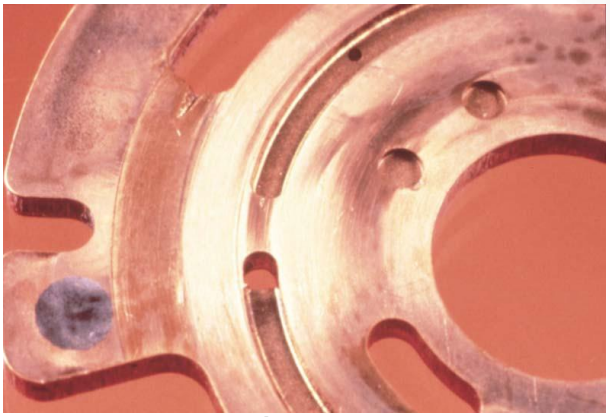


Figura 52

La contaminación abrasiva en las bombas de engranajes suele ocurrir en los dientes, en el eje, en las planchas de presión y en la caja de la bomba. Noten las ralladuras verticales finas en el lado de engranaje de los dientes del engranaje, un indicio de la presencia de abrasivos.

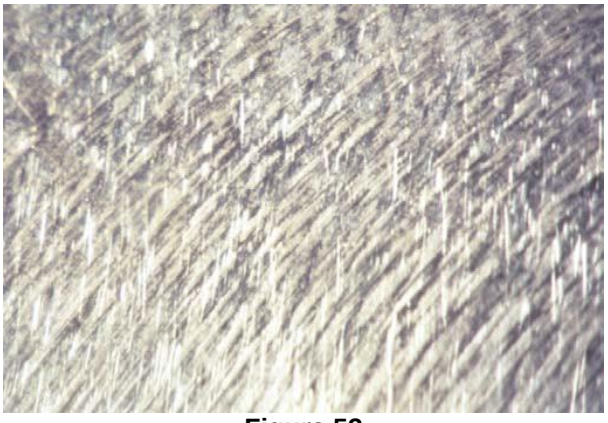


Figura 53

Otro indicio de materia abrasiva es el ranurado en el eje, causado por los sellos, como se puede ver en la figura 53. Esto indica que el sistema hidráulico ha sido contaminado por partículas abrasivas y, nuestro objetivo es determinar el tipo de materia abrasiva y cómo entró en el sistema. La materia abrasiva puede entrar del exterior por el tubo de llenado del tanque o por un sello dañado. El fluido que se añade puede estar contaminado, contaminando así intencionalmente el sistema; es posible que la contaminación provenga de las operaciones de fabricación o que el sistema no haya sido cuidadosamente purgado después de una falla anterior. Pueden facilitar la identificación de los contaminantes una inspección visual minuciosa y un análisis del fluido.

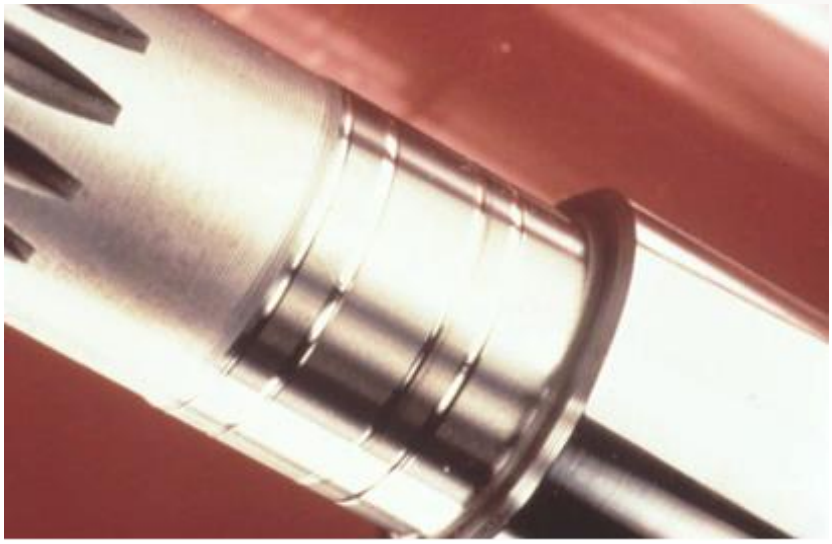


Figura 54

La forma de los agujeros en esta plancha de presión indica que las partículas contaminantes en el fluido eran redondas y duras. En la figura se puede observar un balín de acero, lo que supone que es el contaminante responsable del daño. El objetivo es determinar cómo entro en el sistema: si se introdujo durante el proceso de fabricación, una reparación previa o intencionalmente.

Las cajas de aluminio de las bombas de engranajes son suficientemente blandas para que los abrasivos las rayen y se incrusten en el metal. Al desgastarse los bujes por abrasivos, la presión de salida desvía los ejes hacia el lado de entrada de las cajas. Los abrasivos quedan atrapados entre las puntas de los dientes del engranaje y las cajas, rayando el área próxima a la lumbrera de admisión. Algunas veces, las partículas abrasivas se incrustan en el aluminio blando al final de la ralladura.

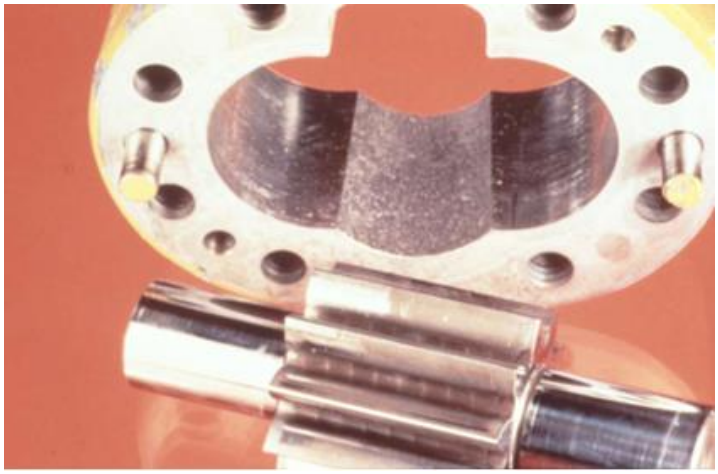


Figura 55

Una inspección minuciosa de la caja de aluminio con luz en ángulo y una lupa revela ralladuras profundas, típicas de materias duras, como arena. El análisis del fluido debe confirmar un alto contenido de silicio. El paso siguiente es identificar la entrada de arena en el sistema.

Figura 56

El desgaste abrasivo fino, pero anormal en las bombas de paletas deja huellas en las planchas de flexión, en las paletas y en los anillos de leva.

Un acabado pulido, liso y brillante, como el que se ve en esta plancha de flexión, es un indicio de abrasivos en el sistema. Nuevamente es necesario hacer una inspección visual y un análisis del fluido para determinar el tipo de material responsable por la contaminación del sistema.

Un buen lugar donde buscar es en el lado de aleación de cobre de la plancha de flexión, ya que las partículas se incrustan siempre en el material blando. Una vez que hayamos encontrado e identificado las partículas abrasivas, necesitamos determinar cómo entraron en la bomba.

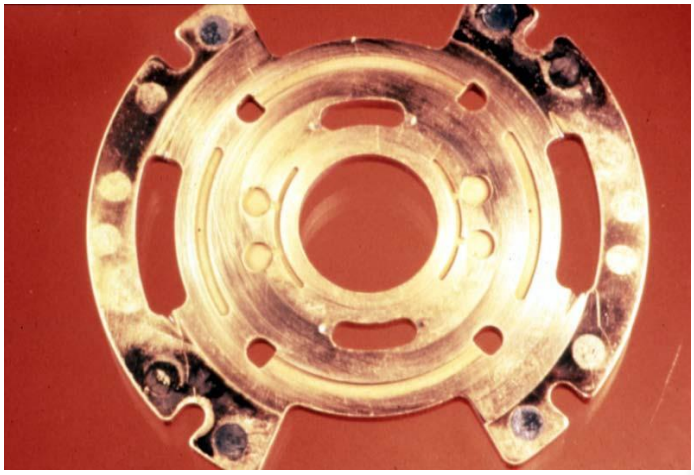


Figura 57

Las partículas abrasivas más grandes que entran en las bombas de paletas crean ralladuras profundas y causan más fugas entre las piezas desgastadas. Esta plancha de flexión muestra el resultado de contaminación por arena en una bomba de paletas.

Figura 58

Las paletas muestran también indicios de desgaste por abrasión. Las partículas abrasivas desgastan la ranura de la paleta y rotor, dando a la paleta una apariencia física de color gris mate.

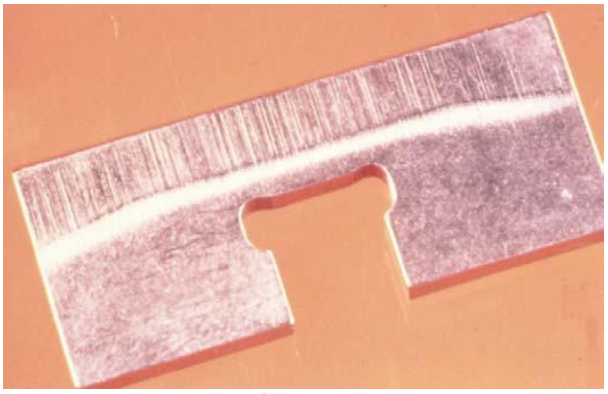


Figura 59

Una contaminación más severa produce ralladuras que pueden extenderse sobre la superficie entera de la paleta. El mayor daño por abrasión ocurre en el lado de la paleta opuesto a la dirección de rotación.

Figura 60

La materia abrasiva saca también material de la punta de la paleta, haciéndola más ancha y plana. Compare la apariencia de un extremo desgastado por abrasión de la paleta más grande, con la paleta normal más pequeña.

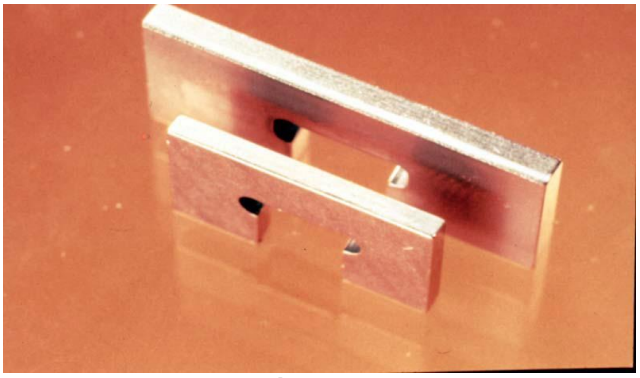


Figura 61

El desgaste por abrasión entre las ranuras y paletas aumenta el espacio libre, causa fugas excesivas y pérdida de presión en el inserto de la paleta. El resultado es un movimiento oscilante de la paleta que causa arrugas en el anillo de levas. Esta apariencia puede ser también el resultado de cavitación o aireación y recalentamiento de fluidos y no es una evidencia conclusiva de desgaste por abrasión.

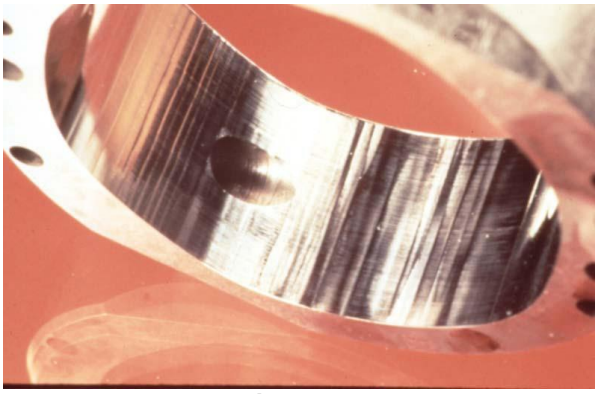


Figura 62

Cuando la materia abrasiva entra en los motores o bombas de pistones causa desgaste en las planchas de las lumbreras, en los tambores, en los pistones y patines y en las planchas de retracción.

Las planchas de lumbreras y los tambores se desgastan más alrededor de las lumbreras y de las bandas de sellado, cuando el contaminante entra por el lado de admisión. Un buen lugar donde buscar materia extraña es en la superficie de empuje de la plancha de lumbrera, o en las ranuras y perforaciones del lado posterior de la plancha de lumbrera. No se olvide de buscar materia extraña antes de limpiar las piezas.

Figura 63

Algunas veces las partículas abrasivas se incrustan en el material más blando o dejan un agujero como huella, de su forma y tamaño.

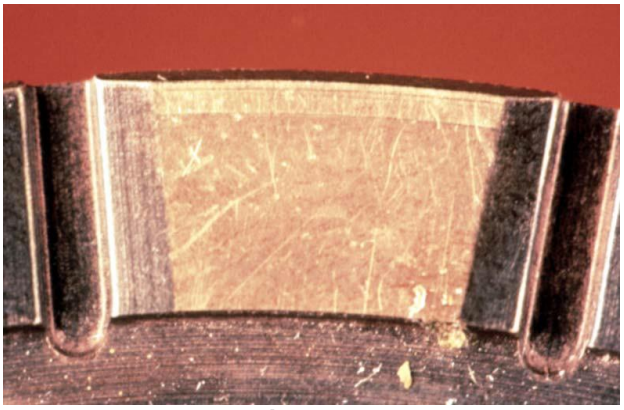


Figura 64

Las partículas redondas y pequeñas incrustadas que se ven en esta plancha de lumbrera son granos de arena vidriosa con la que se limpió la pieza.

Figura 65

Los patines de aleación de cobre se desgastan fácilmente por la abrasión. La mayor parte del desgaste ocurre entre la cara del patín y la plancha de desgaste, pero también se produce algún desgaste adicional entre la pestaña del patín y la plancha de retracción.

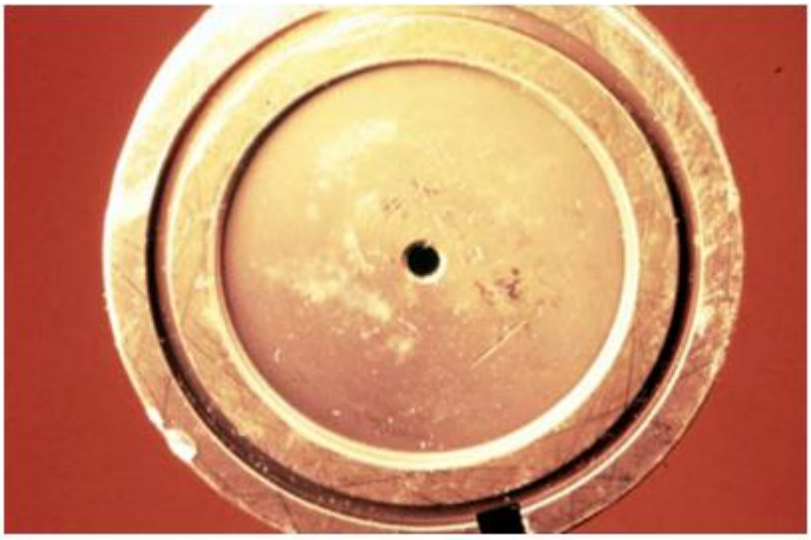


Figura 66

Los patines pueden desgastar las planchas de retracción, produciendo áreas pulidas y brillantes alrededor de los agujeros y un ligero abocardado de sus bordes.

Figura 67

Es necesario buscar indicios de materia extraño e identificar su origen. El daño que causan puede resultar en agarrotamiento de la bomba o en rotura del eje.

De vez en cuando, grandes trozos de materia extraña entran en la bomba. El daño que causan es serio y puede resultar en agarrotamiento de la bomba o en rotura del eje. Es necesario buscar indicios de materia extraña e identificar su origen.

Esta plancha de flexión se sacó de una bomba de paletas que operaba bien y de repente se agarrotó. El eje no giraba y se tuvo que sacar el cartucho. Mirando detenidamente la plancha de flexión, vemos ranuras profundas en los bordes de la lumbrera de admisión superior y en la lumbrera de salida de la izquierda.

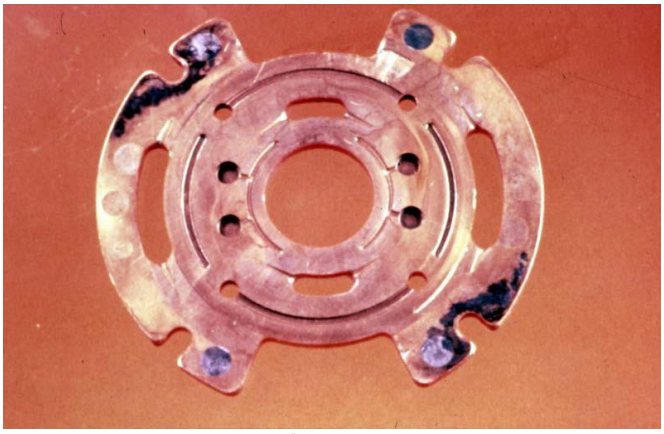


Figura 68

Observando la otra plancha de flexión, notamos el mismo tipo de ranuras en el borde inferior de la lumbrera de salida del lado derecho. Sea cual fuere la materia extraña, ésta logró pasar por la bomba y dañó ambas planchas de flexión.

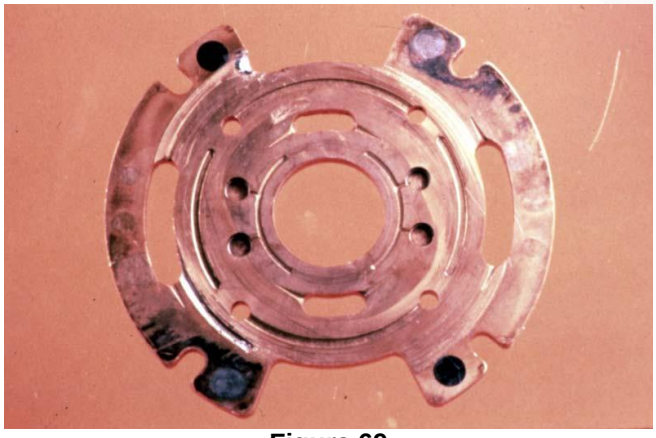


Figura 69

Una inspección visual del rotor muestra daños en dos paletas y un pedazo de materia extraña atrapado aún entre el rotor y el anillo de levas.

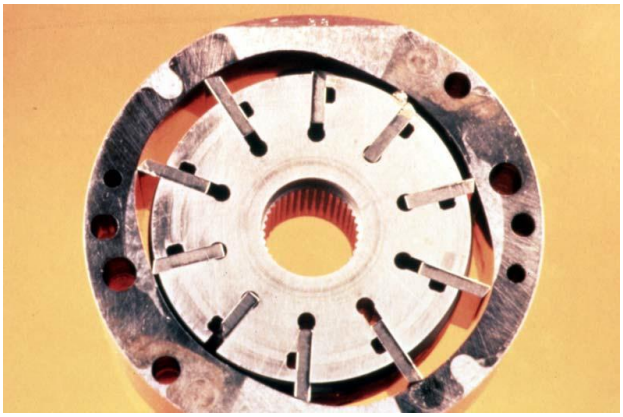


Figura 70

Más de cerca, vemos que la materia extraña es un pedazo grande de metal que quedó atrapado en el espacio angosto entre el rotor y el anillo de levas. Inspeccionando las demás piezas, quizá podemos determinar el origen de esta materia extraña.

