CCM
CONSEJO DE COMPETENCIAS MINERAS

Cuaderno del Instructor

Módulo 6: “Diagnóstico y reemplazo de bombas de desplazamiento positivo”.

PFMME-3-01/V.1-[PE01-M06/v.1]

Una iniciativa de:

CONSEJO MINERO

Con la asesoría experta de:

Innovum | FCH FUNDACIÓN CHILE

Equipo Consejo Minero

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

Equipo Innovum Fundación Chile

Hernán Araneda D., Gerente
Diego Richard M., Director Programa Fuerza Laboral Minera
Rafael Pizarro G., Jefe de Proyecto Empresas
Susana Gallardo S., Especialista de Formación
Eduardo Soto S., Consultor Senior
Ignacio Riffo C., Consultor Senior
Álvaro Aguilar H., Consultor de Proyectos
Carolina Gutiérrez M., Consultor de Proyectos

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

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

Este material es propiedad del Consejo de Competencias Mineras (CCM) del Consejo Minero. Está disponible para instituciones que imparten formación en el ámbito minero en Chile, a las que se autoriza la reproducción total o parcial de los contenidos de este material para fines de formación, citando siempre al Consejo de Competencias Mineras del Consejo Minero y pudiendo incluso adaptarlo para satisfacer los requerimientos de los participantes. Se prohíbe la reproducción o adaptación con fines comerciales.

El uso del género masculino en esta publicación no constituye discriminación; tiene el sólo propósito de aligerar el texto cuando la redacción así lo exige.

TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS, QUEDA AUTORIZADA SU REPRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN CITANDO LA FUENTE. © Anglo American Norte S.A., Anglo American Sur S.A., Anglo American Chile Ltda.; Antofagasta Minerals S.A.; BHP Chile Inc.; Compañía Minera Barrick Chile Ltda.; Compañía Minera Cerro Colorado Ltda., Minera Escondida Ltda., Minera Spence S.A.; Compañía Minera Zaldívar Ltda.; Corporación Nacional del Cobre de Chile; Compañía Minera Doña Inés de Collahuasi SCM; Compañía Contractual Minera Candelaria, Sociedad Contractual Minera El Abra; FreeportMcMoran South America Inc.; Glencore Chile S.A.; SCM Minera Lumina Cooper Chile; Sierra Gorda SCM; Teck Resources Chile Ltda.; Yamana Chile Servicios Ltda.; 2013.

Consejo de Competencias Mineras – CCM:

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

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

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

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

Contribución del CCM

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

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

Para el sector minero:

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

Para las instituciones educacionales:

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

Para la comunidad y el país:

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

Índice

Descripción del documento 7

Módulo VI: Diagnóstico y Reemplazo de Bombas de Desplazamiento Positivo 8
1. Retiro de bomba de desplazamiento positivo de equipo 9
1.1 Desmonte y monte de bombas de desplazamiento positivo 9
1.2 Simbología oleohidráulica ISO 1219 12
1.3 Diagramas de circuito oleohidráulicos 22
Actividad N° 19 29
2. Desarme y arme de bombas de desplazamiento positivo 32
2.1 Desarme de bombas 32
2.2 Arme de bombas 37
2.3 Planos mecánicos de bombas positivas 42
Actividad N° 20 46
3. Desgastes de componentes de bombas de desplazamiento positivo 50
3.1 Instrumentos de medición 50
3.2 Tipos de desgaste en bombas 50
3.3 Cálculos de rendimiento y eficiencia en bombas oleohidráulicos 51
Actividad N° 21 54
4. Manejo de fluidos hidráulicos 57
4.1 Normativas de medio ambiente para el trabajo con líquidos óleo hidráulicos 57
4.2 Procedimientos de desecho, rotulado y almacenamiento de sustancias peligrosas 58
4.3 Códigos de limpieza de aceite ISO normalizado 59
4.4 Llenado de aceite a sistemas oleohidráulicos 62
Actividad N° 22 64

Descripción del documento

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Módulo VI: Diagnóstico y Reemplazo de Bombas de Desplazamiento Positivo

1. Retiro de bomba de desplazamiento positivo de equipo

1.1 Desmonte y monte de bombas de desplazamiento positivo

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 , 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 desmontar una bomba oleohidráulica proceda como sigue:

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.

Eliminación de desechos

Durante la eliminación de desechos de bomba se deben considerar los siguientes puntos:

- Vacíe a la bomba totalmente.
- Elimine al fluido hidráulico según las disposiciones legales.

Monte de bombas positivas

Instalación de bombas

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

Posicione 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.

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

Válvula de seguridad doble

Cuando está instalada una válvula de seguridad doble, hay puestas tres placas de flecha de sentido de giro. Una en cada válvula (A y B) indicando el sentido del flujo de líquido de cada una de ellas (flechas pequeñas 2 y 3) y una en la carcasa en Y (C) indicando el sentido de giro más favorable de la bomba (flecha 1).