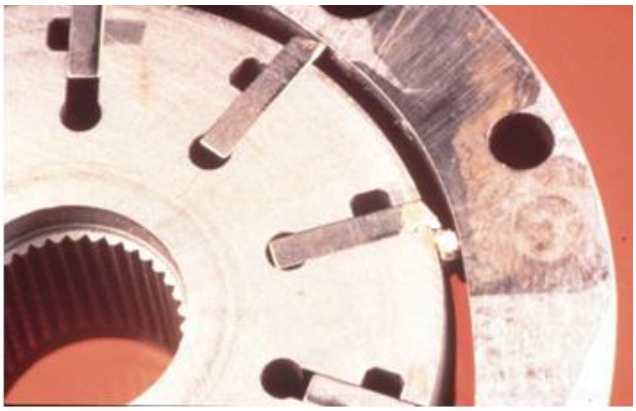


Figura 71

Aquí vemos los restos de dos prisioneros que se encontraron en la caja de la bomba cuando se sacó el cartucho. Obviamente son el origen de la materia extraña que agarrotó la bomba. Una verificación de las reparaciones previas indicó que se le acababa de instalar un nuevo cartucho a la bomba. Ya sea que no se hayan reemplazado los prisioneros durante reparaciones anteriores o que no se haya instalado correctamente el cartucho, la cuestión es que se salieron los prisioneros. Una inspección visual minuciosa para ver si hay indicios de roce entre el cartucho y la caja debe revelar lo que ocurrió.

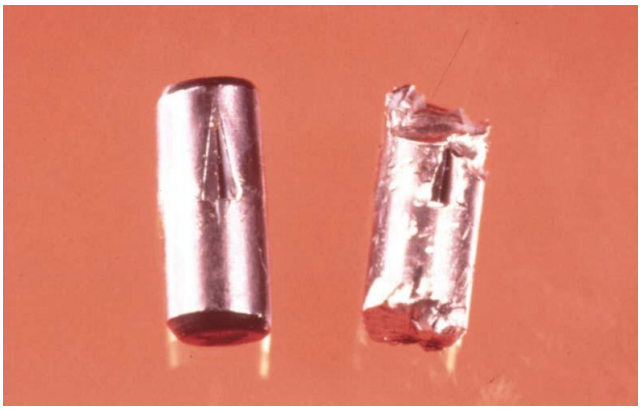


Figura 72

Erosión

Burbujas en el fluido hidráulico es otra condición anormal de operación que puede ser un indicio de futuros problemas. Las burbujas pueden producirse por aireación o cavitación, y ambos fenómenos causan indicios de erosión.

Aireación es el término utilizado para describir burbujas en el fluido hidráulico, causadas por fugas de aire en el sistema, recalentamiento o turbulencia. Las fugas del sistema por sellos o acoplamientos de mangueras son fuentes típicas de aireación; mientras que un nivel del fluido de retorno más alto que el nivel del aceite causará turbulencia.

Cavitación es el término utilizado para describir la falta de fluido en la admisión de la bomba, causada por falta de fluido en el sistema, o por restricción en la tubería de admisión. En esta situación las burbujas se deben al vacío parcial y no a la entrada de aire en el sistema.

La aireación o cavitación con bombas de paletas causa picaduras en la capa superficial de las planchas de flexión. Estas picaduras pueden ser muy agudas y brillar como si fuesen una fractura quebradiza. Ocurre, a veces, una leve erosión en agujeros o en ranuras que pasa desapercibida. La erosión más seria es bastante obvia, ya que se pierde material de las superficies normalmente planas.

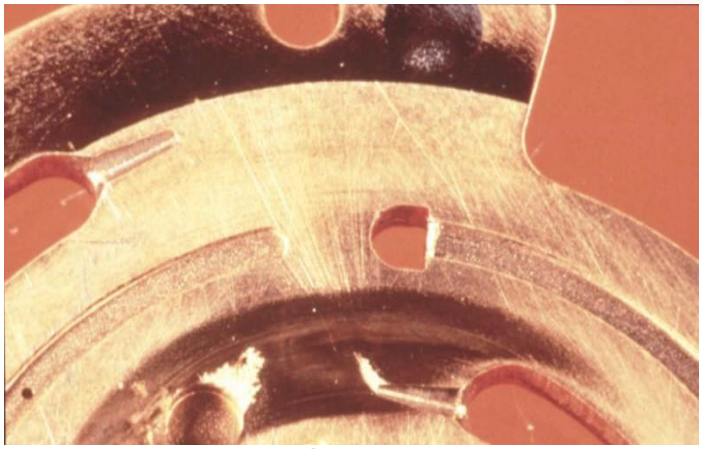


Figura 73

Pueden sufrir picaduras los anillos de levas si la aireación o cavitación es tan severa que el fluido hidráulico se torna esponjoso. En estas condiciones, el fluido a presión entre la paleta y el inserto es comprimible, lo que resulta en pérdida de control del movimiento de las paletas. Noten que este anillo de levas tiene manchas térmicas severas, lo cual indica que el recalentamiento del fluido pudo muy bien haber sido la causa de la aireación.

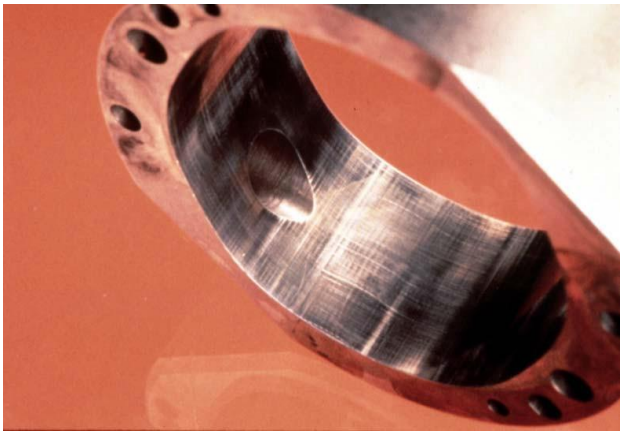


Figura 74

Una vez determinado que aireación o cavitación es la causa de la falla, se deben repasar los datos obtenidos por la inspección de las piezas, del equipo, de los operadores y de los registros de mantenimiento. Se deben obtener los datos sobre la calidad y cantidad del aceite en el momento de la falla, cualquier ruido inusual que hiciera la bomba, evidencia de fugas y del estado general del sistema hidráulico. Es importante descubrir cualquier condición que pudiera haber restringido el flujo del fluido a la entrada de la bomba o permitido la entrada de burbujas.

Desgaste por adherencia

La falta de lubricación resulta en capa insuficiente de aceite para separar las piezas móviles, causando el roce de metal con metal y desgaste por adherencia. Como no hay aceite allí para mantener frías las piezas que entran en contacto, con frecuencia se produce recalentamiento localizado, esmerilado y decoloración. Los bujes y ejes, los rotores y planchas de flexión, los pistones y tambores son, por lo general, los componentes que muestran mayores daños.

El indicio de desgaste por adherencia es el de un metal manchado o roto. Cuando dos superficies en movimiento hacen contactos sin la cantidad adecuada de lubricante, o a presiones o temperaturas que eviten la lubricación adecuada, las asperezas (puntos salientes en las superficies) hacen contacto y el calor por fricción produce un punto de fusión. Al continuar el contacto entre las materias de fusión, el material con menor resistencia se rompe y se mancha. Ya que el roce y rotura generan calor, habrá manchas térmicas en algunas áreas.

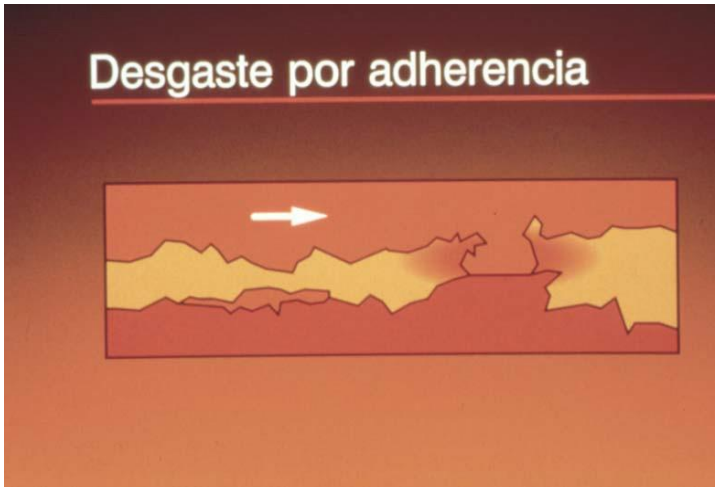


Figura 75

Al observar cuidadosamente las piezas de una bomba de paletas, podemos encontrar indicios de la causa principal de la falla. Un examen general muestra manchas térmicas y sellos derretidos. Necesitamos hacer una inspección minuciosa de cada componente para determinar su apariencia física.

Figura 76

La inspección minuciosa de la plancha de flexión muestra muy poca evidencia de residuo de ceniza, pero muestra, sin lugar a dudas, manchas por adherencia, manchas térmicas en la plancha de flexión de aleación de cobre y cortaduras por las paletas. Esto nos hace suponer que la bomba no recibía la cantidad adecuada de aceite para mantenerla lubricada y fría. La falta de lubricación puede hacer que las paletas se peguen en el rotor y corten la plancha de flexión, como podemos observar en la figura 77.

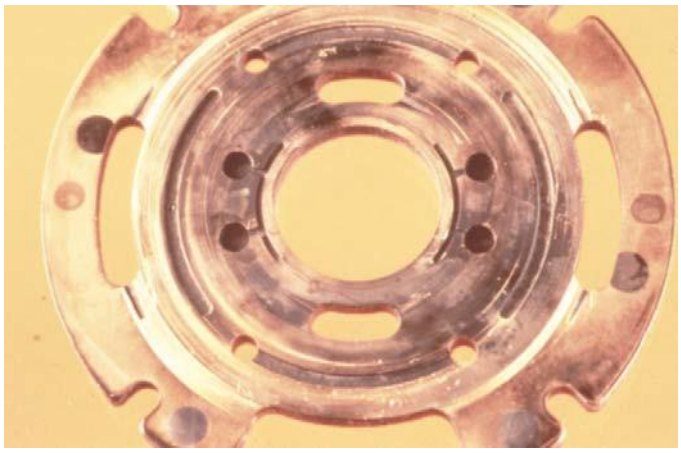


Figura 77

Los costados del rotor muestran metal refregado y frotado, y los bordes superiores de las paletas demasiados desgastados. La mayoría de las paletas se agarrotan en las ranuras del rotor y es necesario sacarlas con martillo para poderlas inspeccionar. Estos datos indican también falta de lubricación.

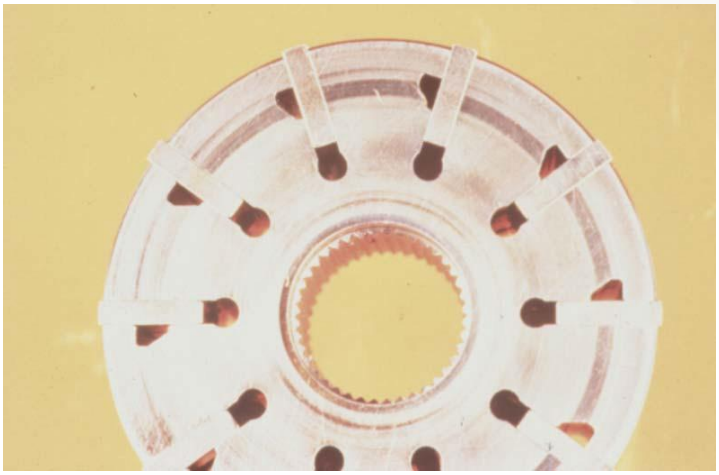


Figura 78

La superficie de desgaste del anillo de levas está demasiado desgastada y tiene manchas térmicas. El frotamiento entre las paletas y el anillo produjo recalentamiento que no enfrió el fluido. Las áreas expuestas en los costados del anillo de levas muestran un descolorido, una indicación de recalentamiento en donde la lubricación por lo general, enfría las piezas.

Al observar los sellos descubrimos que se han derretido parcialmente cerca del centro, donde el fluido hidráulico enfría y lubrica el buje en condiciones normales. Si hubo aceite recalentado el daño no pudo haber sido en el centro. Si la falla fue por exceso de presión, los sellos debían haberse enfriado adecuadamente y no estarían derretidos. Las lumbreras de salida parecen también haberse recalentado como si no hubieran sido enfriadas por fluido. Todo esto indica falta de lubricación.

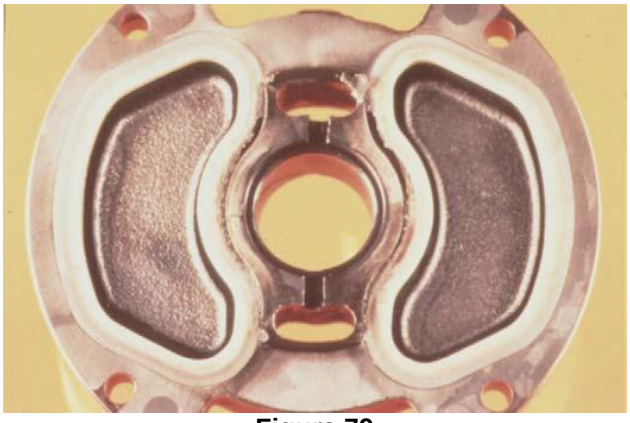


Figura 79

Una investigación de los hechos nos hizo saber que la bomba falló después de 37 horas de operación en un cargador. Una investigación más detallada reveló que se había drenado el sistema hidráulico para hacer reparaciones antes de que ocurriera esta falla. Es posible que ni la bomba ni el sistema se hayan reabastecido completamente de aceite después de las reparaciones, o no se hayan seguido los procedimientos de asentamiento adecuados, etc.

Puede ocurrir falta de lubricación en motores y bombas de pistones axiales sin tener manchas térmicas, pero con algunos indicios de frotamiento por lo general. A menudo ocurre una acción de fregado entre el pistón y el tambor, el resultado es daño de los patines, de la plancha de retracción y de la plancha de desgaste.

Cuando un pistón comienza a arrastrar o a causar fricción con el tambor, pueden ocurrir varias cosas. La plancha de retracción se dobla por las sobrecargas que produce tirar del pistón hacia abajo. El patín puede deformarse o tirar demasiado, produciendo un desgaste serio en el plato basculante, o puede romperse la plancha de retracción. Si se agarrota un pistón, la plancha de retracción se puede romper rápidamente dando la impresión de haber sufrido un impacto de carga.

Esta bomba de pistones muestra daño típico en los patines, de los pistones y de la plancha de retracción causado por agarrotamiento. Un pistón se arrastró en el cilindro, sobrecargando la plancha de retracción.

Figura 80

La plancha de retracción se fracturó repentinamente en cuatro partes. Se puede confirmar viendo las fracturas.

Figura 81

Una vista amplificada indica que la fractura es de tipo quebradizo, en un metal comprimido, debido a una sobrecarga. Este es el tipo de carga y de fractura que se producen cuando se agarrota un pistón en el cilindro.

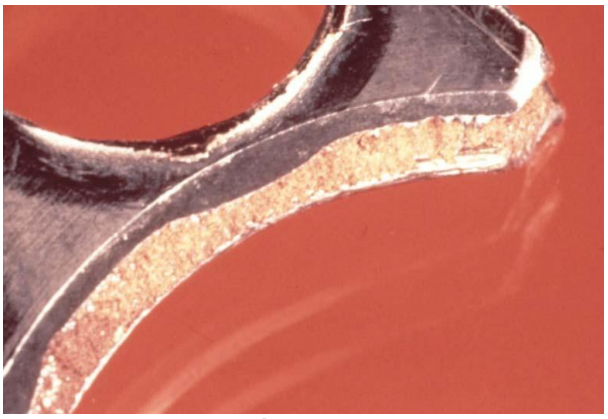


Figura 82

Una inspección más detenida de los pistones y tambor debe facilitarnos la localización de desgaste por adherencia, y así sabremos cual pistón se agarrotó.

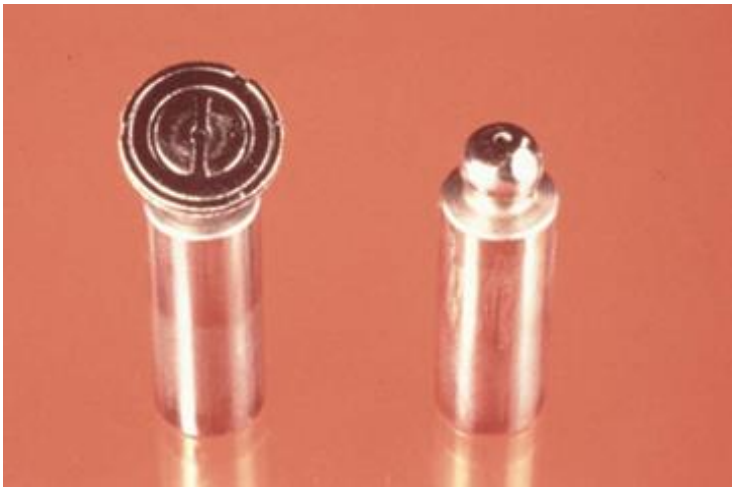


Figura 83

Al observar el pistón nos indica que el frotamiento fue la causa del daño que se observa en la figura, en el extremo inferior de la bomba. El tambor indicó el mismo tipo de frotamiento en un cilindro, lo que indica que se agarrotó sólo un pistón. Una vez descubierta la causa del daño de la bomba, necesitamos saber primero por qué le faltó lubricación. Si se cuenta con buenos datos y hechos se puede determinar la causa principal de la falla.

Figura 84

Fluidos hidráulicos recalentados

El recalentamiento puede reducir la viscosidad del fluido a tal grado que el lubricante no proteja más las superficies del metal y, por lo tanto, haya desgaste por adherencia. Si se recalienta el fluido se formarán burbujas que causarán erosión por cavitación. Es más típico, sin embargo, que el recalentamiento produzca manchas térmicas en las piezas y carbonización de aceite. Las altas temperaturas pueden endurecer los sellos, afectando a la operación de la bomba y causando la falla eventual del sistema. El recalentamiento por lo general se debe a una operación incorrecta, al uso de fluido inapropiado, al mal funcionamiento de los componentes o a bombas mal armadas.

Estas piezas de una bomba de engranaje, de dos secciones muestran manchas en los engranajes y en los ejes. Los colores azul claro y pardo indican que las temperaturas fueron entre 200º C y 370º C. Se debe comparar el color de las piezas defectuosas con el de las piezas en buen estado para cerciorarse que las manchas térmicas se deben a condiciones de operación y no a un proceso o tratamiento térmico previo.

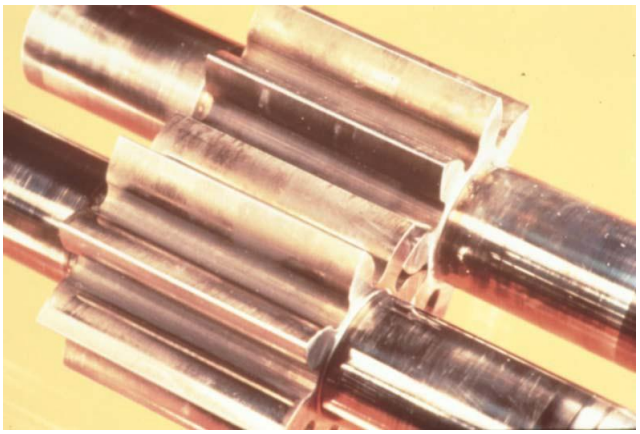


Figura 85

Los engranajes y ejes de la segunda sección de la bomba tienen la misma decoloración, indicando que se recalentó la bomba entera.

Figura 86

Otro indicio de recalentamiento es la presencia de mancha térmica y un color oscuro de las planchas de presión. El aceite recalentado oscurece el metal con aleación de cobre y templa al Acero. Las manchas grises más oscura, se deben al residuo de ceniza que dejó el aceite recalentado.

Figura 87

Algunas veces se puede ver indicios de recalentamiento antes de desarmar el cartucho de la bomba. La superficie del núcleo que toca la caja permanece más fría porque se transfiere el color. La superficie en contacto con el fluido se recalienta y producen colores al temple del barniz. El patrón de color bien marcado en este cartucho, indica el recalentamiento de toda la bomba.

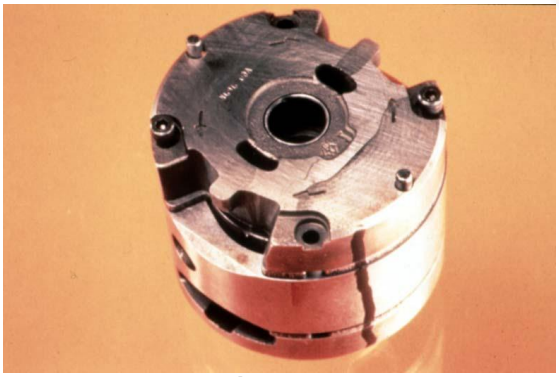


Figura 88

Un vistazo dentro del cartucho nos indica que las piezas tienen manchas térmicas, pero no frotamiento por adherencias. Esto indica la presencia de fluido hidráulico, pero estaba recalentado. Noten que las paletas no están frotadas, ni severamente desgastadas, no están derretidos los sellos y hay una gran cantidad de ceniza en las planchas de flexión. Todo esto nos dice que la bomba operó a temperaturas demasiado altas, pero que se lubricó con fluido recalentado. Debemos verificar el ajuste de presión de la válvula de alivio y tratar de localizar el problema para ver si el aceite hidráulico por alguna razón se desvía constantemente de regreso al tanque la operación incorrecta o el uso de fluido equivocado pueden también causar este recalentamiento.

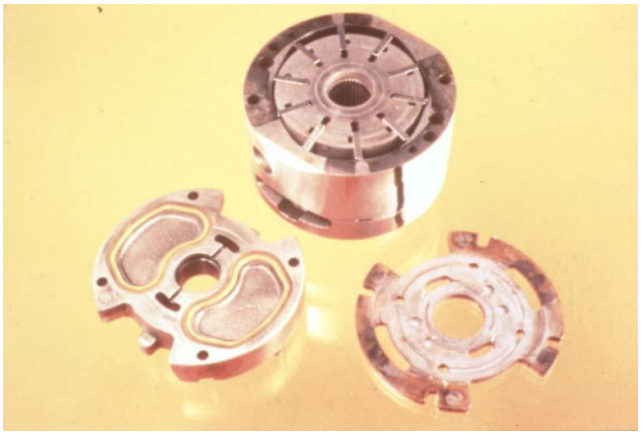


Figura 89

Cuando encontramos una plancha de lumbrera como se observa en la figura 90, inmediatamente se reconoce el recalentamiento del aceite en todo el sistema. Por lo que se debe detectar la causa.

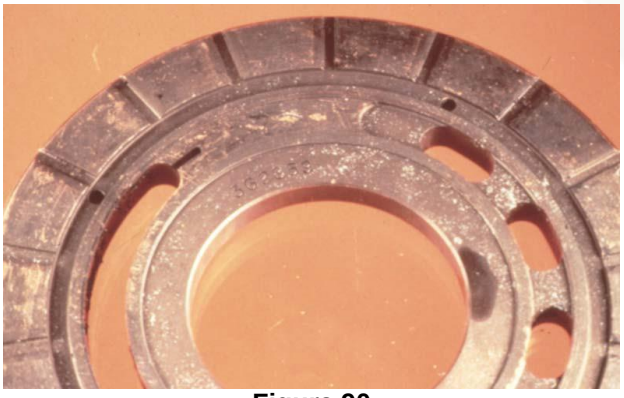


Figura 90

Figura 91

Exceso de presión

El indicio más común de exceso de presión es la fractura o rotura de piezas fundidas, anillos de levas, pernos, etc. ya que el exceso de presión puede presionar las planchas de presión, las planchas de flexión y los tambores contra las piezas adyacentes, se producen también manchas térmicas y frotamientos.

De vez en cuando un componente como una caja, un anillo de levas, un tambor o una cabeza se fracturan y se debe determinar la causa. Si los componentes son de buena calidad y se armaron correctamente, las fisuras por lo general, son el resultado de excesos de presión, fatiga térmica o agarrotamiento.

La inspección de esta pestaña de una bomba de engranajes no muestra indicios de desgaste anormal, pero se quebró del lado de salida de alta presión. La fractura ocurrió en la ranura del sello anular, donde hay una concentración geométrica de esfuerzos, ya que se quebró del lado de alta presión y no hay otros indicios anormales. Suponemos que la causa fue un exceso de presión. Debemos cerciorarnos que la válvula de alivio de presión funcione correctamente, además de obtener datos completos acerca de las condiciones de operación.

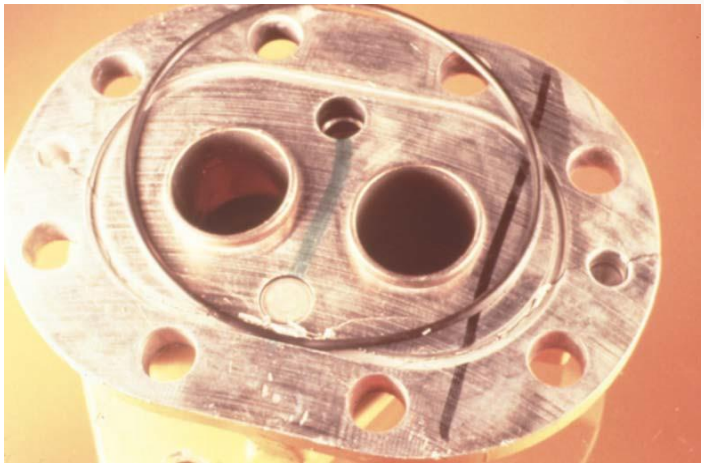


Figura 92

Este anillo de levas de una bomba de paletas indica que no tiene indicios de recalentamiento ni de desgaste; sin embargo, se fisuró en la lumbrera de alta presión. La alta presión ejerce esfuerzos de tracción en la parte exterior del anillo de levas, en este punto. La combinación de esfuerzos y el orificio crea una concentración de esfuerzos que puede rajar el anillo de levas si se ejerce un exceso de presión. Nuevamente se debe tratar de localizar y solucionar la causa del exceso de presión.

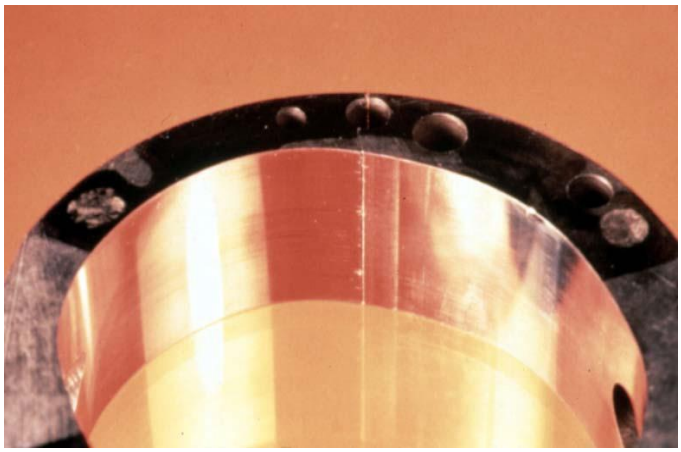


Figura 93

Este anillo de levas se fracturó también en distintos lugares. El fisurado donde no había concentraciones de esfuerzos nos indica que hubo fatiga térmica. Necesitamos investigar el desgaste en el resto de las piezas de la bomba para tratar de identificar la fuente del calor. Es poco probable que se deba a exceso de presión porque el fisurado no ocurrió sólo en los puntos de altos esfuerzos.

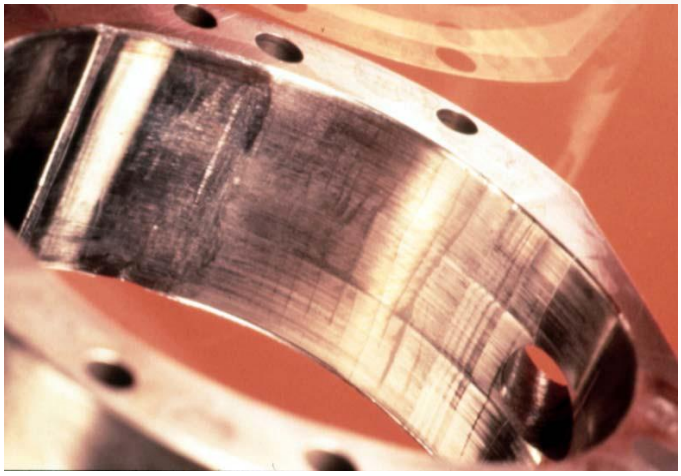


Figura 94

Problemas de la bomba

Este tambor de una bomba de pistones se fracturó en diversos lugares en la superficie de empuje. El fisurado múltiple se debe también a fatiga térmica por el calor que creó el roce entre el tambor y la plancha de lumbrera. Por lo general, esto se debe a una bomba descompensada o a una plancha de lumbrera deformada.

Cada bomba tiene su estilo único y puede tener diversos tipos de problemas con las piezas. Durante el resto de esta sesión veremos algunos ejemplos de problemas con piezas, procesamiento o armado incorrectos.

Este eje roto es el de una bomba de paletas de un cargador. Podemos ver que se fracturó en la ranura del anillo de resorte que no se usa en esta aplicación específica de la bomba. Después de consultar con el ingeniero de diseño, se descubrió que la ranura del anillo era para que el mismo eje se pudiera utilizar en otro tipo de bomba con un cojinete más angosto.

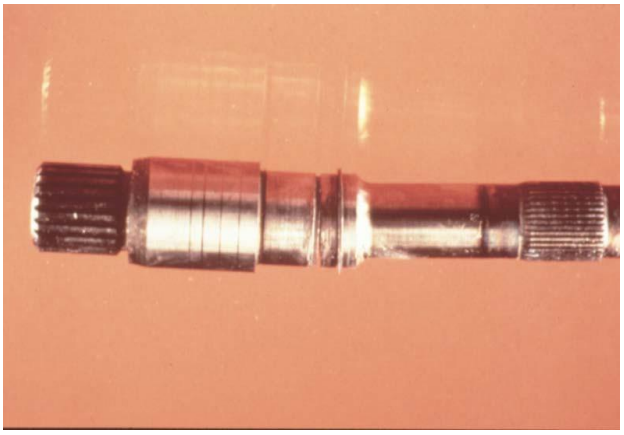


Figura 95

Una inspección visual de la fractura con un haz de luz en ángulo nos muestra indicios de fatiga por rotación y doblamiento. Los indicios "de oleaje" son evidentes en la superficie de la fractura que comienzan en el área áspera y casi opuesta a la fractura final, en el borde superior. Al alargarse la fractura, el "oleaje" es cada vez más fácil de identificar hasta que se torna obvio en la fractura final dúctil. Después de varias fallas con pocas horas de operación se determinó que el cambio de diseño del piñón causó flexiones cíclicas sobre la concentración de cargas por la ranura del anillo de presión, sin uso. El problema se solucionó eliminando la ranura y produciendo un eje diferente para la otra aplicación.

Otro problema reciente ocurrió en esta junta universal de tractores de cadenas. Las juntas se quebraron en el yugo después de pocas horas de operación.

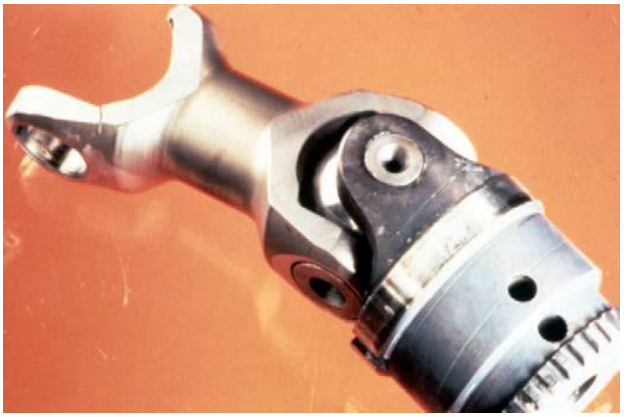


Figura 96

Esta vista muestra que el fisurado ocurrió en más de un lugar en el yugo, cosa que indica sobrecarga cíclica. Los ingenieros de diseño indicaron que el yugo no debía haber recibido tal como para romperse de esta manera, ya que su función es sólo mantener la sincronización entre el tambor y la plancha de mando.

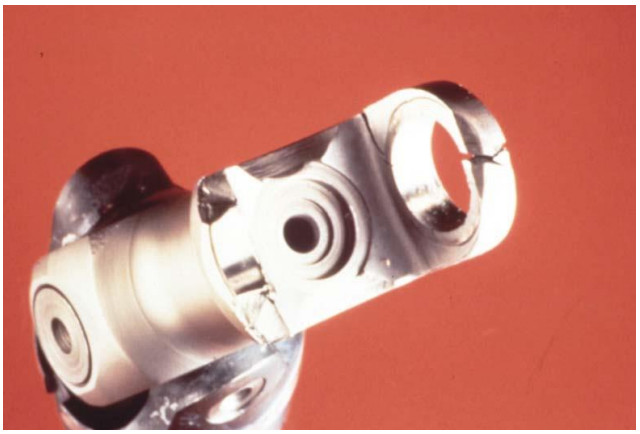


Figura 97

La figura 97 muestra una fractura áspera por fatiga, con marcas de oleaje principiando en la esquina interior.

Las fracturas ásperas por fatiga indican grietas progresivas, y se llaman “fracturas por fatigas de ciclos bajos”. La ubicación de la fractura y su naturaleza (de ciclos bajos) indican que la pieza sufrió severa sobrecarga cíclica. La recopilación de datos de fatiga reveló que los motores de impulsión recibían sobrecargas severas cuando la máquina operaba en retroceso.

La cadena comprimía el conjunto tensor de cadena que reculaba al sacarla de retroceso. Esta acción trataba de parar la plancha impulsora, mientras que el tambor tenía que moverse por el fluido a alta presión. La junta universal quedaba atrapada en medio, al tratar de mantener la sincronización entre el tambor y la plancha impulsora. Esta sobrecarga cíclica causó la ruptura del yugo. La solución al problema fue un resorte tensor más duro en el tractor de cadena.

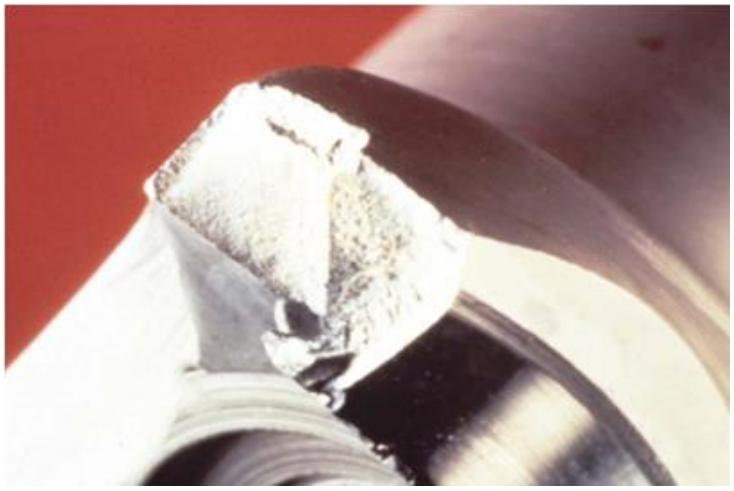


Figura 98

Este eje de bomba sufrió una fractura por fatiga, como lo indican las marcas de “oleaje” en la superficie de la fractura.

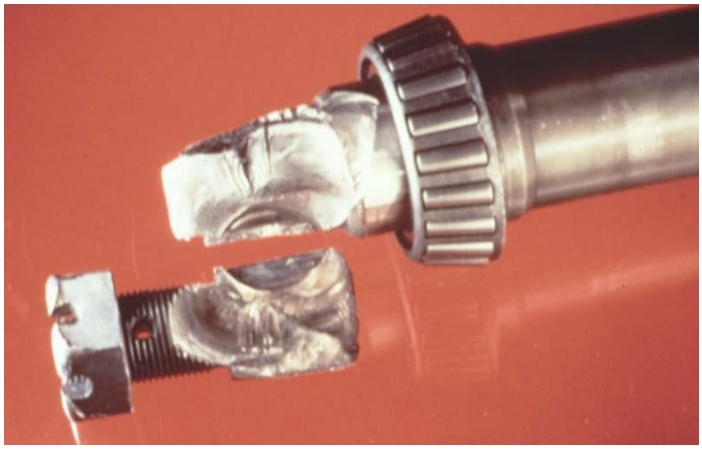


Figura 99

Una vista ampliada muestra que la fatiga se inició en la parte inferior de la ranura de chaveta y creció debido a cargas torsionales hasta que se fracturó el extremo del eje. Después de diagnosticar varias fallas, se determinó que la ranura de chaveta, que no era para soportar cargas lo hacía por mal encaje entre el eje y el engranaje. Esto ejerció una carga cíclica en la ranura de chaveta y se inició la fractura por fatiga. Se rediseñó el eje para eliminar la ranura de chaveta y aparear mejor el ahusamiento del eje y engranaje, con mayor torsión en la tuerca retén del engranaje.

Figura 100

Cuando se desarme una bomba con quejas de mal funcionamiento, se deben inspeccionar cuidadosamente todas las piezas y superficies. Esta bomba parecía normal, sin indicios de desgaste, la plancha de retracción no estaba rota ni tenía indicaciones de problemas con ninguna de las piezas.

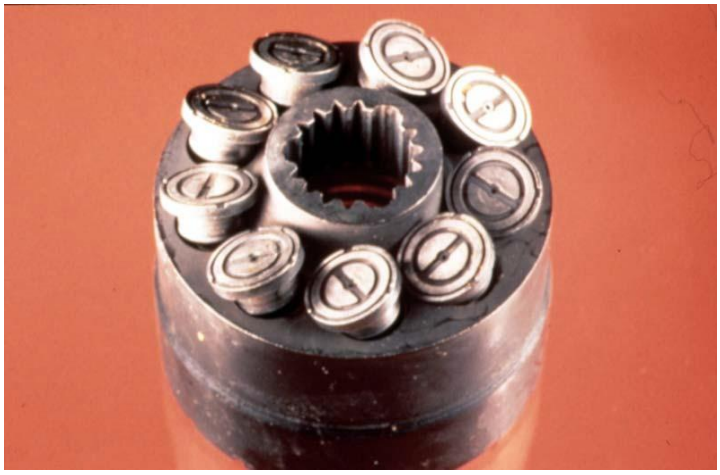


Figura 101

Durante la inspección visual de los pistones para ver si tenían indicios de arrastre, se descubrió que uno de ellos estaba fracturado.

Figura 102

Una inspección más detenida reveló que el pistón se fracturó a todo lo largo. Una parte del costado se fracturó, evidentemente, debido a la alta presión de operación. Una verificación de la dureza del pistón reveló que estaba demasiado duro y quebradizo causando su fractura bajo carga. Se notificó el problema al fabricante de la bomba y éste hizo los cambios necesarios al termo tratamiento para solucionar este problema.

Figura 103

Conclusión

Después de identificar la causa más probable estamos listos para “obtener la recompensa”, comunicando nuestro descubrimiento al cliente y trabajando con él para completar las reparaciones a un costo y horario más eficaces posibles. No debemos olvidar de hacer el seguimiento correspondiente durante las dos semanas siguientes para asegurarnos que el cliente esté satisfecho con la reparación. Esto concluye nuestro breve análisis de fallas de bombas y motores hidráulicos. La mayoría de las fallas de motores y bombas no son la causa, sino el resultado de problemas con sistemas, de mantenimiento o de operación. Recuerde obtener datos fidedignos y de usar los indicios de las bombas para determinar la verdadera causa principal de los problemas.

Actividad N°1

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que el participante realice un análisis de fallas a un componente de bomba positiva para identificar fractura y/o desgaste de la pieza.

Estrategias metodológicas para el instructor

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

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

Identificar fracturas y/o desgastes en componentes de bombas positivas empleando técnicas de Análisis de Fallas.