Asegúrese que las válvulas de alivio de seguridad están montadas una enfrente de la otra, de forma que las placas de flecha de sentido de giro de las válvulas de alivio de seguridad (A y B) indiquen sentidos opuestos de flujo del líquido.

El sentido de giro del eje determina cuál es la conexión de aspiración y cuál la de descarga. La relación entre el sentido de giro del eje y el lado de aspiración/descarga viene indicada por la placa con la flecha de giro, colocada en la válvula de alivio o en la tapa superior

Cuando se bombeen líquidos calientes, debe tenerse en cuenta las fuerzas y los momentos producidos por las dilataciones térmicas, en cuyo caso deberán instalarse juntas de dilatación.

Después de efectuar las conexiones, compruebe que el eje gira libremente.

Tuberías

- Consejo general: Use tuberías de un diámetro igual al de las conexiones de la bomba, y de la menor longitud posible.
- El diámetro de la tubería tiene que ser calculado en función de los parámetros del líquido y de la instalación. Si fuese necesario, utilice diámetros mayores para limitar las caídas de presión.
- Si el fluido a bombear es viscoso, las caídas de presión en las conducciones de aspiración y de descarga pueden aumentar considerablemente. Los otros componentes del sistema de tuberías tales como válvulas, codos, filtros y válvulas de pie producen también caídas de presión.
- Los diámetros y la longitud de las tuberías, así como los otros componentes, deben seleccionarse de forma que no se produzcan daños mecánicos a la bomba /grupo bomba durante el funcionamiento, teniendo en cuenta la presión de entrada mínima requerida, la presión de trabajo máxima admisible y la potencia y el par motor del motor instalado.
- Después de efectuar las conexiones compruebe la estanqueidad de las tuberías

Acoplamiento del eje
Las bombas requieren un par de arranque relativamente alto. Además, durante el funcionamiento se producen cargas bruscas, debido a las pulsaciones inherentes al principio de trabajo de este tipo de bombas. Por lo tanto, seleccione un acoplamiento que soporte 1,5 veces el par de giro recomendado para la carga constante normal.

Alineación
Los ejes del motor y de la bomba de los grupos suministrados completos están alineados exactamente en fábrica. Después de instalar el grupo de bombeo, hay que volver a comprobar la alineación de los ejes del motor y de la bomba y volver a alinearlos si fuese necesario.

Transmisión de correa
Las transmisiones de correa aumentan también la carga sobre el extremo del eje y sobre los rodamientos. Por lo tanto, deben imponerse ciertas limitaciones sobre la carga máxima sobre el eje, la viscosidad, la presión de bombeo y la velocidad.

Protectores de las piezas móviles
Antes de la puesta en servicio de la bomba, ponga un protector sobre el acoplamiento o la transmisión de correa. El diseño y la construcción de este protector deben estar normados.

En las bombas que trabajen a más de 100ºC, asegúrese que el soporte de rodamientos y los rodamientos se refrigeran adecuadamente con el aire ambiente. Las aberturas en el soporte de los rodamientos no requieren un protector si las piezas giratorias no tienen salientes (chavetas o chaveteros) que puedan causar heridas. Esto simplifica la inspección y el mantenimiento del cierre del eje

1.2 Simbología oleohidráulica ISO 1219

Simbología

La simbología consiste de una serie de pictogramas, dibujos con sentido completo, cuyo objeto es la representación en papel u otro medio de los elementos que componen un circuito hidráulico, neumático, eléctrico o electrónico.

En la representación de Circuitos Hidráulicos, para su lectura e interpretación de planos o diagramas deben estar normados a fin de lograr el seguimiento de los componentes del sistema y sus flujos de energía

La simbología normalizada entre otras cosas

- Permite leer e interpretar planos de circuitos hidráulicos y neumáticos
- Establecer una distribución lógica de elementos en circuito

Esta simbología está reconocida por las normas internacionales, entre otras:

- DIN 24300
- ISO 1219
- CETOP
- UNE 101

Simbología oleohidráulica según norma ISO 1219

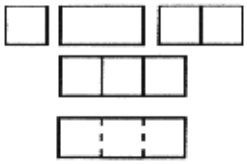
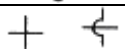
Símbolos ISO	Definiciones
	Conductor de la línea principal, contorno y eje
	Línea piloto
	Línea de drenaje
	Unidad de conversión de energía (bomba, motor, etc.)
	Actuador semi - giratorio
	Válvulas de control (excepto las válvulas de retén)
	Aparato de acondicionamiento (filtro, lubricador, etc.)
	Líneas de flujo o conductores conectados
	Líneas de flujo o conductores transversales pero no conectados
	Resorte
	Flujo hidráulico o Flujo neumático
	Flechas que indican dirección
	Flechas que indican rotación