Objetivos del aprendizaje

- Identificar en una pieza fracturas o desgastes con aplicación de un Análisis de Fallas y Desgastes

Descripción de la Actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual. Solicitará a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Se solicitará a los participantes que realicen Análisis de fallas, a componentes reales de bombas para detectar fracturas y/o desgaste que pueden llevar a un trabajo deficiente de la bomba o a una falla catastrófica. Este análisis debe quedar reflejado en un informe técnico para que el instructor lo evalúe.

Materiales y Recursos

- Componentes de bombas positivas que presenten fracturas o desgastes
- Lupa
- Máquina fotográfica.
- Foco de luz si aplica

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- Uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lente de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de faena
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda
- Al finalizar el taller dejar todo limpio y ordenado.
- Trabajar en ambiente ventilado

Desarrollo de la actividad

Los participantes en una pieza de bomba con fracturas y/o desgaste, deberán realizar una inspección ocular y realizar el siguiente proceso

- Recopilar antecedentes.
    - Los antecedentes se le pedirán al instructor quién actuando como mantenedor, dará a conocer la falla que se produjo en la bomba debido a la fractura y/o desgaste de la pieza.
    - El instructor también es el encargado de dar a conocer los registros de mantención del componente fallado en forma verbal.
- Hacer inspección ocular
- Examinar todas las superficies de la pieza, debe tener buena iluminación y usar lupa.
- Determinar los concentradores de esfuerzos
- Determinar los puntos de iniciación de grietas
- Determinar los tipos de desgastes
- Anotar todo lo encontrado
- Tomar fotografías a todas la partes importantes
- Escribir informe técnico con las actividades y conclusiones de las inspecciones realizadas

Los participantes deben llenar el informe técnico con todas las acciones que realizaron.

Informe Técnico tipo para realizar análisis de fallas en componentes de bombas positivas

INFORME TÉCNICO			
Cliente	Minera XXX	Fecha: d/m/a	
Modelo bomba	Bomba de paletas	Componente	Placa de presión
Trabajo solicitado		Elaboración de informe técnico	

Antecedentes aportados por cliente:

La bomba que se encontraba trabajando empezó a perder eficiencia, además del ruido que se oía de bolas sonando en su interior.

Descripción de la fallas

Durante el proceso de evaluación de la pieza, al inspeccionarla se pueden apreciar los siguientes daños:

- Desgaste severo por cavitación o aireación
- Abrasión entre 2 y 3 cuerpos en gran parte del componente
- Ralladuras profundas en la pieza

Análisis de la falla

Al evaluar separadamente los daños encontrados se puede decir que:

- El daño producido en la placa de presión demuestra que se produjo por efecto de partículas en el fluido, lo que produjo un severo daño Este daño que es causado por las partículas en el fluido, causo erosión en gran parte de la placa de presión Recordando que la erosión son burbujas en el fluido hidráulico por una condición anormal de operación es un indicio de futuros problemas. Las burbujas pueden producirse por aireación o cavitación, y ambos fenómenos causan indicios de erosión.
- Aireación es el término utilizado para describir burbujas en el fluido hidráulico, causadas por fugas de aire en el sistema, recalentamiento o turbulencia.
- Cavitación es el término utilizado para describir la falta de fluido en la admisión de la bomba, causada por falta de fluido en el sistema, o por restricción en la tubería de admisión.
- Los cortes acanalados o incrustaciones fueron producidos por partículas que se deslizaba entre los cuerpos de la bomba y la placa de presión. Esto es abrasión entre 3 cuerpos.
- También se observa superficies pulidas los cuales se producen por partículas en el fluido causando desgaste abrasivo.

El desgaste abrasivo saca material y cambia la apariencia física de las piezas, caracterizada por el tamaño de las partículas abrasivas.
Las partículas abrasivas muy finas pulen las superficies de metal y las dejan lustrosas.
Las partículas más grandes dejan un acabado de color gris opaco y ligeramente esmerilado, que se denomina por lo general, acabado mate o satinado.
Las partículas aún más grandes producen ralladuras que tornan ásperas las superficies y exponen el metal, como se ve en esta plancha de flexión

Cierre

Los participantes, según los antecedentes antes expuestos pueden concluir que la causa raíz que origina la falla en la bomba son:

1. Burbujas en el fluido que causaron erosión, lo cual produjo que el fluido se llenara de partículas produciendo además desgaste abrasivo.
2. Estas burbujas pueden haberse producido

a. Por falta de fluido en el sistema (estanque)
b. Por filtros sucios
c. Conexiones sueltas permitiendo entrada de aire en la succión.

3. Estos indicios demuestran que a la bomba le falto manteniendo por parte de mantención
4. Se recomienda que se cambie de inmediato el aceite, los filtros y se le realice limpieza al estanque de almacenamiento del fluido debido a que está contaminado, antes de instalar una nueva bomba.

2. Desarme de bombas positivas

2.1 Desarme de bombas de pistones, engranajes y paletas

Para desarmar las bombas de desplazamiento positivo se requiere conocer los nombres de los elementos que forman las bombas.

Se muestra a continuación el desarme de una bomba engranajes

Desarme de una bomba de Engranajes

Para realizar el desarme de una bomba de engranajes se requiere conocer cuáles son sus componentes principales.

Desmontaje de una bomba de engranajes

Se muestra a continuación el desarme de una bomba de engranaje, en la cual se muestra el paso a paso a seguir.

1) Se retiran los pernos y golillas de sujeción que une la carcasa con la tapa de la bomba

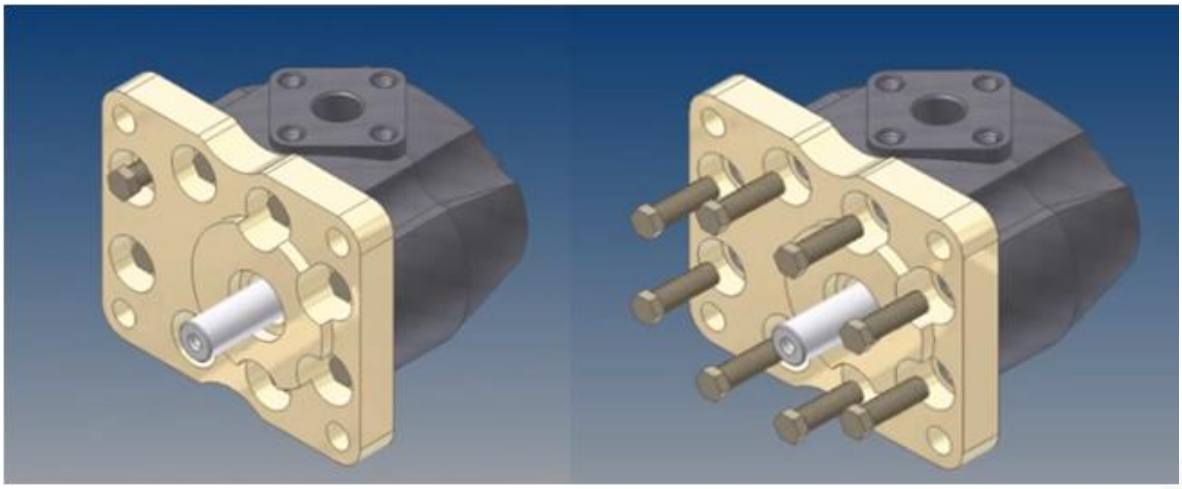


Figura 104

Vista isométrica Retiro de pernos de sujeción

2) Se retira la tapa de la carcasa del conjunto de la bomba, en esta tapa se encuentra unida un sello el cual también se desmonta.

Figura 105

Vista de desacople de tapa de la carcasa y sello de la misma

3) Respecto al conjunto de la bomba pistón, se retiran los pasadores y la placa espaciadora como se muestra en las figuras siguientes.

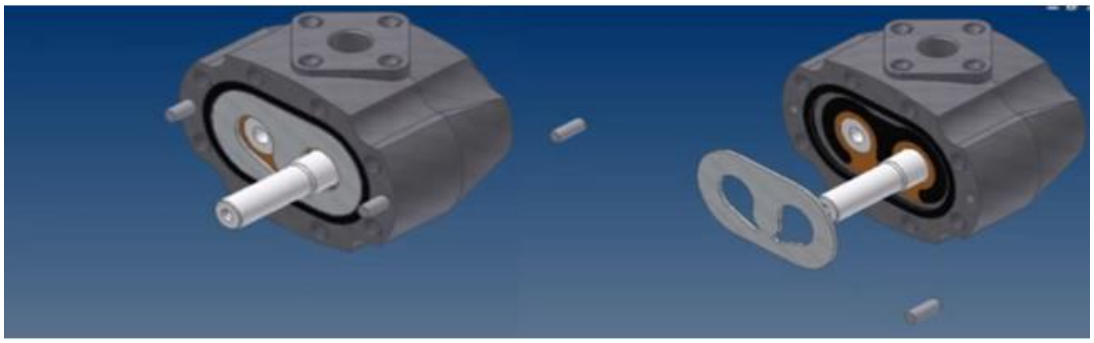


Figura 106

Vista del retiro de la placa espaciadora y pasadores

4) Se retira del conjunto bomba los cojinetes de desplazamiento y se realiza desacople del el sello hidráulico que va unido al cojinete.

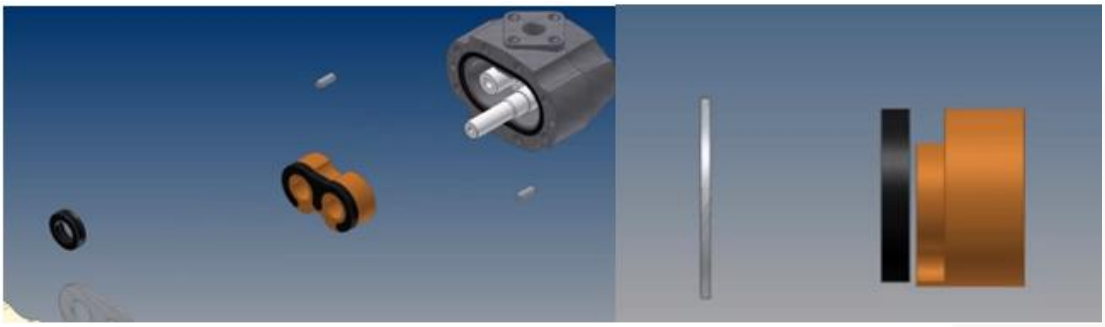


Figura 107

Vista del retiro del cojinete de desplazamiento y el desacople del sello hidráulico

5) Se desacopla de la carcasa de la bomba el conjunto del Eje y engranaje Motriz y el Eje con el engranaje conducido.

Luego se desmontan los ejes de los engranajes tanto el motriz como el conducido, como se muestra en las figuras siguientes

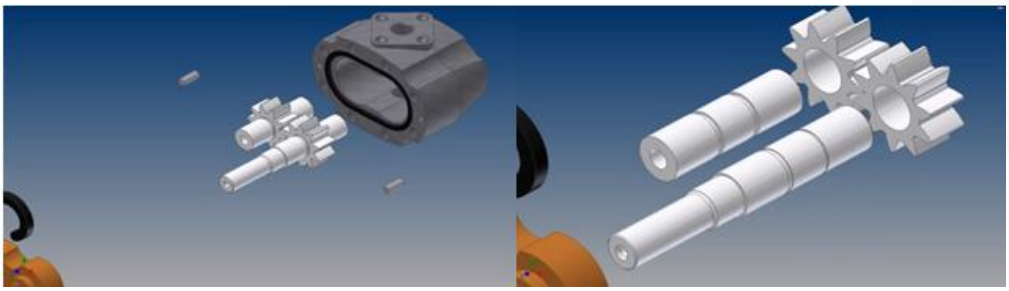


Figura 108

Vista del desacople de los ejes de los engranajes motriz y conducidos

6) Se retira del conjunto bomba los cojinetes de desplazamiento y se realiza desacople del el sello hidráulico que va unido al cojinete, se muestra en la figura siguiente.

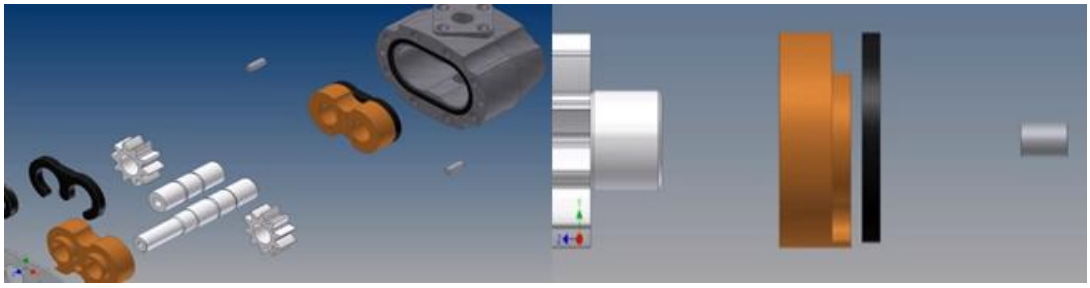


Figura 109

Vista del retiro del cojinete de desplazamiento y sello hidráulico

7) Se muestra en la siguiente figura el desmontaje total de la bomba de engranaje, y se proyecta como en retroceso del desmontaje el montaje de la bomba de engranaje.

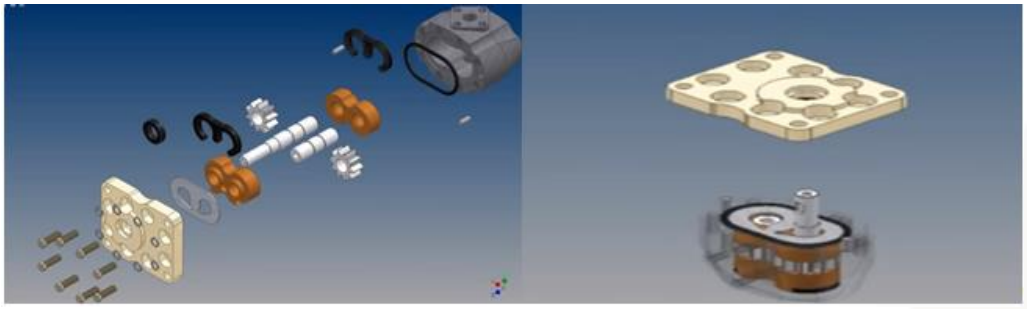


Figura 110

Vista del desarme total de la bomba y se muestra la proyección del montaje

2.2 Fracturas y desgaste en bombas

En las bombas en importante la inspección de componentes, ya que algunos si son inspeccionados con cuidado se puede encontrar parte de las fallas existentes en los procesos de operación.

a) Desgaste en Bombas de desplazamiento positivo

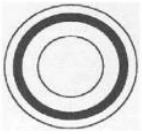
- Desgaste por adherencia
- Pérdida de la película lubricante
- Roce de metal con metal
- Pérdida de la transferencia de calor
- Recalentamiento localizado
- Decoloración
- Deformación plástica

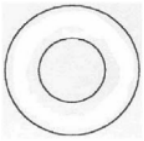
Inspección y desgaste de sello

No trate de solucionar un problema revisando únicamente las partes que parecen importantes. Ambas secciones, la parte estacionaria como el elemento giratorio deben ser inspeccionados, así como los elementos secundarios tales como: O'rings, arandelas o empaques. La manga de la flecha y el interior del alojamiento de la carcasa también deben ser inspeccionadas. Busque depósitos, rebabas o componentes rotos. Localice cualquier señal de desgaste cerca de las caras del sello.

Se deberá examinar las marcas de desgaste en bombas de desplazamiento positivo.

Desgaste de sellos

Patrón normal de desgaste	Causa: Si se presenta fuga es probable que sea debido a problemas con el elastómero del sello secundario. Solución: Reemplace las caras de ambos sellos, primario y secundario.	
Patrón amplio de desgaste	Causa: Esto indica que la flecha de la bomba gira excéntricamente debido a un desalineamiento, falla de los rodamientos, deflexión de la flecha o demasiado esfuerzo en la carcasa debido a la tubería. Solución: Reemplace los sellos y la flecha. Verifique que la flecha está correctamente alineada, cheque las presiones del sistema y elimine cualquier esfuerzo en la carcasa debido a la tubería.	

Patrón descentrado de desgaste	Causa: Esto indica que las caras del sello están en contacto excéntrico una con la otra, o que la cara del sello estacionario no está centrada en la glándula. Solución: Reemplace los sellos e instálelos de acuerdo a las instrucciones del fabricante de sellos mecánicos.	
Patrón sin desgaste	Causa: Esto indica que la cara giratoria no entra en contacto alguno con la cara estacionaria. Esto puede deberse a una incorrecta instalación, que el mecanismo de arrastre se deslice o por pérdida de los elementos de anti rotación Solución: Instale correctamente los sellos de acuerdo a las instrucciones del fabricante de sellos mecánicos y verifique que los elementos de anti rotación estén presentes.	
Desgaste pesado o rayado	Causa: Esto ocurre a menudo con los sellos en servicio abrasivo severo con la separación de las caras del sello, dejando partículas grandes entre las caras del sello. Estas partículas después encajan en la cara suave (carbón) y muelen la cara dura Solución: Substituya los sellos por una combinación más dura, tal como carburo de silicio y/o lubrique las caras del sello	
Marcas de desgaste en el anillo estacionario	Causa: Esto usualmente ocurre sobre las caras de Materiales blandos, tales como carbón o acero inoxidable, pero puede presentarse en otros materiales bajo condiciones severas. La principal causa ocurre cuando el chorro de agua del sello pega directamente sobre la cara estática causando erosión. Si el fluido refrigerante del chorro de agua contiene partículas abrasivas y/o el flujo es excesivo, el efecto corrosivo sé incrementa.	

	Solución: Asegúrese que el chorro de agua sea dirigido tangencialmente a las caras del sello, disminuya el flujo y elimine cualquier partícula abrasiva del refrigerante y cambie el material del sello por una combinación más dura como el carburo de silicio. Instalar un sello inundado debe evitar este problema.	

Tabla 1

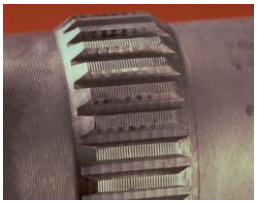
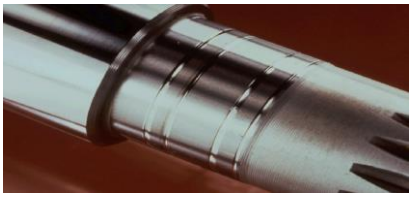
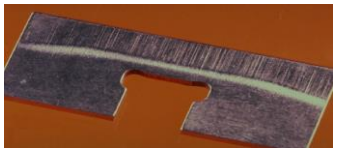
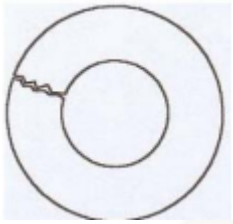
Desgaste en estrías de ejes 	Desgaste abrasivo en bombas de  engranajes
Desgaste abrasivo en paletas, mayor en el lado opuesto a la rotación 	Planchas de lumbreras con desgaste abrasivo

Tabla 2

b) Fracturas en sellos de Bombas de desplazamiento positivo

Cara fisura da (cerámica)	Causa: Debido a un apriete excesivo o mal manejo del material. Solución: Reemplace los sellos e instálelos correctamente de acuerdo a las instrucciones del fabricante de sellos mecánicos y manéjelos con cuidado.	