Tabla 1

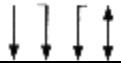
Símbolos ISO	Definiciones
	Flechas que indican trayectoria y dirección a través de las válvulas
	Indicación de variabilidad
	Bombas hidráulicas, unidireccionales, de capacidad fija
	Bombas hidráulicas bidireccionales, de capacidad fija
	Bombas hidráulicas, unidireccionales de capacidad variable
	Bombas hidráulicas bidireccionales de capacidad variable
	Compresor de capacidad fija
	Motor hidráulico, unidireccional de capacidad fija
	Motor hidráulico, bidireccional de capacidad fija
	Motor hidráulico, unidireccional de capacidad variable
	Motor hidráulico, bidireccional de capacidad variable
	Motor hidráulico, oscilante
	Motor neumático, oscilante

Tabla 2

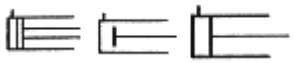
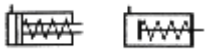
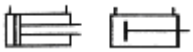
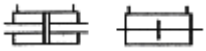
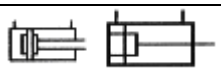
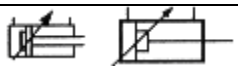
Símbolos ISO	Definiciones
	Cilindro de acción simple, con retorno mediante fuerza no especificada
	Cilindro de acción simple, con retorno mediante resorte
	Cilindro de doble acción
	Cilindro de doble acción con varilla de pistón de doble extremo
	Cilindro con amortiguación fija, simple
	Cilindro con amortiguación fija, doble
	Cilindro con amortiguación ajustable, simple
	Cilindro con amortiguación ajustable, doble
	Cilindro telescópico de acción simple
	Cilindro telescópico de doble acción
	Actuador aire - aceite
	Símbolo simplificado para las válvulas en casos de repetición múltiple
	Una trayectoria de flujo a través de la válvula
	Dos orificios cerrados
	Dos trayectorias de flujo
	Dos trayectorias de flujo y un orificio cerrado

Tabla 3

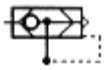
Símbolos ISO	Definiciones
	Dos trayectorias de flujo con conexión transversal
	Válvula de control direccional de no - estrangulación de dos posiciones (DCV)
	DCV de no - estrangulación de tres posiciones
	DCV de no - estrangulación con condiciones intermedias transitorias
	Válvula sin retorno, libre (válvula de retención)
	Válvula de retención de resorte
	Válvula de retención, operada por piloto que abre
	Válvula de retención, operada por piloto que cierra
	Válvula de retención con restricción
	Válvula de lanzadera
	Válvula de escape rápido
	Un orificio de estrangulación, normalmente cerrada
	Un orificio de estrangulación, normalmente abierta

Tabla 4

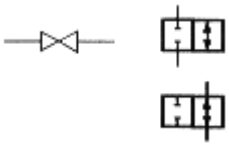
Símbolos ISO	Definiciones
	Dos orificios de estrangulación, normalmente cerrada
	Válvula de seguridad de presión hidráulica (válvula de seguridad)
	Válvula de seguridad de presión neumática (válvula de seguridad)
	Válvula de seguridad de presión hidráulica, operada por piloto
	Válvula de seguridad de presión neumática, operada por piloto
	Válvula de estrangulación
	Válvula de estrangulación controlada manualmente
	Válvula de estrangulación controlada mecánicamente
	Válvula de división de flujo
	Válvula de interrupción
	Fuente de presión hidráulica y neumática

Tabla 5

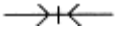
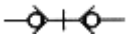
Símbolos ISO	Definiciones
	Motor eléctrico
	Máquina térmica
	Manguera flexible, normalmente conectada a piezas móviles
	Línea eléctrica
	Orificio de escape sin provisiones de conexión
	Orificio de escape, roscado para conexiones
	Toma de potencia con un orificio tapado
	Toma de potencia con una línea de derivación
	Acoplamiento de descarga rápida sin válvula de retén (conectada)
	Acoplamiento de descarga rápida con válvula de retén (conectada)
	Acoplamiento de descarga rápida sin válvula de retén (desconectada)
	Acoplamiento de descarga rápida con válvula de retén (desconectada)
	Silenciador

Tabla 6

Símbolos ISO	Definiciones
	Estanque de reserva con respiradero
	Estanque de reserva con tubo de bocatoma sobre el nivel del fluido
	Estanque de reserva con tubo de bocatoma bajo el nivel del fluido
	Estanque de reserva con una línea en la cabecera
	Estanque de reserva presurizado
	Acumulador de resorte
	Acumulador cargado con gas
	Acumulador con peso
	Filtro o colador
	Colector de agua drenado manualmente
	Colector de agua drenado automáticamente

Tabla 7

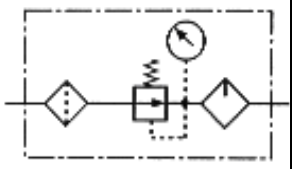
Símbolos ISO	Definiciones
	Filtro con colector de agua drenada manualmente
	Filtro con colector de agua drenada automáticamente
	Secador de aire
	Lubricador
	Unidad de acondicionamiento (detallada)
	Unidad de acondicionamiento (simplificada)
	Controlador de temperatura
	Enfriador
	Calentador
	Controlado por operador pulsando un botón

Tabla 8

Símbolos ISO	Definiciones
	Control combinado mediante solenoide y válvula direccional de piloto hidráulico
	Control combinado mediante solenoide y válvula direccional de piloto neumático
	Medidor de presión
	Termómetro
	Medidor de flujo
	Medidor de flujo integrante
	Interruptor eléctrico de presión

Tabla 9

1.3 Diagramas de circuito oleohidráulicos

Circuitos hidráulicos
Poder diseñar, construir y/o reparar averías de los sistemas hidráulicos, es fundamental para el mecánico de planta 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 la VCD, 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).

¡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.

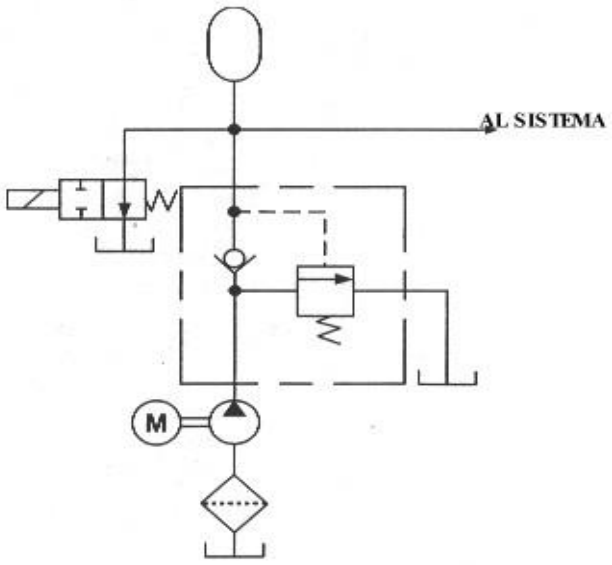


Figura 1

Circuito de sangrado automático

- 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.
- 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.
- La válvula de retención dirige el flujo hacia el acumulador.
- 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.
- 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

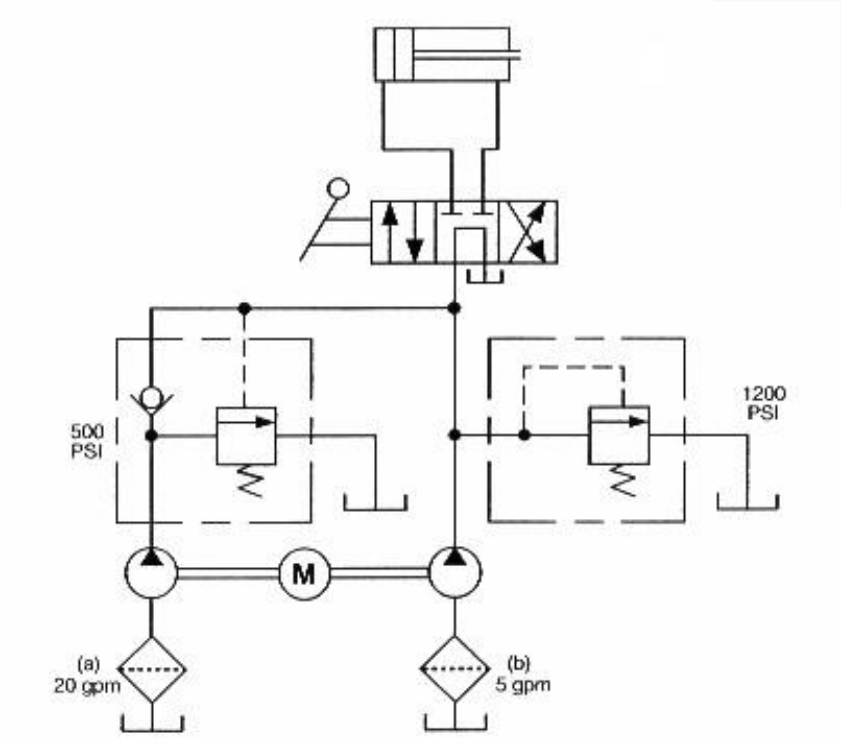


Figura 2

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

La bomba (a), entrega 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. Una VCD 4/3 controla un cilindro de doble acción.

- Cuando la varilla del cilindro avanza o retrocede sin carga, ambas bombas le entregan un gran volumen a baja presión.
- Cuando la varilla del cilindro encuentra resistencia, la presión aumenta.
- La válvula de descarga le permite vaciar todo el flujo sobre los 500 psi, desde la bomba (a) al estanque de reserva.
- Luego la bomba (b) aumenta y mantiene la presión de 1200 psi con un volumen de 5 gpm en el sistema.
- 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 VCD.

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. La figura muestra un circuito para una transmisión hidrostática

con un sistema abierto.