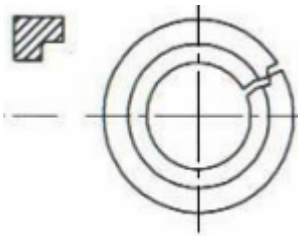
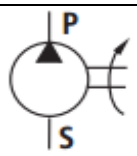
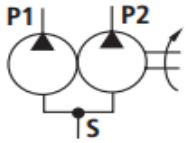
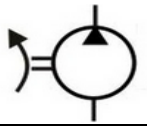
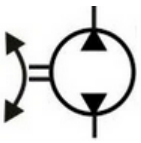
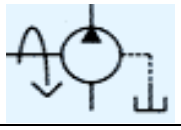
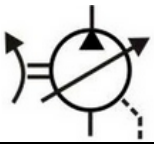
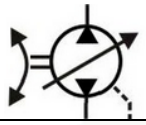
Choque térmico	Causa: El esfuerzo térmico es una causa común de fractura y usualmente ocurre cuando la cara del sello está sujeta a cambios bruscos de temperatura, por ejemplo, después de bombear un fluido caliente el sello es lavado con un fluido frío, cambiando bruscamente la temperatura. Solución: Reemplace los sellos e investigue a que temperatura se efectúa el proceso de bombeo y limpieza y ajústela para cada uno.	
Carbón agrietado	Causa: Esto es usualmente causado por exceso de compresión, vibración o la expansión de un elastómero en el diámetro interior, poniendo al carbón en tensión. También puede ser provocado por un mal manejo. Solución: Reemplace los sellos e instálelos correctamente y con mucho cuidado de acuerdo a las especificaciones del fabricante del sello. Verifique que el elastómero sea compatible con el fluido a bombear.	

Tabla 3

2.3 Simbología oleo hidráulica normalizada

Estas son las simbologías más utilizadas para la visualización de bombas de desplazamiento positivo.

	Bomba Simple	
	Bomba Doble	
Bomba Hidráulica de desplazamiento Fijo	Direcciones de flujo 1	
	Direcciones de flujo 2	
	Simples Tipo Paletas, Pistones ,Engranajes	
	Simple Tipo Pistones con engranajes externos	
Bomba Hidráulica de desplazamiento Variable	Direcciones de flujo 1	
	Direcciones de flujo 2	

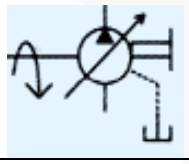
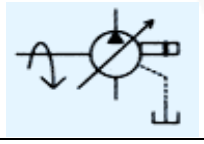
	Control Manual por Volante	
	Control por Compensador de Prisión	

Tabla 4

2.4 Diagramas de circuitos hidráulicos

Circuito básico

El esquema que sigue representa un circuito hidráulico de fuerza clásico, donde el elemento de trabajo es un cilindro de fuerza

Los elementos constitutivos del circuito hidráulico como puede verse son:

- Un depósito.
- Un filtro.
- Una bomba positiva.
- Una válvula de control de dirección
- Válvula de seguridad.
- El cilindro actuador
- Manómetros
- Cañerías o tuberías

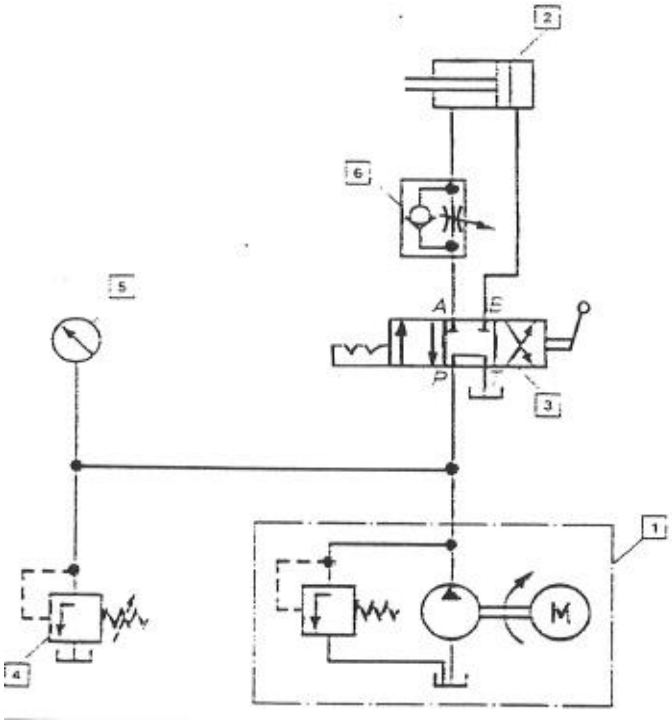


Figura 111

Diagrama de flujo básico

Circuitos hidráulicos
Poder diseñar, construir y/o reparar averías de los sistemas hidráulicos, es fundamental para el mecánico de planta para leer y entender los dibujos de los circuitos hidráulicos.

Los circuitos son una combinación de componentes, para efectuar un trabajo en particular. Un circuito completo muestra que cada uno de los componentes lo hará cuando se haga partir la bomba.

Cuando se diseña un sistema, el punto de partida es usualmente el trabajo que se va a hacer. Las decisiones que se deben tomar son:

1) Que actuador se va a usar, y las válvulas que controlará
2) El tamaño y tipo de bomba que entregará el flujo requerido y aplicar la presión necesaria.
3) El tamaño del estanque de reserva
4) Cualquier otro componente que se necesite para el sistema.

La lectura del circuito significa seguir el flujo del fluido desde la bomba hasta el actuador. Esto le permite ver que está abierto al flujo del fluido y que está cerrado al flujo del fluido.

Ajustando el DCV, puede examinar que componentes funcionan y determinar los cambios en el flujo del fluido o presión. Una lista de materiales proporciona la marca, modelo, tamaño y otros detalles de cada pieza. Los símbolos que representan las piezas son genéricos (no específico).

Un triángulo sólido en la línea indica la dirección en que el fluido hidráulico está fluyendo.

∇ **Flujo hidráulico**
(Un triángulo de contorno indica flujo neumático).

Cuando se va a mostrar una parte del circuito, se usa un símbolo que representa la fuente de presión:

Fuente de presión hidráulica
En un circuito, el símbolo del estanque de reserva se puede repetir en todo para clarificar el trayecto del flujo que vuelve al estanque de reserva principal.

¡Precaución!
No importa cuántos símbolos se usen del estanque de reserva, normalmente hay solamente un estanque de reserva.

En las páginas siguientes, se describen algunos circuitos comunes.

Circuitos automáticos de sangrado para los acumuladores

Los circuitos de sangrado automático aseguran que el sistema puede acumular solamente presión hasta un límite establecido. Luego una válvula de descarga alimenta el flujo al devolverse al estanque de reserva a baja presión.

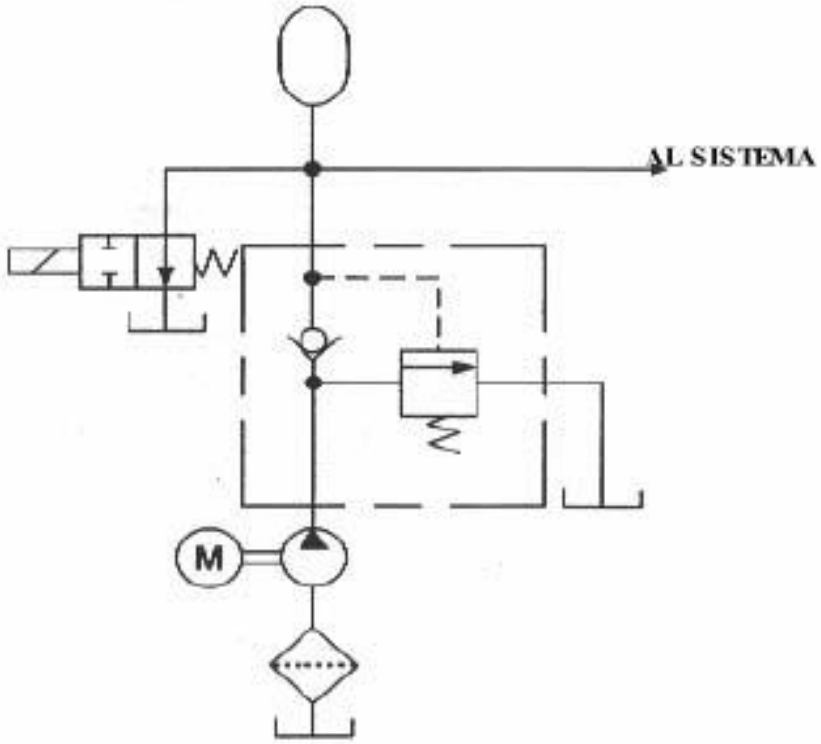


Figura 112

Circuito de sangrado automático

1. El circuito tiene una válvula de descarga entre la bomba y el acumulador. La válvula de descarga tiene una válvula de retención incorporada y una línea piloto remota la que percibe la presión de la corriente.
2. Al exceder la presión el límite recomendado, la línea de piloto activa la válvula de descarga y permite al flujo dirigirlo devuelta al estanque de reserva.
3. La válvula de retención dirige el flujo hacia el acumulador.
4. Cuando el acumulador alcanza su presión de carga, la válvula de descarga le permite al flujo continuo retornar al estanque de reserva a baja presión. La válvula de descarga se activa mediante un solenoide, válvula normalmente abierta, 2/2.
5. La válvula 2/2 permite al sistema el drenaje cuando la bomba está apagada. Cuando la potencia de la bomba está activa, esta válvula cierra y le permite al sistema aumentar la presión.

Circuitos altos y bajos

Los circuitos altos y bajos se usan cuando se requieren el avance rápido del actuador y presión alta constante. Se pueden usar varios métodos.

Método 1

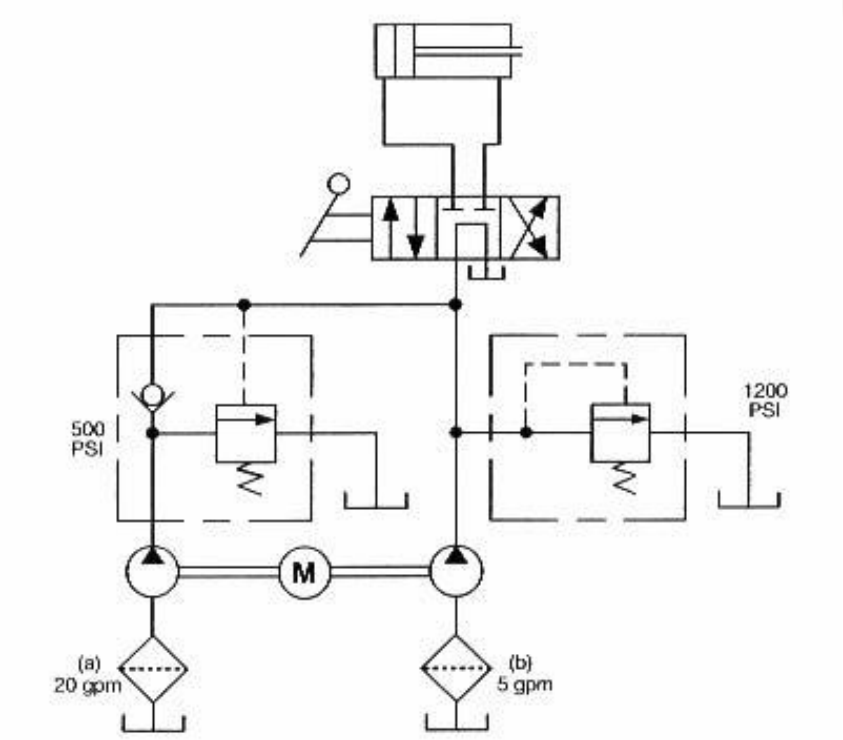


Figura 113

Circuitos de alta y baja que usan dos bombas en el mismo mecanismo de transmisión

La bomba (a) entre 20 gpm. Tiene una válvula de descarga la que se fija en 500 psi. La Bomba (b) entrega 5 gpm y tiene una válvula de seguridad operada por piloto que se fija en 2000 psi. Un DCV 4/3 controla un cilindro de doble acción.

1. Cuando la varilla del cilindro avanza o retrocede sin carga, amabas bombas le entregan un gran volumen a baja presión.
2. Cuando la varilla del cilindro encuentra resistencia, la presión aumenta.
3. La válvula de descarga le permite vaciar todo el flujo sobre los 500 psi, desde la bomba (a) al estanque de reserva.
4. Luego la bomba (b) aumenta y mantiene la presión de 1200 psi con un volumen de 5 gpm en el sistema.
5. Cuando el sistema alcanza los 1200 psi, el fluido que excede se descarga a través de la válvula de seguridad de presión máxima hasta que se ajusta el DCV.

Método 2

Otra opción para lograr un sistema de alta - baja es usando dos bombas con dos motores separados y un interruptor de presión conectado al control ON/OFF del motor.

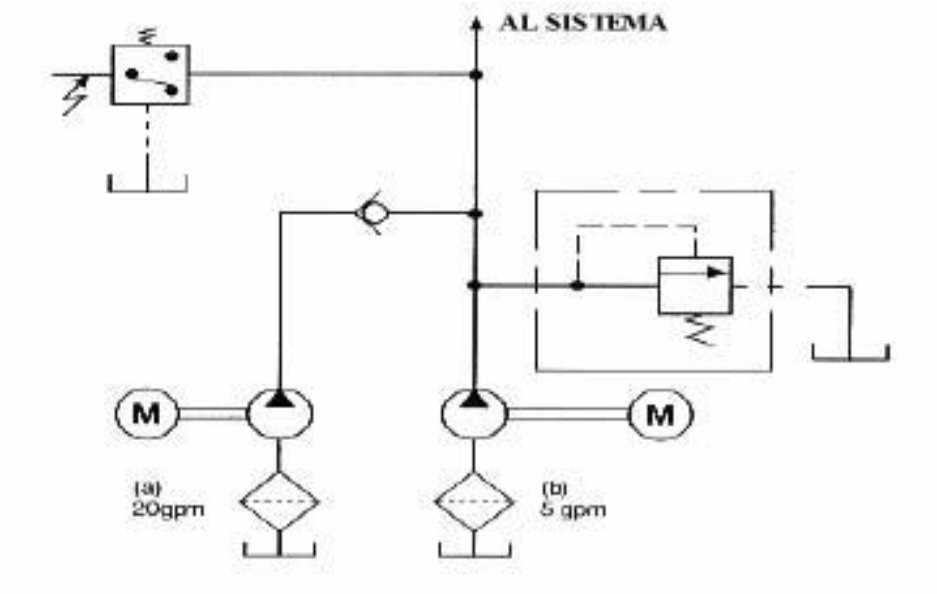


Figura 114

Circuito de alta - baja que usa dos sistemas de transmisión separados

Método 3

Una tercera opción para un sistema de alta - baja es usando una bomba de capacidad variable, de presión compensada. Las prensas hidráulicas generalmente usan este tipo de sistema de alta - baja.

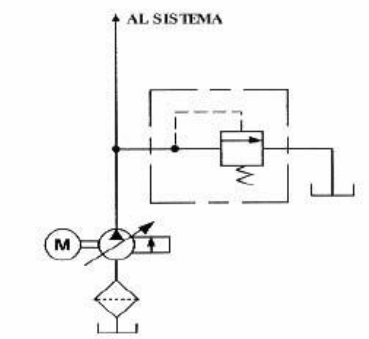


Figura 115

Circuito de alta baja usando una bomba de capacidad variable, de presión compensada

2.5 Transmisiones hidrostáticas

Las transmisiones hidrostáticas utilizan caudales reducidos de fluido a alta presión, y se puede considerar que el caudal, para un determinado régimen, es constante mientras que la presión y la potencia requeridas son variables.

Las transmisiones hidrostáticas en las máquinas utilizan como fluido aceite, y entre sus ventajas se pueden destacar una alta capacidad de adaptación del caudal a las necesidades del usuario, una elevada rapidez de respuesta, una reducida necesidad de entretenimiento, un bajo coste de mantenimiento, un bajo peso, una reducida necesidad de espacio, capacidad de generar grandes fuerzas, permitir sistemas de automatización y control, difícil de conseguir con otros sistemas de transmisión, y capacidad para conseguir transmisiones que serían difíciles de realizar con otros sistemas, ya que gracias a la posibilidad de utilización de tuberías flexibles, es posible transmitir y distribuir energía a grandes distancias y lugares diferentes mediante conexiones sencillas y cómodas.

El elevado precio de los componentes puede compensarse con la simplificación de diseño y construcción y la flexibilidad funcional de las máquinas.

Características de los fluidos
El fluido utilizado en los circuitos hidrostáticos además de transmitir potencia, lubrica las piezas móviles, reduce las fugas y enfría o bien disipa el calor.
Las características que deben satisfacer los fluidos son:

- Elevado poder lubricante
- Bajo poder corrosivo.
- Reducida evaporación.
- Alto punto de ebullición.
- Pequeña capacidad de formación de depósitos.

Además debe cumplir requerimientos tales como: impedir la oxidación, impedir la formación de lodo, gomas y barniz, reducir la formación de espuma, mantener su propia estabilidad, tener un alto índice de viscosidad, tener poder anti-emulsivo y no atacar a los elementos constituyentes del circuito.
Elementos hidrostáticos

El diseño y cálculo de un circuito hidrostático de transmisión de potencia requiere el conocimiento previo de las características constructivas y de funcionamiento de los distintos elementos que lo componen. La industria oferta una muy variada gama de productos comerciales, cuyas particularidades permiten una selección correcta de componentes, pero para poder hacer su selección con fundamento es preciso conocer sus características generales, las cuales se presentan en este apartado.

Depósitos

El depósito, cuya principal misión es la de contener el fluido de transmisión, puede situarse en cualquier parte de la máquina sin más problemas que su diseño, de forma que deje en su parte superior un espacio libre suficiente para que el aire pueda separarse del fluido, que permita que los contaminantes se sedimenten y que disipe el calor generado en el sistema.

Como regla práctica, en instalaciones para maquinaria agrícola, se acostumbra a dimensionar la capacidad del depósito en litros, de forma que sea de dos o tres veces el caudal de la bomba expresado en litros por minuto.

Los depósitos deben tener un respiradero al que se le incorpora también un filtro grosero, normalmente de malla metálica, que además de mantener la presión atmosférica en el interior, elimine las impurezas al llenarlo de aceite. También deben tener en su interior una placa cuya misión es la de someter el fluido a una decantación, y que además de impedir que se originen turbulencias, ayude a separar el aire del fluido y a disipar el calor a través de las paredes.

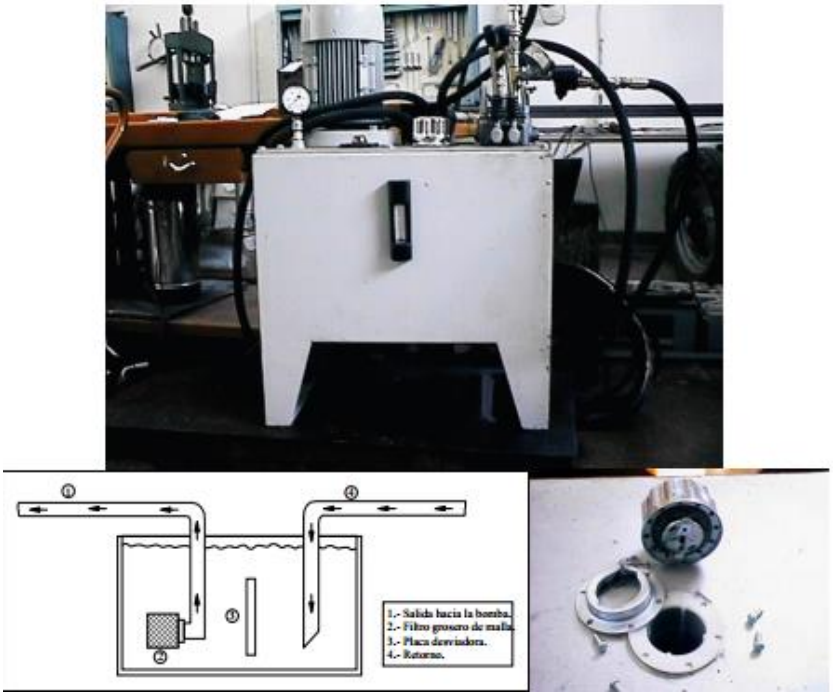


Figura 116

Depósito de aceite con termómetro e indicador de nivel y detalle del orificio de llenado.