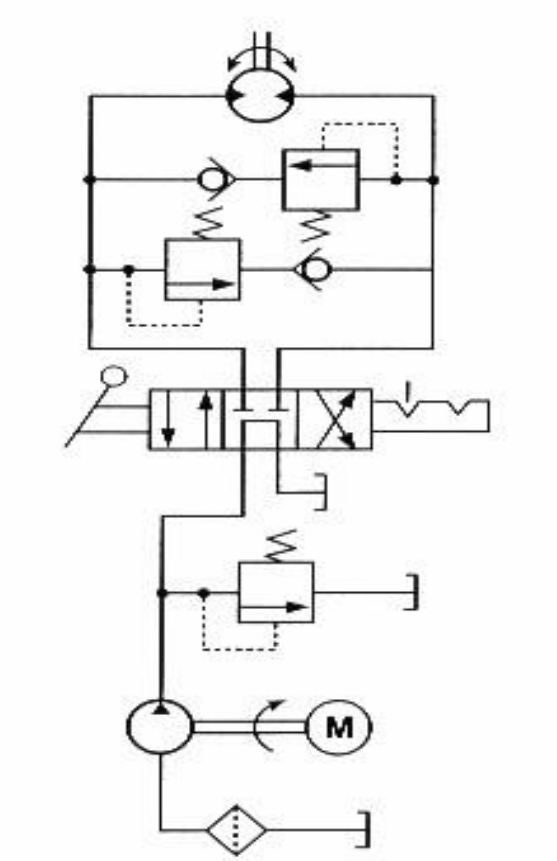


Figura 3

Circuito abierto para una transmisión hidrostática con VCD 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 y torsión fija.

- Se usa un VCD de 4/3 para cambiar la dirección y detener el motor. El VCD 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 Las VCD 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.

Circuitos en secuencia

Las válvulas de secuencia se usan para controlar el orden de funcionamiento de dos o más actuadores. La figura muestra una válvula de secuencia que controla dos cilindros.

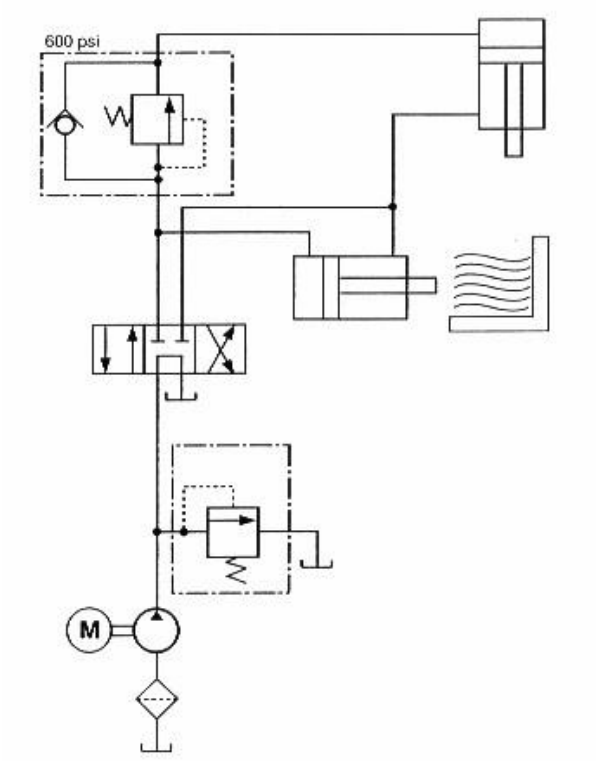


Figura 4
Circuito de secuencia

- La válvula de secuencia se ajusta en 600 psi, de manera que el flujo a través de la válvula se bloquee cuando la presión alcance los 600 psi.
- Cuando se ajusta la VCD para extender los cilindros, el primer cilindro se mueve hasta alcanzar una resistencia de 600 psi.
- Luego se abre la válvula de secuencia para permitir que el flujo se extienda al segundo cilindro.
- El primer cilindro mantiene la presión en el trabajo mientras se mueve el segundo cilindro. En este circuito, las retracciones del cilindro tienen el mismo valor nominal. (Las válvulas de control de flujo que se usan para las mediciones, se pueden usar para controlar la retracción de los cilindros).

Circuitos de sangrado

Un circuito de sangrado consta de una válvula de control de flujo ubicada fuera de una unión en T de la línea de presión con el actuador. Este método un volumen establecido de la línea de presión sin considerar el flujo en el sistema. Puesto que, controla el flujo de retorno al estanque de reserva, cualquier fluctuación en el flujo o filtración en el sistema varía el funcionamiento del o los actuadores. Este circuito se usa cuando la carga en el o los actuadores es relativamente consistente.

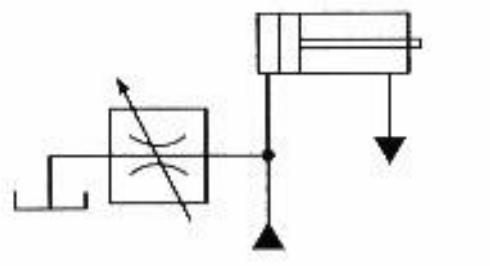


Figura 5

Circuito de sangrado

Circuitos en serie

La figura muestra dos motores idénticos, ordenados en serie después de la VCD. En un circuito en serie las velocidades de los motores se determinan como las mismas, sin considerar sus cargas individuales. La presión disponible para cada motor es proporcional a la carga en cada uno ellos. La torsión disponible es igual a la que se obtiene mediante un solo motor.

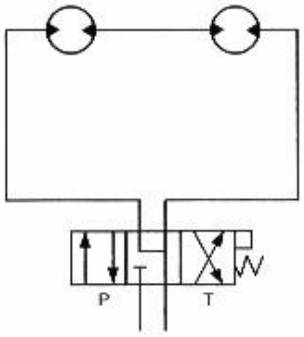


Figura 6

Dos motores en un circuito en serie.

Circuito en paralelo

La figura a continuación muestra dos motores idénticos, ordenados en paralelo después de la VCD. En un circuito en paralelo la velocidad de los motores se divide. La velocidad varía dependiendo de la carga. Si la carga en algún motor es la misma, entonces pueden girar a la mitad de la velocidad de un solo motor. La torsión disponible para cada motor es el doble que la de un solo motor.

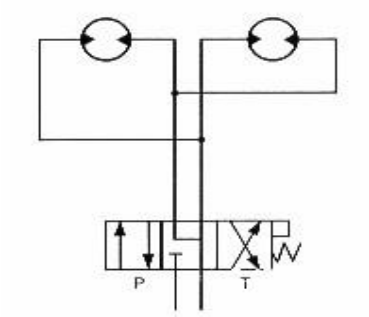


Figura 7
Dos motores en un circuito en paralelo

Actividad N° 19

Identificar la simbología en los sistemas de bombas de desplazamiento positivo.

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor, individual, de a par o en forma grupal serán capaces de identificar la simbología hidráulica para efectos de seguir diagrama de circuitos hidráulicos.

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	✓
Trabajo en sala de clases	✓

Objetivo de aprendizaje

Identificar la simbología hidráulica, para efectos aplicarla en los planos y diagramas hidráulicos.

Descripción de la actividad

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

Materiales y Recursos

- Elementos de escritorio
- Recurso audio visual

Seguridad:

En todas las actividades en salas de clases es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

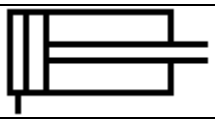
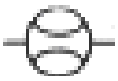
- Identificar las vías de escape y conocer el punto de encuentro de emergencia.
- Identificar riesgos asociados al trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda.

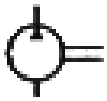
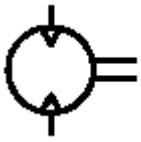
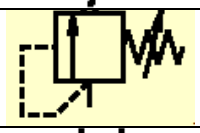
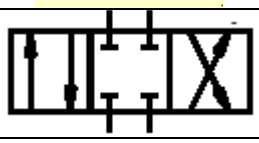
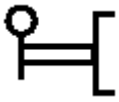
Desarrollo de la Actividad

Los participantes a través de simbologías expuestas por el instructor deben de identificarlas, responder a cuál corresponde, las cuales deben quedar registradas en el informe.

Participantes	**Fecha:**
: **Simbología expuestas por el instructor**	

Identifique los símbolos mostrados

Símbolos ISO	Definiciones
	Cilindro de doble efecto
	Medidor de flujo
	Líneas de flujo o conductores conectados
	Filtro

	Motor eléctrico
	Acumulador por gas
	Bombas hidráulicas, unidireccionales, de capacidad fija
	Manómetro
	Bombas hidráulicas, unidireccionales de capacidad variable
	Válvula antiretorno con resorte
	Motor hidráulico, bidireccional de capacidad fija
	Válvula reguladora de caudal
	Válvula de seguridad
	Válvula de control de dirección 4/3
	Accionamiento por palanca

Cierre de Actividad

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor realiza revisión junto a los participantes del ejercicio realizado en Bombas de Desplazamiento Positivo, destacando los desempeños acorde a los resultados esperados y retroalimentando en donde exista brechas por cubrir.

2. Desarme y arme de bombas de desplazamiento positivo

2.1 Desarme de bombas

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

Para el cambio se tomará como ejemplo una bomba de engranajes

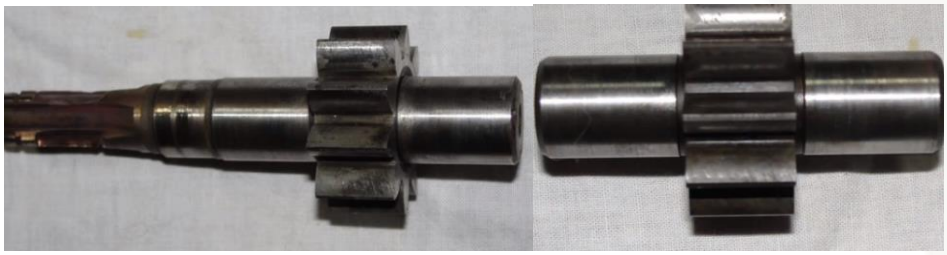
Estar al tanto de cuáles son las piezas que componen una bomba de desplazamiento positivo es de mucha ayuda a la hora de realizar un desmontaje, un mantenimiento preventivo y correctivo un cambio de componentes, para saber de dónde se deberá tomar las piezas cuando se traslade o se instalen, y para realizar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

Se muestra a continuación las piezas de una bomba de engranajes.