Las conexiones del depósito deben hacerse por debajo del nivel de aceite, y tanto las líneas de aspiración como las de retorno deben estar lo más bajas posible respecto al nivel del fluido.

Tuberías y racores

Los elementos que constituyen un circuito hidrostático se unen mediante tuberías rígidas o flexibles.

Las tuberías rígidas son tubos de acero obtenidos por estirado, con una superficie interior muy lisa y un diámetro exterior con tolerancias constructivas muy reducidas, para poder unir entre sí tramos de tubo o elementos por medio de los llamados racores sin soldadura, aunque cuando las tuberías son muy grandes se unen mediante bridas soldadas.

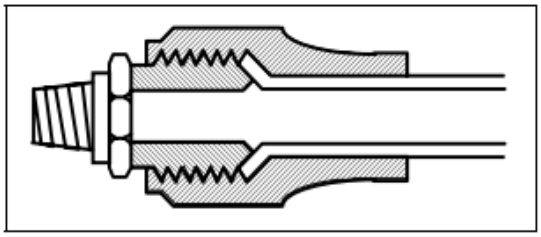


Figura 117

Racor estándar

Las Tuberías Flexibles

Se usan para llevar el aceite a elementos que modifican su posición durante su funcionamiento, o bien presentan vibraciones. Además de soportar valores elevados de presión, pueden permitir las más diversas conformaciones. Se construyen a base de capas alternadas de tejido de goma y de mallas metálicas. Siendo el número de mallas el que determina su capacidad para soportar la presión. Para su conexión permiten la colocación en sus extremos de manguitos roscados, también llamados racores, y para hacer conexiones provisionales existen manguitos especiales denominados rápidos, que actúan con una simple acción manual.

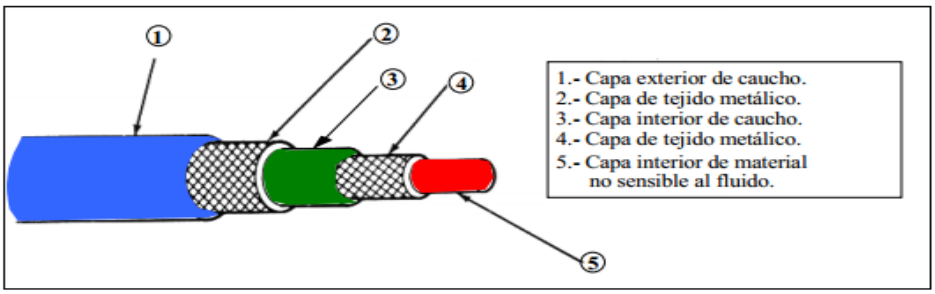


Figura 118

Tubería flexible

Cada manguito está constituido por un cuerpo, una tuerca de apriete y un anillo.

Figura 119

Manguito roscado de conexión a tubería flexible y manguito rápido

En todas las tuberías se ofrece su presión de prueba, que es normalmente igual a una vez y media la presión de servicio máxima prevista, y su diámetro nominal o diámetro interior de las mismas. Ambas características están normalizadas.

Cilindros

Cada cilindro hidráulico está formado por un cuerpo tubular provisto de dos cabezales con juntas de estanquidad de tipo estático, uno de los cuales tiene un orificio por el que pasa la caña o vástago, y un pistón, con juntas de estanquidad de tipo dinámico que se desliza unido a la caña. Hay cilindros con doble vástago, para aplicaciones especiales.

Cada cuerpo y su correspondiente vástago están dotados de sistemas de fijación a la estructura de la máquina, y según las características de su funcionamiento se pueden clasificar en de simple efecto, en los cuales la presión actúa sobre una sola cara del pistón, siendo, normalmente, el propio peso de los elementos sobre los que actúa el que le hace retroceder, y de doble efecto, en los que la presión actúa sobre ambas caras del pistón y provoca movimientos en uno u otro sentido.

Figura 120

Cilindro de doble efecto

Bombas

Las bombas, que son los elementos encargados de transformar la energía mecánica en energía hidráulica, pueden ser hidrodinámicas e hidrostáticas.
Las bombas hidrostáticas, también denominadas volumétricas, dan presión al líquido disminuyendo el volumen de la cámara en la que es contenido. En ellas el caudal suministrado no varía con la presión, sino que depende de su cilindrada y de su régimen de giro.

Se define cilindrada como el volumen de líquido desplazado en cada revolución y se expresa en centímetros cúbicos/revolución. La mayoría de las bombas tienen cilindrada fija, aunque hay modelos en los que se puede modificar la cilindrada, por lo que a un régimen de giro, pueden ofrecer distintos caudales.

Las bombas hidrostáticas pueden ser:

De engranajes

Constan de dos engranajes alojados en una carcasa provista de acometidas de aspiración e impulsión. Se caracterizan por su solidez, su adaptación a diferentes tipos de aceites, su facilidad de montaje en cualquier posición, su amplio margen de velocidades admisibles, su elevada capacidad de aspiración, su amplia gama de tamaños, su economía y su gran oferta comercial.

1.- Entrada por vacío.
2.- Arrastre del aceite.
3.- Engranaje.
4.- Salida de aceite a presión.

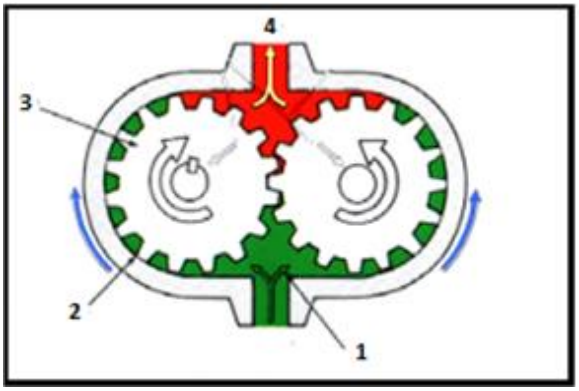


Figura 121

La alta presión existente a la salida de la bomba supone una carga no equilibrada sobre los engranajes y de estos sobre los cojinetes que los soportan, lo que obliga a usar cojinetes de agujas.

De lóbulos o de engranajes externos

Constan de un rotor interno, que movido desde el exterior, arrastra un rotor externo, con el que forman las cámaras de bombeo.

1.- Orificio de entrada.
2.- Orificio de salida.
3.- Rotor interno.
4.- Cuerpo.
5.- Rotor externo

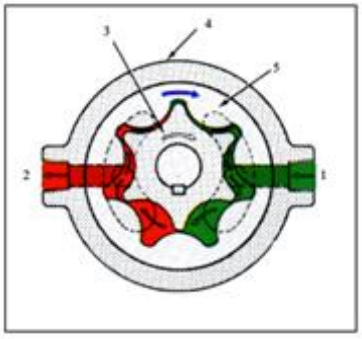


Figura 122

De paletas

Constan de un cuerpo o carcasa, dentro de la cual gira un rotor con paletas en su periferia. Las paletas delimitan las cámaras de volumen variable, en las cuales a medida que giran crean un vacío que las llena de aceite que es impulsado hacia la salida cuando el tamaño de las cámaras disminuye.

1.- Entrada.
2.- Eje.
3.- Cámaras de bombeo.
4.- Rotor.
5.- Superficie del anillo.
6.- Salida.
7.- Paletas

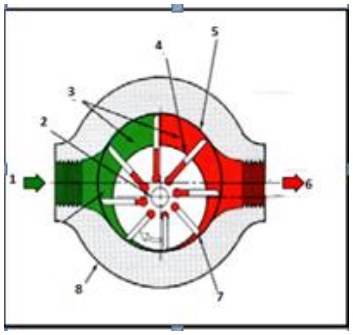


Figura 123

De pistones

Constan de un cilindro provisto de dos válvulas, una de admisión y otra de impulsión, dentro del cual un pistón, moviéndose alternativamente, aspira fluido y lo expulsa.

Según sus características de funcionamiento, las bombas de pistones se clasifican en:
De pistones en línea: que son las más simples si bien resultan más voluminosas y presentan limitaciones en su velocidad de giro. Funcionan gracias a un sistema biela-manivela con el que consiguen el movimiento alternativo de los pistones.

De pistones radiales: cuya cilindrada viene determinada por el diámetro y número de los pistones y, naturalmente, por la longitud de su carrera, la cual en algunos modelos puede variar ofreciendo un caudal variable. Tienen un bloque de cilindros que gira sobre un pivote estacionario, de forma que a medida que los pistones se desplazan alternativamente en sus cilindros, aspiran y descargan el fluido.

De pistones axiales producen el bombeo según un sistema de placa inclinada con bloque de cilindros rotativo en unos modelos, o según un sistema de placa oscilante y bloque de cilindros fijo en otros, o bien según una placa vertical con bloque de cilindros rotativo.

La cilindrada de estas bombas, que puede ser variable, viene determinada por el número y tamaño de los pistones así como por su carrera, la cual depende del ángulo de la placa inclinada con respecto al bloque de cilindros.

1.- Entrada de aceite.
2.- Salida de aceite.
3.- Ranura en placa de distribución.
4.- Pistón.
5.- Eje de accionamiento.
6.- Placa de presión.
7.- Orificio de en los cilindros

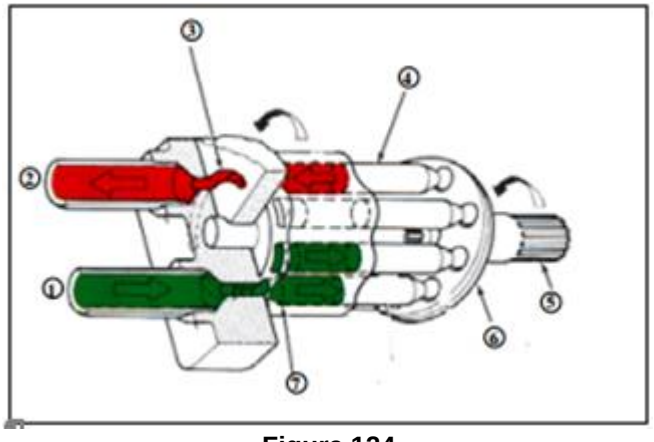


Figura 124

Circuitos de transmisión hidrostática

Los motores hidráulicos que funcionan con bombas hidráulicas se llaman transmisiones hidrostáticas. Una transmisión hidrostática tiene ya sea un circuito abierto o cerrado.

Método 1 - Circuito abierto

Un circuito abierto retorna el flujo que se mueve a través del motor de vuelta al estanque de reserva. El Dibujo muestra un circuito para una transmisión hidrostática con un sistema abierto.

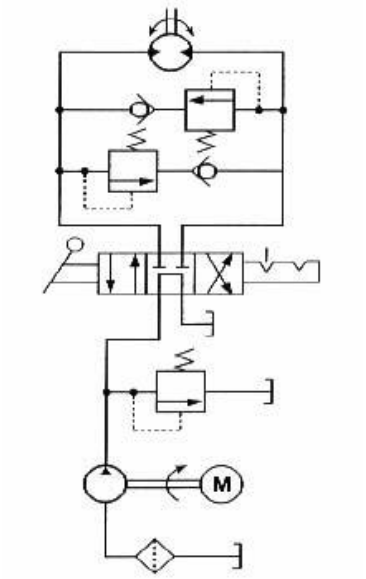


Figura 125

Circuito abierto para una transmisión hidrostática con DCV de centro tándem

Este circuito tiene una bomba unidireccional, de capacidad fija con una válvula de seguridad de presión operada por piloto. Este circuito origina la energía de salida del motor con una velocidad fija y torsión.

Se usa un DCV de 4/3 para cambiar la dirección y detener el motor. El DCV tiene un centro tándem para sostener el motor y devolver el flujo al estanque de reserva cuando la válvula está en neutro. En este sistema el estanque de reserva debe ser lo suficientemente grande como para manejar la recirculación continua del fluido hidráulico.

El estanque de reserva también actúa como un enfriador del fluido hidráulico.

Con los DCVs de centro tándem o cerrados, se pueden producir oleajes de alta presión, cuando la válvula repentinamente se ajusta o si se le aplica una gran fuerza externa a la energía de salida del motor.

Este problema se trata mediante el uso de las válvulas de retención y las válvulas de seguridad de la presión operadas por piloto. Esta se ajustan un poco más alto, luego la válvula principal de alivio (de la bomba), en ambos costados del motor. Cualquier exceso de presión puede entonces transferirse al otro lado del motor.

Método 2 - Circuito abierto

Un diseño alternativo para crear una transmisión variable, utiliza una bomba de capacidad variable o motor. Utiliza un DCV de centro abierto para descargar cualquier aumento de presión. Una válvula de frenaje se muestra en las líneas de escape en ambos costados del motor para prevenir una rotación no intencional. La válvula de frenaje es guiada desde las líneas de suministro y las de escape.

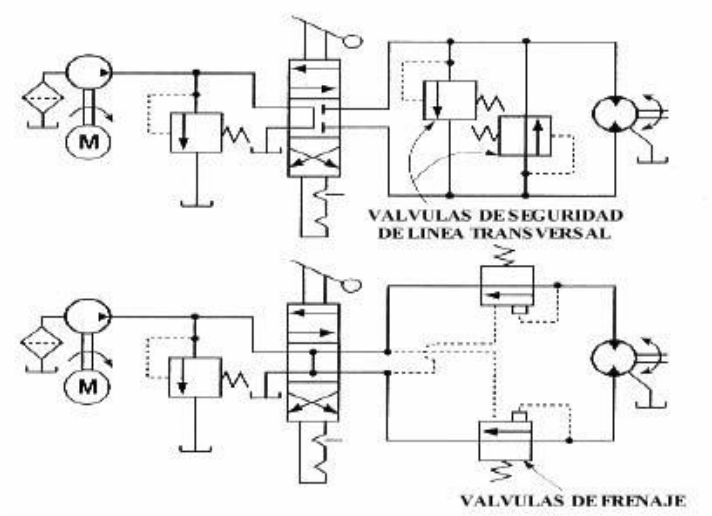


Figura 126

Transmisión hidrostática que usa un DCV de centro abierto

Método 1 - Circuito cerrado

Un circuito cerrado envía el flujo que se mueve a través del motor directamente de regreso hacia la bocatoma de la bomba. El dibujo muestra un circuito cerrado, transmisión hidrostática que opera sin un DCV.

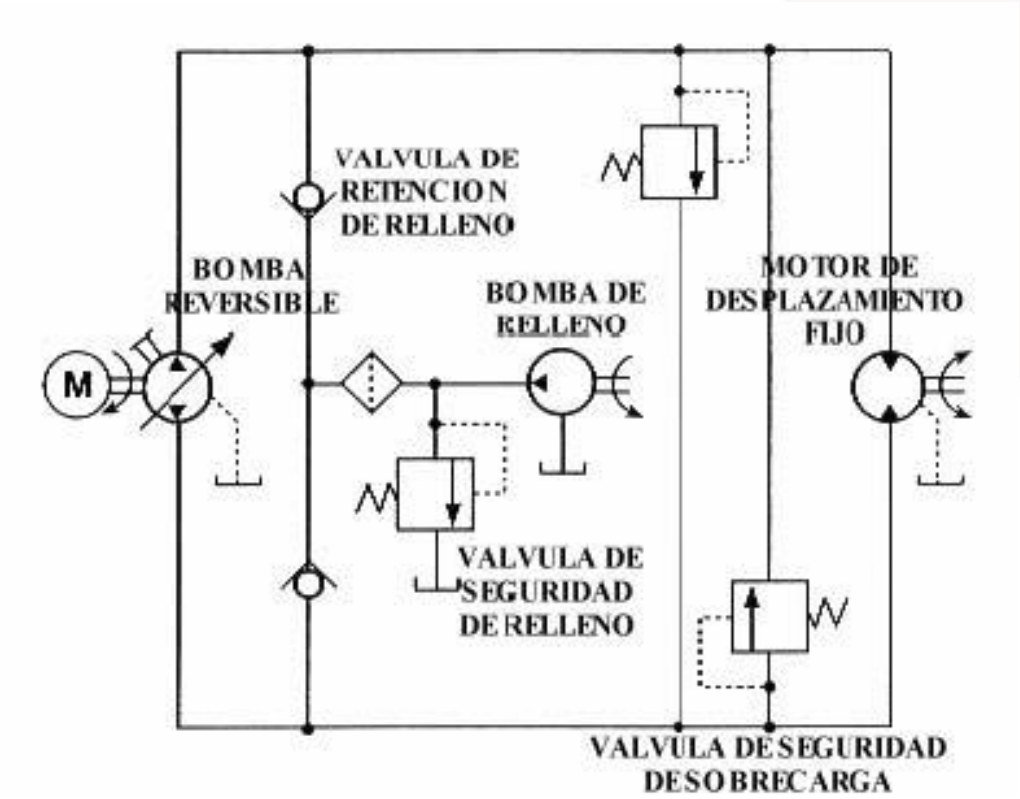


Figura 127

Circuito cerrado para una transmisión hidrostática

Una bomba de capacidad variable, de contramarcha regenera este sistema. Las válvulas de seguridad de la presión operada por piloto se usan para descargar cualquier presión excesiva en el sistema.

Las válvulas de retención se usan para asegurar la dirección correcta del flujo y para alimentar las válvulas de seguridad de la presión.

Ya que las bombas y motores no son el 100% eficiente, parte de las filtraciones del fluido hidráulico atraviesan la bomba y el motor y se devuelven al estanque de reserva. Se requiere una bomba de relleno para mantener un sistema de suministro completo. La bomba de relleno suministra el fluido a la parte de baja presión del sistema.

Debido a la pequeña cantidad de fluido hidráulico que retorna al estanque de reserva, se requiere un estanque mucho más grande que un circuito abierto. Debido al estanque más pequeño, no hay medios para disipar el calor a través del estanque. Generalmente se agrega un permutador térmico al circuito para mantener la temperatura del fluido en el nivel adecuado.

Método 2 - Circuito cerrado
Un diseño alternativo de este circuito utiliza una bomba de capacidad fija, unidireccional y un motor de capacidad variable de contramarcha.

2.6. Manuales técnicos

Saber sobre el manual técnico es vital a la hora de conocer la bomba intervenida.

La documentación de la bomba es importante para identificar más fácilmente los aspectos y características que forman parte de ésta. Una adecuada documentación le proporciona identidad y "personalidad" a una actividad, de manera que los usuarios responsables del mismo podrán reconocer más fácilmente las ventajas y desventajas, características y funcionalidades, funciones y ventajas, así como costos y beneficios que impliquen el desarrollo de la actividad a realizar con la bomba.

Figura 128

Bomba de engranajes

Se tomara como ejemplo una bomba de engranajes, para ver las características y especificaciones técnicas de su manual.

Las características que se verán en un manual técnico de una bomba hidráulica son las siguientes:

Características Generales

Construcción:	Bombas a engranajes externos
Tipo de fijación:	Según normas DIN y SAE
Conexiones a la bomba:	Conectores roscados y bridas
Sentido de rotación:	Izquierda (S) y Derecha (D)
Campo de presión de alimentación:	0,7 a 3 bar
Fluido hidráulico:	Fluido hidráulico a base de aceites Minerales conforme a las normas ISO y DIN. Para otros tipos consultar Con nuestro dpto. Técnico.
Temperatura del fluido:	De -25°C a 80°C

Filtración aconsejada

Presión de trabajo(bar)	>180	<180
Contaminación clase NAS1638	8	10
Contaminación clase ISO4406	17/14	19/16
Utilizar con filtro Bx=75	10 m	25 m

Presiones y Velocidades

En esta parte se muestra el desplazamiento Volumétrico, el caudal, las presiones mínimas y máximas.