Componentes de una bomba de engranajes:

Figura 8
Carcasa

Figura 9
Tapa de carcasa



Eje y engranaje Motriz Eje y engranaje conducido

Figura 10

Figura 11

Cojinete de desplazamiento

Figura 12

Sello hidráulico

Figura 13

Pasadores y Placa espaciadora

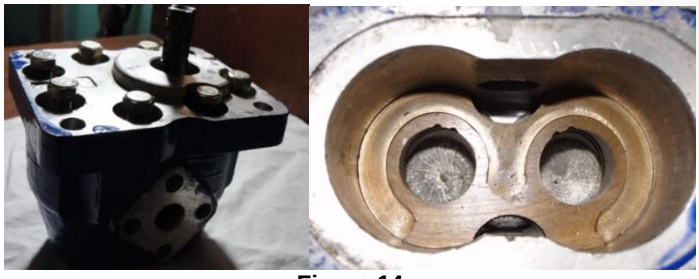


Figura 14
Pista de montaje y desmontaje

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.

Procedimiento de desarme de la bomba

Para lograr el desarme de una bomba se requiere de seguir una serie de pasos de desacople de componentes, según el tipo de bombas a cambiar. Por lo que a continuación se tomará el ejemplo de una bomba de engranajes con el fin de visualizar un cambio de bomba de desplazamiento positivo.

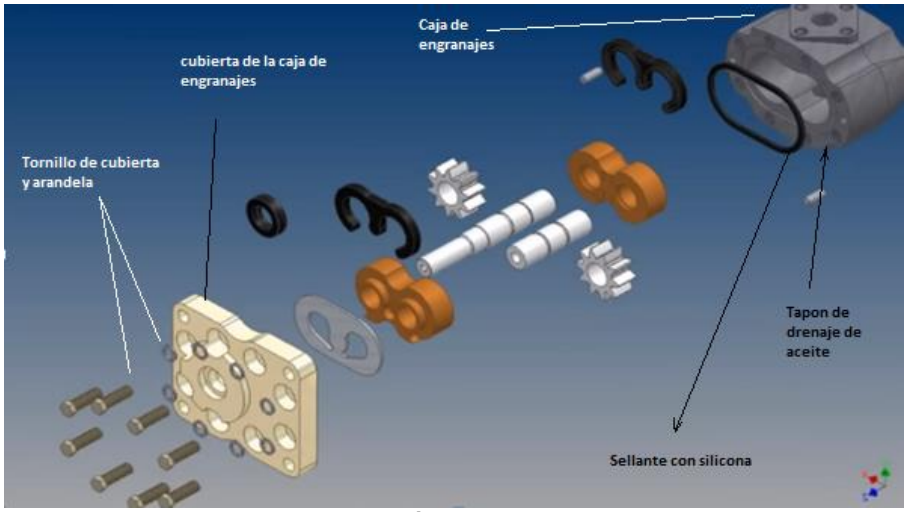


Figura 15

- Quite el tapón de drenaje de aceite y vacíe el aceite.
- Quite los tornillos de cabeza de la tapa de los engranajes.
- Saque la tapa de los rodamientos de la extensión del eje tirando de la misma. Si la tapa está pegada, use un martillo de goma o plástico para aflojarla.
- Raspe el sellante de silicona del retén y de la caja.

1) Quite el sello de aceite de la tapa con una prensa para ejes y deséchelo.

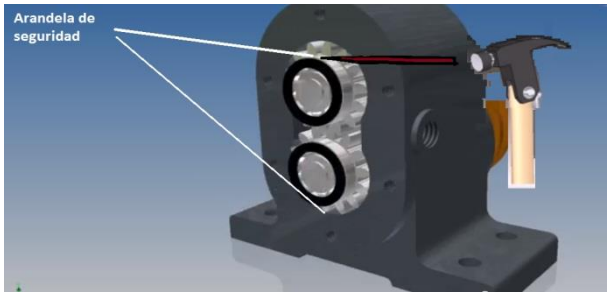


Figura 16

2) Enderece las aletas de traba de las arandelas de presión.

3) Desmontaje de los ejes

4) Impida que giren los ejes introduciendo una cuña de madera entre los engranajes.

5) Use una llave ajustable o un punzón para quitar las contratuercas de los engranajes. Los engranajes se quitarán después. Vea el Paso 10 más adelante.