Además se pueden ver en algunos casos el grafico de presión v/Tiempo como se muestra en la figura siguiente:

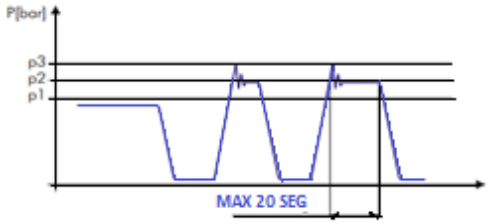


Figura 129

p1= presión máx. Continua
p2= presión máx. Intermitente
p3= presión máx. Pico

Ejes de mando

Otro valor mostrado en un manual técnico es el desplazamiento Volumétrico, el cual consiste en la cantidad de volumen desplazado por revolución, esta información es crucial ya que incide en las medidas que tendrá el eje de mando

Planos

Los planos nos entregan información de las dimensiones de las piezas y datos técnicos de materiales y holguras.

El siguiente plano corresponde a una bomba de engranajes.

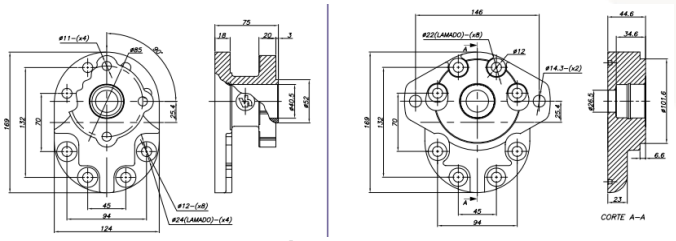


Figura 130

Instalación

La información técnica relevante para la instalación será de suma importancia ya que describe los componentes, su ubicación en el espacio (lo muestra a través de planos).

En el siguiente esquema (Bomba de engranaje) se muestra la disposición de la válvula con respecto a la bomba de ejemplo y los componentes necesarios para su fijación. La orientación de la válvula seca en la bomba, es solo esquemática, la misma puede tener otras orientaciones según necesidad.

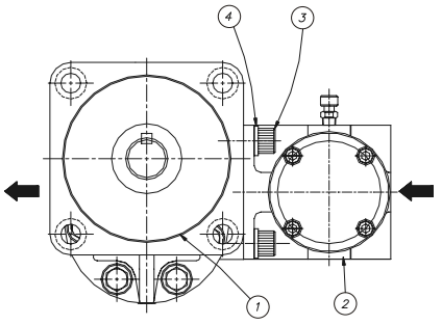


Figura 131

Componentes para instalación

Detalle	Designación	Cantidad
1	BOMBA	1
2	VALVULA SECA	1
3	TORNILLO ALLEN ½'' – 13 x 31,75 – UNC (plano n° 95003060)	4
4	ARANDELA GROWER PARA Ø12,7 (plano n° 95001366)	4

Funcionamiento

El funcionamiento es otra información que contiene el manual técnico, el cual nos indicará la manera de funcionar de los elementos individuales que componen en la bomba, esto con el propósito de realizar una visualización de posiciones, direcciones de flujos y alimentación energética.

Tipo de bombas y repuestos

Por lo general en los manuales técnicos se tiene un listado de bombas con diferentes tipos de capacidades volumétricas y de flujos, éstas van desde la más simples hasta las más complejas (Según situación) y con adaptaciones especiales de instalación y otras las cuales especifique el fabricante, para poder escoger con los datos entregados y lo que se espera según el requerimiento o necesidad.

Actividad N° 2

Introducción a la actividad

La actividad está destinada para que los participantes identifiquen simbología hidráulica y la apliquen construyendo circuitos hidráulicos en bancos de simulación.

Estrategias metodológicas para el instructor

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

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

Aplicar seguimiento de planos hidráulicos, identificando simbología normalizada de planos de circuitos hidráulicos y realizar la construcción del circuito en banco de simulación

Objetivos del Aprendizaje

- Identificar componentes de un circuito
- Conectar en forma adecuada circuitos hidráulicos.
- Demostrar conceptos del accionamiento hidráulico.
- Explicar el funcionamiento del circuito

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o de manera individual. Entregará a los participantes el circuito propuesto para que lo analicen y realicen en banco de simulación.

Materiales y Recursos

- Banco de simulación hidráulico.
- Mangueras de conexión rápida.
- Manómetros
- Reguladores de Presión.
- Válvulas
- Componentes varios
- Planos
- Elementos de aseo

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

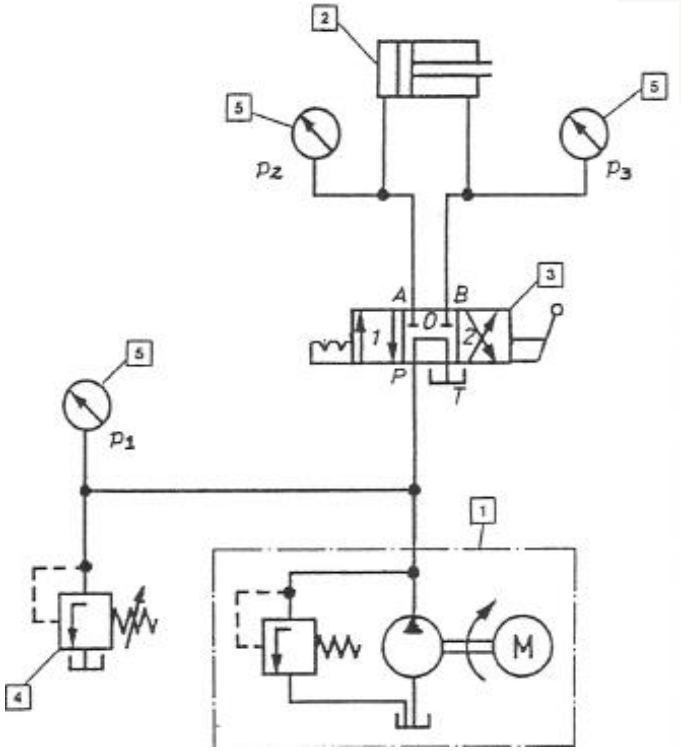
- Uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
  - Casco
  - Lente de seguridad obligatorio
  - Zapatos de seguridad
  - Guantes de faena
  - Chaleco reflectante
  - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda
- Al finalizar el taller deje todo limpio y ordenado.
- Trabajar en ambiente ventilado

Desarrollo de la Actividad

Los participantes deben realizar el circuito propuesto en banco de simulación y hacerlo funcionar dejando constancia de lo efectuado a través de informe técnico.

Deben:

- Establecer grupos de trabajo de acuerdo a indicaciones del Instructor.
- Identificar estaciones de trabajo y recoger materiales y equipos necesarios desde pañol.
- Establecer método para conexionado de circuitos hidráulicos.
- Revisar procedimiento de trabajo y analizar el circuito entregado por el instructor:
- Identificar los elementos que constituyen el circuito
- Explicar el funcionamiento en la hoja de respuestas entregada por el instructor
- Realizar el circuito en banco de simulación
- Verificar la presión de salida del regulador, esta no puede exceder los 800 Psi.
- Conectar la alimentación y los instrumentos
- Accionar el circuito y observe el funcionamiento del cilindro.
- Realizar informe técnico



Identificación de componentes	
Numero	Elemento
1	Unidad de acondicionamiento
2	Cilindro actuador de doble efecto
3	Válvula de control de dirección 4/3 accionada por palanca
4	Válvula de seguridad
5	Manómetro

Funcionamiento del sistema
La condición inicial de circuito es la que se presenta con el cilindro en posición adentro. Cuando se pone en funcionamiento el sistema y se conmuta (acciona), la VCD 4/3 hacia la derecha el cilindro actuador debe comenzar a salir, la presión en el manómetro P_2, debe ser mayor que el manómetro P_3 Al llegar al final del recorrido el actuador, se produce resistencia total al sistema. El manómetro P_2 debe marcar máxima presión del sistema, manómetro P_3 0 PSI. La válvula de seguridad debe actuar y el fluido se descarga a tanque (para este circuito en banco de simulación, la válvula de seguridad está tarada a máximo 800 PSI), entonces el manómetro P_1 debe marcar 800 PSI. Cuando se conmuta la válvula 4/3, a la posición central el fluido se descarga por el centro tándem directo a tanque y no existe movimiento del actuador. Los manómetros deben marcar 0 PSI.

Cuando se conmuta la válvula 4/3 hacia la izquierda, el cilindro debe comenzar su carrera de retracción y el manómetro P_3 debe ser mayor que el P_2.
Al llegar el cilindro al final del recorrido debe actuar la válvula de seguridad al igual que en el final de carrera de salida del actuador.

La práctica en banco de simulación será evaluada en forma directa por el instructor y a través del informe técnico entregado por los participantes.

Debe evaluar:

- Que el o los participante realicen en forma correcta el circuito en banco de simulación
- Verificar la presión de salida del regulador puesta por los participantes, esta no puede exceder los 800 PSI.
- La correcta conexión de la alimentación y los instrumentos
- Que al accionar las válvulas 4/3, se accione el circuito y debe observar que el cilindro realice el trabajo para el cual fue diseñado.
- El informé técnico

Cierre

Una vez completada la actividad los participantes podrán compartir sus resultados con el resto del curso y comparar las respuestas. El instructor podrá crear condiciones para tener una discusión en clases y entregará las respuestas correctas al final de la actividad

3. Cambio de bomba según condición

3.1 Manual de partes y piezas

Manual de partes

Entre las publicaciones básicas de repuestos, está el manual o catálogo de repuestos, que es la publicación que nos permite determinar el número de parte de la pieza que se va a reemplazar.

Esta publicación permite encontrar el número de la pieza o de parte, de cualquier grupo, conjunto o pieza de un componente propio e individual de estos, para cada uno que se instalen en uno o más equipos específicos. Para su identificación es esencial que cuente con modelo, serie, arreglo que corresponda a la máquina o equipos.

Un ejemplar de él, acompaña siempre a todo equipo que sale de fábrica y es periódicamente actualizado.

Para buscar se deben respetar los siguientes pasos:

- Paso 1: Conocer el modelo
- Paso 2: Conocer el número de serie
- Paso 3: Conocer el número de arreglo
- Paso 4: Conocer de qué sistema de la máquina es la pieza.
- Paso 5: Conocer de qué grupo o conjunto dentro del sistema es la pieza.
- Paso 6: Buscar en el índice, la página que corresponda.

Estar al tanto de cuáles son las piezas que componen una bomba de desplazamiento positivo es de mucha ayuda a la hora de realizar un desmontaje, un mantenimiento preventivo y correctivo un cambio de componentes, para saber de dónde se deberá tomar las piezas cuando se traslade o se instalen, y para realizar inspecciones visuales.

3.2 Cambio de bombas de desplazamiento positivo

Para realizar un cambio de bomba se debe de tener en cuenta que es un proceso que considera varios aspectos en el montaje y desmontaje de componentes y procedimientos los cuales se deberán de cumplir.

El desmontaje y montaje de las bombas sólo debe hacerlo el personal calificado. Asegurándose de que el personal lea con atención el manual de instrucciones y, en particular, aquellas que hacen referencia a su trabajo.

Preparativos

Procurar que el ambiente de trabajo esté limpio, debido a que algunas piezas, entre ellas el cierre mecánico, son muy delicadas y otras tienen tolerancias pequeñas.
Comprobar que las piezas a utilizar no se hayan estropeado durante el transporte. Al hacerlo, hay que fijarse en el borde de ajuste, las caras coincidentes, la obturación, las rebabas, etc.

Después de cada desmontaje, limpiar cuidadosamente las piezas y verificarlas por si hay algún daño. Reemplazar todas las piezas dañadas.

Herramientas

Utilizar herramientas adecuadas para los trabajos de montaje y desmontaje. Utilizar correctamente las herramientas.

Par de apriete

Se deberá revisar cuidadosamente la tabla de apriete, para la instalación de los pernos de sujeción.

Limpieza

Antes de proceder al desmontaje de la bomba es necesario limpiarla, tanto en su interior como en su exterior.

Seguridad eléctrica

Impedir que el motor arranque si hay que trabajar en la bomba. Ello es muy importante al tratar con motores eléctricos que son conectados desde cierta distancia.

Seguir el siguiente procedimiento:

- Colocar el interruptor de la bomba en posición "off".
- Desconectar la bomba por el cuadro eléctrico.
- Bloquear el cuadro eléctrico o colocar una señal de aviso en el cuadro eléctrico.
- Sacar los fusibles y llevárselos al lugar de trabajo.
- No sacar el protector situado alrededor del acoplamiento hasta que la bomba esté completamente parada.

Seguridad general

En trabajos de retiro de bomba de desplazamiento positivo siempre asegúrese:

- Realizar los procedimientos de aislación y bloqueo requerido
  - Para aislar las energías involucradas en la ejecución del trabajo específico se deben bloquear los equipos, en todos los puntos de bloqueo requerido
  - Todos estos puntos deben ser bloqueados por candados de parada general, por ende los ejecutores del trabajo deben bloquear solo el canastillo.
  - Aislar el área para impedir el acceso de personal ajeno a la tarea.
  - Los ejecutantes de la tarea deben coordinar y definir la aplicación del bloqueo respectivo.
  - Los ejecutantes de la tarea deben coordinar y definir la aplicación del bloqueo respectivo.
- Verificar antes de iniciar el trabajo la ausencia de energía residual
  - Pulsar botonera de motor de bomba y verificar aislamiento y eliminación de energía residual y energía cero, antes de iniciar el trabajo
- Descargue al sistema hidráulico acorde a las indicaciones del fabricante de la máquina o la instalación

Para el retiro de una bomba de desplazamiento positivo proceda de la siguiente manera

1) Asegúrese que el sistema hidráulico esté sin presión.
2) Compruebe que la bomba se enfrió lo suficiente como para poder ser desmontada sin riesgo.
3) Coloque una bandeja colectora debajo de la máquina a pistones axiales para retener posible derrame de fluido hidráulico.

Atención

Peligro de contaminación ambiental

- Fugas o derrames de fluido hidráulico durante los trabajos con bombas pueden ocasionar contaminación ambiental y ensuciamiento del área de trabajo generando condiciones sub-estándares
- Tenga en cuenta las indicaciones en el catálogo de seguridad del fluido hidráulico y las prescripciones del fabricante de la instalación.

4) Afloje las tuberías y descargue el fluido hidráulico en el recipiente previsto.
5) Desmonte la bomba en sus piezas individuales para realizar el reciclamiento. Utilice para ello herramientas apropiadas.
6) El desmonte dependerá del tipo de bomba a desmontar. Siga las instrucciones de manuales o los procedimientos específicos para cada tipo de bomba.

Pasos generales

7) Quitar la protección del acoplamiento
8) Desmontar el espaciador del acoplamiento (si existe)
9) Desmontar el motor eléctrico (si es necesario).
10) Desmontar la bomba quitando los tornillos de fijación.
11) -Sacar la bomba de la instalación prestando la máxima atención para no dañar ningún componente: vacíe bomba totalmente.
12) Cerrar todas las aberturas. Asegúrese que todas quedaron bien cubiertas para eliminar cualquier posible contaminación.

Instalación de bombas

Generalidades
Para la instalación de bombas de desplazamiento positivo se dan los siguientes pasos generales:

Coloque la bomba/grupo de bombeo tan cerca como sea posible del suministro de líquido y, si fuese factible, por debajo del nivel de alimentación del mismo. Cuanto mejores sean las condiciones de la aspiración mejor será el comportamiento de la bomba

Debe dejarse suficiente espacio alrededor de la bomba / grupo de bombeo para permitir la inspección, el aislamiento de la bomba y el mantenimiento de forma adecuada.

Coloque la bomba de forma que el motor tenga una ventilación adecuada. Prepare el motor para funcionamiento de acuerdo con las instrucciones del fabricante del mismo.

Nota
Los mantenedores deben utilizar elementos de protección contra fugas y posibles chorros de líquido.

La bomba debe ser montada sobre una placa o sobre un bastidor completamente nivelado sobre la base. La base debe ser dura, horizontal, plana y sin vibraciones, para garantizar la alineación correcta de la bomba/motor durante el funcionamiento.

Las bombas han de montarse horizontalmente sobre las patas incorporadas. Los tipos diferentes de instalación tienen influencia sobre el drenaje, el llenado y el funcionamiento del eje, etc.

Asegúrese que el motor tiene un par motor de arranque suficiente. Por este motivo, seleccione un motor con una capacidad un 25% mayor que la potencia requerida por la bomba.

Actividad N° 3

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que los participantes apliquen el procedimiento de cambio de una bomba de desplazamiento positivo

Estrategias metodológicas para el instructor

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

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

Realizar Cambio de bomba de desplazamiento positivo

Objetivo de aprendizaje

El objetivo de ésta actividad es que los participantes comprendan y apliquen las etapas del procedimiento de cambio de bomba y comprendan la importancia de éste trabajo.

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual.
La actividad debe ser realizada en taller. Solicitará a los participantes que observen que cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.
Se puede tomar como ejemplo varios tipos de bombas entre las más usadas se encuentra la bomba de engranajes y la bomba de pistones.

Materiales y Recursos

- Conjunto motor bomba o Conjunto sistema de transmisión hidráulica
- Kit de herramientas manuales
- Balde depósito de aceite
- Aceite hidráulico
- Elementos de aseo
- Elementos para realizar levante de carga (eslingas, grilletes, etc.)
- Puente grúa (si es necesario) o
- Tecle de pluma

Seguridad:

En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de faena
    - Chaleco reflectante
    - Protector auditivo. Si aplica
- Identificar riesgos asociados a la trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

- Establecer grupos de trabajo de acuerdo a indicaciones del Instructor.
- Identificar estaciones de trabajo y recoger materiales y equipos necesarios desde pañol de Instrumentos.
- Establecer método para desconexión de mangueras hidráulicas.
- Revisar procedimiento de trabajo y analice el trabajo a realizar
- Realizar estrobamiento de la bomba si corresponde
- Desmontar bomba del equipo
- Montar bomba en equipo
- Realizar conexión con motor
- Explique el trabajo realizado en la hoja de respuestas entregada por el instructor
- Realice informe técnico

Los participantes deberán realizar un desmontaje y montaje de una bomba de desplazamiento positivo aplicando las medidas de seguridad, utilizando las herramientas que correspondan y evitando contaminar el medio ambiente.

Para visualizar en parte el cambio de una bomba de engranaje se tiene el siguiente video.

Bombas de Engranaje.wmv

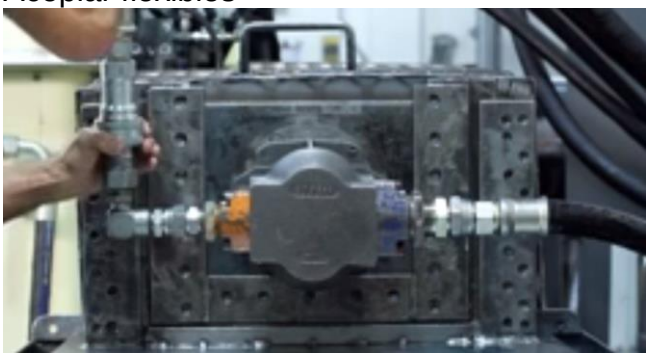
https://www.youtube.com/watch?v=dlQGPgYQe3o

Bombas de Engranaje

El participante debe de seguir la siguiente secuencia de la tabla

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Componente entregado por el instructor	
Procedimiento aplicado • Revisar área de trabajo • Revisar herramientas y elementos de izajes a utilizar • Revisar si la bomba tiene algún daño • Realizar bloqueo eléctrico del sistema. Si corresponde • Eliminar energías residuales. Si corresponde • Retirar aceite hidráulico de la bomba • Desconectar mangueras hidráulicas • Desmontar acoplamiento y motor eléctrico • Retire los pernos de sujeción de la base de la bomba • Estrobar y retirar la bomba de la base • Limpie la base donde se montara la bomba de recambio • Antes de montar verifique que la postura de la bomba • Estrobar la bomba nueva e instalar en base de asentamiento • Montar acoplamientos y motor	

- Acoplar flexibles



- Revisar pernos a realizar el torque
- Realizar relleno de aceite hidráulico. Si corresponde
- Anotar el trabajo realizado en informe técnico
- Realizar housekeeping

Conclusiones de la actividad

El participante debe anotar las conclusiones de la actividad

Fotografía del componente Si es posible	Nombre Inspector : _____ Firma Inspector : _____ Recomendaciones :

Cierre

Comente los resultados de la actividad con su grupo y haga las observaciones y consultas necesarias al Instructor para desarrollar las siguientes actividades

4. Vaciado y limpieza de aceite de equipo

4.1 Normativas de medio ambiente para el trabajo con líquidos oleo hidráulicos

Los líquidos oleo hidráulicos, provienen del prefijo "oleo" se refiere a fluidos derivados básicamente del petróleo, corresponden a la categoría de Residuos peligrosos, por lo tanto es normado por el DS 148 De Santiago, el 12 de junio de 2003.
En donde, se explica:

1) Que al Estado le corresponde velar que se haga efectivo el derecho de las personas a vivir en un medio ambiente libre de contaminación así como garantizar su derecho a la protección de la salud.

2) Que el crecimiento de la actividad económica ha multiplicado la generación de residuos peligrosos, con el consiguiente aumento de los riesgos que amenazan la salud humana y el medio ambiente.

3) Que para cumplir cabalmente los compromisos del Estado y enfrentar el peligro creciente que representan los residuos peligrosos, es indispensable regular el proceso completo de su manejo, desde que se generan y hasta que se eliminan, en términos que permitan su adecuado control y seguimiento, en un marco de certeza jurídica necesario para el desenvolvimiento de la actividad económica, que sirva también de garantía para la comunidad en su conjunto

4) Que un adecuado marco normativo puede inducir a la incorporación de una gestión de los residuos más eficientes, que ayude a minimizar la generación de residuos peligrosos.

5) Que como resultado de la implementación de este reglamento se dispondrá de información relativa a los residuos peligrosos que se generan en el país, cuyo procesamiento y análisis será de utilidad para la autoridad sanitaria, la comunidad y las actividades productivas, en los que respecta al conocimiento de los residuos peligrosos y las mejores alternativas para su manejo, entre otros posibles usos de la información.

Según el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (DS Nº 148/2003), se deben manejar de modo que se minimicen los riesgos para la salud pública, se evite la contaminación del medio ambiente y se preserven los recursos naturales. Según la estrategia jerarquizada para el manejo de residuos adoptada en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el primer propósito es la prevención, es decir, evitar la generación de aceites usados. En segunda instancia, se debe procurar la minimización (reducir, reutilizar, reciclar) a través de su reúso, regeneración o su valorización energética.

Los aceites usados son de difícil degradación y debido a su composición de carácter peligroso se deben manejar y eliminar según establece la reglamentación sanitaria vigente en esta materia. Mediante un sistema integrado de gestión de aceites usados se minimizan los riesgos para la salud pública, se evita la contaminación del medio ambiente y preservan los recursos naturales.
De lo anterior se extrae el" Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos", en donde se detalla:

Disposiciones generales:

Estos son solo algunos de los artículos extraídos del DS 148/2003, en donde se detalla El Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos.

Artículo 1
Este Reglamento establece las condiciones sanitarias y de seguridad mínimas a que deberá someterse la generación, tenencia, almacenamiento, transporte, tratamiento, rehúso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

Artículo 2
Corresponderá a la Autoridad Sanitaria fiscalizar y controlar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento y del Código Sanitario en estas materias, todo ello de acuerdo con las normas e instrucciones generales que imparta el Ministerio de Salud. Los órganos del Estado que ejerzan funciones relacionadas con los residuos peligrosos deberán cumplir tales cometidos coordinadamente proponiendo a la unidad de acción y a la colaboración recíproca.

Artículo 4
Los residuos peligrosos deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2.190 of.93.- Esta obligación será exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

Artículo 5
El Ministerio de Salud establecerá los procedimientos y metodologías de determinación de las características de peligrosidad, así como, un reglamento para la acreditación de laboratorios que presten servicios de caracterización de residuos peligrosos.

Artículo 26
El Plan de Manejo de Residuos Peligrosos deberá privilegiar opciones de sustitución en la fuente, minimización y reciclaje cuyo objetivo sea reducir la peligrosidad, cantidad y/o volumen de residuos que van a disposición final y deberá contemplar al menos los siguientes aspectos:

Con respecto al no cumplimiento al DS 148 /2003, se detalla el extracto: "DE LAS SANCIONES Y PROCEDIMIENTOS"

Artículo 85
Las infracciones a las disposiciones del presente reglamento serán sancionadas por la Autoridad Sanitaria, previa instrucción del respectivo sumario sanitario, en conformidad con lo establecido en el Libro X del Código Sanitario.

Basado en esta premisa de la conservación hacia el medio ambiente, y en circunstancias de la vasta cantidad de aceites industriales usados generados anualmente en Chile y el problema que ocasionan su manejo y eliminación inadecuados, es que se crea “La guía técnica para generadores de aceites industriales usados”, creada por La Corporación Nacional de Medio Ambiente CONAMA.
Esta Guía propone procedimientos y mecanismos para lograr una gestión integral de los aceites usados generados por el sector industrial en Chile con el fin de reducir los riesgos para la salud pública y el medio ambiente.

La gestión integral no solo incluye el manejo de los aceites usados desde su generación hasta su eliminación según lo establecido en el “Reglamento Sanitario sobre el Manejo de Residuos Peligrosos” (DS N°148/03), también implica evitar y reducir al mínimo posible la producción de estos residuos mediante buenas prácticas de tipo ambiental.

4.2 Vaciado de líquidos oleo hidráulicos de bombas y cañerías

Para poder realizar un cambio de aceite de manera correcta, se deben seguir los siguientes pasos:

- Sólo cambiar el aceite cuando el engranaje está parado.
- Procurar que el aceite sea completamente vaciado.
- Antes de echar nuevo aceite, comprobar que no haya depósitos / residuos en el interior del sistema de tuberías.
- Si el tanque contenedor ha de lavarse durante el cambio de aceite, utilizar el mismo aceite que se emplea para el servicio o bien un aceite que sea menos viscoso.
- Si es necesario, lavar tuberías con un aceite similar al mencionado en el paso 4.
- Limpiar o sustituir filtros de aceite de ser necesario.
- Antes de rellenar el sistema con aceite, cerrar la llave de vaciado de aceite o atornillar tapón roscado.
- Luego de tener debidamente contenido el aceite recién drenado, se realizó el llenado del sistema con el aceite hidráulico

Figura 132

Depósito rotulado

4.3 Procedimientos de desecho, rotulado y almacenamiento de sustancias peligrosas

Según el Reglamento Sanitario sobre Manejo de Residuos Peligrosos (DS Nº 148/2003), y se deben manejar de modo que se minimicen los riesgos para la salud pública, se evite la contaminación del medio ambiente y se preserven los recursos naturales. Según la estrategia jerarquizada para el manejo de residuos adoptada en la Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos, el primer propósito es la prevención, es decir, evitar la generación de aceites usados. En segunda instancia, se debe procurar la minimización (reducir, reutilizar, reciclar) a través de su reúso, regeneración o su valorización energética.

El manejo de los aceites usados se debe realizar en cumplimiento con la reglamentación vigente, especialmente de acuerdo al Reglamento Sanitario Sobre Manejo de Residuos Peligrosos (DS Nº 148/03).

Los aceites usados, además de ser codificados y marcados según la clase de riesgo que representen, deben estar acompañados de un número de las Naciones Unidas que los identifique. El número correspondiente para el aceite usado es: NU 3082 por ser un “Residuo líquido peligroso para el medio ambiente N.E.P 10”.

Obligaciones del generador de desechos:

Toda instalación generadora de aceites usados debe estimar la cantidad de éstos y de otros residuos peligrosos que genera anualmente y definir si le corresponde presentar un plan de Manejo de Residuos Peligrosos.

Independientemente de la cantidad de residuos peligrosos generadores, el generador de aceites usados debe llevar a cabo las tareas necesarias para el correcto manejo interno, transporte y eliminación de su resido de acuerdo al DS N° 148/03.

Proceso de envasado para las sustancias peligrosas:

Los aceites usados se deberán depositar en contenedores apropiados que faciliten su recolección en función de sus características físico-químicas y al volumen generado.
El Reglamento (DS N° 148) señala en el articulo 8 que los contenedores de residuos peligrosos deberán cumplir con los siguientes requisitos:

Tener un espesor adecuado y estar construido con materiales que sean resistentes al residuo almacenado y a prueba de filtraciones.

Estar diseñado para ser capaz de resistir los esfuerzos producidos durante su manipulación, así como durante la carga y descarga y el traslado de los residuos, garantizando en todo momento que no serán derramados.

Estar en todo momento en buenas condiciones, debiendose reemplazar todo aquellos que muestren deterioro de su capacidad de contención.

Estar rotulado indicando, en forma claramente visible, las caracteristicas de peligrosidad del residuo contenido.

Los contenedores sólo podrán ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no exede de 30 kilogramos. Si dicho peso fuere superior, se deberán mover con equipamiento mecánico.

Algunos contenedores utilizados para el almacenamiento de aceites usados y los requisitos que deberían cumplir son:

CATEGORÍA	REQUISITOS
Recipiente de trasvase	Permitir trasladar el aceite usado desde el lugar de servicio del motor o equipo hasta la zona de almacenamiento.
Recipiente para el drenaje de filtros	Estar dotado de un embudo o malla que soporte los filtros u otros elementos a ser drenados. Contar con un mecanismo que asegure que la operación de trasvasado de aceites usados al estanque superficial o tambor se realice evitando derrames, goteos o fugas.
Estanques superficiales o tambores	Garantizar la confinación total de aceite usado almacenado. El estanque o tambor en operación deberá contar con un sistema de filtración instalado en la boca de recibo de aceites usados, que evite el ingreso de partículas superiores a 5 milímetros y cierres resistentes. Estar debidamente rotulado.
Estanques subterráneos	Garantizar la confinación total de aceite usado almacenado. El estanque en operación deberá contar con un sistema de filtración instalado en la boca de recibo de aceites usados que evite el ingreso de partículas superiores a 5 milímetros. Contar con un mínimo de 3 pozos de monitoreo. Contar con sistemas de doble contención y cierres resistentes. Estar fabricados en materiales que no sean susceptibles a la corrosión.

Tabla 5

Todos ellos deben permitir que la manipulación y el traslado de los aceites usados se realice sin goteos, derrames o fugas.

Cuando la cantidad de aceites usados a gestionar es elevada y su manejo se realiza a granel, e mejor sistema de almacenamiento es mediante estanques donde el aceite usado es entregado desde el equipo a través de cañerías. De este modo se minimizan las pérdidas ocasionadas por el trasvase y manipulación de aceites usados y el uso de contenedores para estos residuos.

En caso de que los contenedores de aceites vírgenes vacíos se utilicen para almacenar aceites usados, éstos deben estar perfectamente etiquetados para evitar cualquier posible error que podría hacer que se utilice el aceite usado en lugar del aceite nuevo.
Es recomendable minimizar la generación de envases que contienen aceites usados puesto que son un residuo peligroso más a gestionar.

Etiquetado o rotulado para sustancias peligrosas:

De acuerdo al artículo 4 del DS N° 148/03, los aceites usados, deberán identificarse y etiquetarse de acuerdo a la clasificación y tipo de riesgo que establece la Norma Chilena Oficial NCh 2190 Of.93. Esta obligación será exigible desde que tales residuos se almacenen y hasta su eliminación.

Los contenedores que contengan aceites usados deben estar rotulados indicando de forma claramente visible:

El tipo de residuo que contiene: ACEITES USADOS

Las características de peligrosidad del residuo que contiene de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2190 Of. 2003. El aceite usado es un residuo Tóxico Crónico y en algunos casos Inflamable, y le corresponde el Número de las Naciones Unidas: NU 3082.

El proceso en que se originó el residuo.

El código de residuo peligroso que le corresponda al residuo según Composición química, codificación y características de peligrosidad. Salvo excepciones, los aceites usados se codifican como: Aceites minerales residuales no aptos para el uso al que estaban destinados y A3020 – Aceites minerales desechados no aptos para el uso al que estaban destinados.

La fecha de ubicación en el sitio de almacenamiento.

Nombre, dirección y teléfono del titular de los residuos.
El rotulado de los contenedores, bien sea por impresión, por pintura o mediante etiquetas adhesivas debe ser resistente a la acción del tiempo, de tal modo que permanezca sin deteriorarse o sin cambio sustancial de los colores cuando se mantenga expuesto a condiciones que, razonablemente, se espera que puedan encontrarse durante el almacenamiento, transporte y manipulación de los contenedores.

Las etiquetas deben colocarse impresas sobre una superficie visible, evitando el fondo y la tapa del contenedor y de modo que el color de la etiqueta sea contrastante con el color de la superficie en que se coloca.
En el caso de pérdida o deterioro de las etiquetas, éstas se reemplazarán o repararán para que la información sobre riesgos permanezca mientras la sustancia se encuentre almacenada y en tránsito.

La tabla siguiente muestra la rotulación de los aceites usados de acuerdo a sus características de peligrosidad.

Rotulación de los aceites usados

CARACTERÍSTICA DE PELIGROSIDAD	ROTULACIÓN
Residuos Tóxicos Crónicos	
Residuos Inflamables1	

Tabla 6

Almacenamiento de sustancias peligrosas:

Toda instalación o actividad generadora de aceites usados debe contar con un lugar apropiado para su almacenamiento.
Se recomienda que los aceites usados se almacenen separados de los aceites vírgenes y etiquetados adecuadamente para evitar equivocaciones al utilizar un aceite usado en lugar de uno nuevo.

Todo sitio destinado al almacenamiento de residuos peligrosos deberá contar con la correspondiente autorización sanitaria de instalación, a menos que éste se encuentre incluido en la autorización sanitaria de la actividad principal.

El diseño, la construcción, ampliación y/o modificación de todo sitio que implique la presentación de un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, deberá contar con un proyecto previamente aprobado por la Autoridad Sanitaria. Este proyecto de ingeniería deberá ser elaborado por un profesional idóneo. (artículo 29)

Todo generador que se encuentre obligado a sujetarse a un Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, deberá tener uno o más sitios de almacenamiento de tales residuos. El sitio debe disponer de capacidad suficiente para acopiar la totalidad de los residuos generados, durante el periodo previo del envío de éstos a una Instalación de Eliminación. (artículo 30)

Figura 133

Período de almacenamiento

El periodo de almacenamiento de los residuos peligrosos no podrá exceder de 6 meses. Sin embargo, en casos justificados, se podrá solicitar a la Autoridad Sanitaria, una extensión de dicho periodo hasta por un lapso igual, para lo cual se deberá presentar un informe técnico.

Características del lugar de almacenamiento

Los sitios donde se almacenen residuos peligrosos deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Tener una base continua, impermeable y resistente estructural y químicamente a los residuos.
- Contar con un cierre perimetral de a lo menos 1,80 metros de altura que impide el libre acceso de personas y animales.
- Estar techados y protegidos de condiciones ambientales tales como humedad, temperatura y radiación solar.
- Garantizar que se minimizará la volatización, el arrastre o lixiviación y en general cualquier otro mecanismo de contaminación del medio ambiente que pueda afectar a la población.
- Tener una capacidad de retención de escurrimiento o derrames no inferior al volumen del contenedor de mayor capacidad ni al 20% del volumen total de los contenedores almacenados.
- Contar con señalización de acuerdo a la Norma Chilena NCh 2190 Of.93.

Excepcionalmente se podrán autorizar sitios de almacenamiento que no cumplan con alguna de estas condiciones, tales como piscinas, lagunas artificiales u otros, si se justifica técnicamente que su diseño protege de la misma forma la salud de la población.

El sitio de almacenamiento deberá tener acceso restringido, en términos que sólo podrá ingresar personal debidamente autorizado por el responsable de la instalación. (artículo 34)

El sitio de almacenamiento de residuos reactivos o inflamables, deberá estar a 15 metros, a lo menos, de los deslindes de la propiedad. (artículo 35) Esto se realizará en el caso excepcional de que el aceite usado corresponda a un residuo inflamable.

Figura 134

Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el Reglamento para el Sistema de Evaluación de Impacto ambiental (DS N° 95/2011), establece en su artículo 3, letra ñ, que el almacenamiento de sustancias tóxicas que se realice durante un semestre o más, en una cantidad igual o superior o doscientos kilogramos mensuales (200 Kg/mes), entendiéndose por tales a las sustancias señaladas en la clase de la NCh 382.Of89 (ñ.1) deberán someterse al Sistema de Evaluación de Impacto.

Además de lo establecido en el reglamento, se aconseja que el área de almacenamiento posea las siguientes características.

Poseer las señales de: “PROHIBIDO FUMAR EN ESTA ÁREA “Y “ALMACENAMIENTO DE ACEITES USADOS”. Garantizar una buena ventilación, ya sea natural o forzada y no poseer ninguna conexión con el alcantarillado.

Estar libre de materiales, cajas y cualquier otro tipo de objetos que impidan el libre desplazamiento de equipos y personas.

Cumplir con las condiciones específicas de almacenamiento definidas por las cantidades almacenadas y por el punto de inflamación del material. En general, los aceites usados corresponden a la clase IIIB de la NFPA y a clase IV (combustible con punto de inflamación superior a 93°C) del DS N° 90/96 del Ministerio de Economía, fomento y reconstrucción.
Disponer de un pan detallado de acción para enfrentar emergencias.

Disponer de una hoja de Seguridad donde incluyan, al menos, los siguientes antecedentes de los aceites usados: nombre comercial, formula química, compuesto activo, cantidad almacenada, características físico químicas, tipo de riesgo más probable ante una emergencia y elementos existentes para prevenir y controlar las emergencias.

Actividad N° 4

Introducción a la actividad

La siguiente actividad está diseñada para que los participantes realicen Identificación de desecho, rotulación y almacenamiento de Sustancias Peligrosas

Estrategias metodológicas para el instructor

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

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

Realizar identificación de la o las sustancias peligrosas

Objetivos de aprendizaje

- Identificación de sustancia peligrosas
- Aplicación de NCH 2190

Descripción de la actividad

El instructor podrá realizar esta actividad en grupos, en pares o en forma individual, en sala de clases
Solicitará a los participantes que observen que cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.
Trabajaran en la identificación de sustancias peligrosas comparándola con la norma chilena 2190

Materiales y Recursos

- Hojas de datos de seguridad de aceites
- Norma chile 2190
- Rombos recortados para clasificar

Desarrollo de la Actividad

Los participantes deberán identificar las sustancias peligrosas utilizadas en la tarea de vaciado de líquido de oleo hidráulico de bombas y cañerías.
El instructor deberá descargar la NCH 2190 desde internet y entregársela como handout para que los participantes identifiquen la clasificación de las sustancias.
Además el instructor deberá entregar Hoja de Datos de Seguridad (HDS) de aceites hidráulicos.
Los participantes deberán identificar las sustancias y la comparan con la NCH 2190 para poder clasificarlos

Como por ejemplo:

- MOBILTRANS HD 10W

Una vez identificado las sustancias, se deberá:

- Clasificar las sustancias de acuerdo a lo estipulado en la NCH 2190

Se revisará la HDS en el punto N° 5 Normas a aplicar en caso de incendio, esto estipula la

Salubridad	0
Inflamabilidad	1
Reactividad	0

Con esta información se puede clasificar la sustancia de acuerdo a la NCH 2190, la cual ingresa en la categorización de Clase 3.- Líquidos inflamables.

Como se debe rotular las sustancias de acuerdo al material entregado por el instructor (Anexo N° NN)

- El participante una vez identificada la sustancia deberá rotular el envase. Las etiquetas deben colocarse impresas sobre una superficie visible, evitando el fondo y la

tapa del contenedor y de modo que el color de la etiqueta sea contrastante con el color de la superficie en que se coloca.

Cierre

Comente los resultados de la actividad con su grupo y haga las observaciones y consultas necesarias al Instructor para aclarar dudas.

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