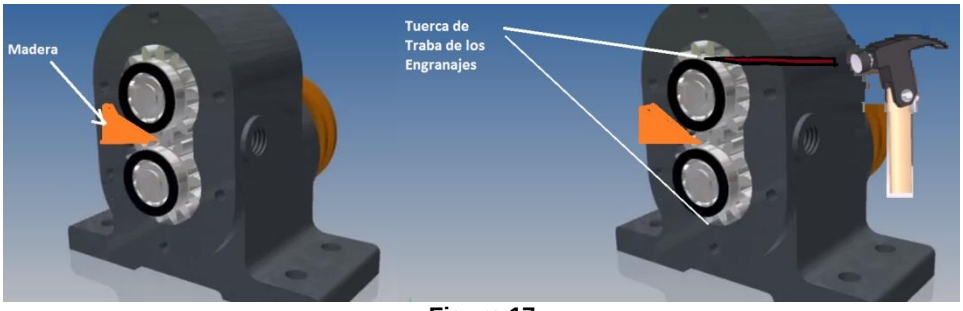


Figura 17

6) Quite los pernos de retención de los rodamientos delanteros y saque los retenes. Raspe el sellante de silicona de los retenes y de la caja. (Si el retén está pegado, déjelo en el lugar; se va a mover cuando remueva el eje)

7) Coloque la caja en una prensa para ejes con el extremo líquido hacia abajo. Proteja los extremos de los ejes con un bloque de madera o de plástico y saque los ejes de la caja apretándolos hacia afuera. Quite los engranajes y los espaciadores del extremo de la unidad.

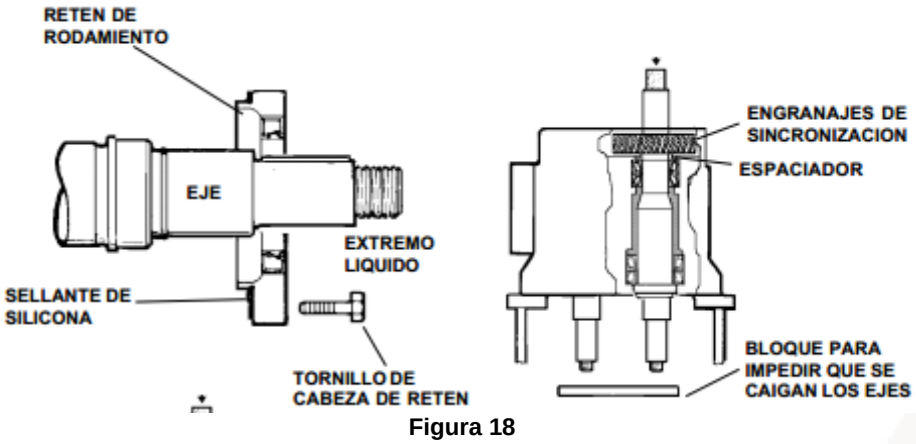


Figura 18

8) Raspe el sellante de silicona. Saque y deseche el sello de grasa de los retenes de los rodamientos delanteros.
9) Quite los calces. Si deben volver a utilizarse, identifíquelos con el eje en el que se estaban usando

10) Apriete los sellos de engrase traseros hasta sacarlos de la caja y deséchelos.

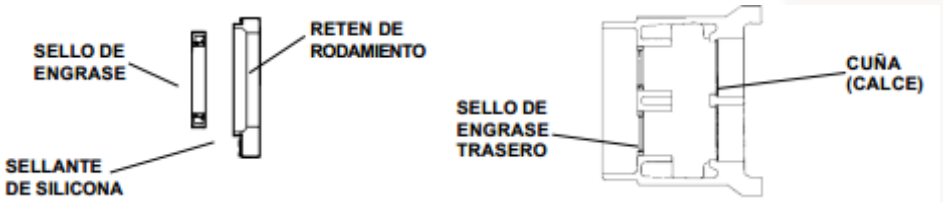


Figura 19

11) Usa la prensa hidráulica y los bloques en V para remover los rodamientos y el espaciador

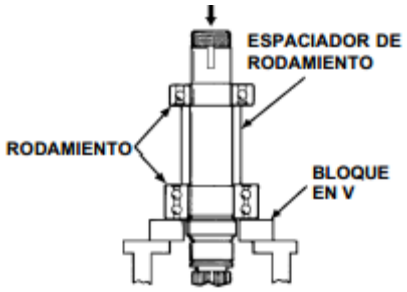


Figura 20

2.2 Arme de bombas

Procedimiento de arme

- **Montaje del eje**

Montaje del rodamiento delantero

a) Recubra la zona del rodamiento delantero del eje con grasa. Póngalo en posición vertical en la prensa hidráulica con el extremo estriado hacia abajo.

b) Desenvuelva el conjunto de rodamiento delantero.

No intercambie partes de la estructura de un rodamiento con las de otra. Estas partes hacen juego desde la fábrica y deben ser instaladas como una estructura conjunta.

c) Levante el conjunto de cono y rodillos sacándolo del conjunto de rodamiento y colóquelo en el eje con el radio hacia abajo según se muestra. Apriete sobre el eje hasta que quede asentado contra el resalto del mismo.

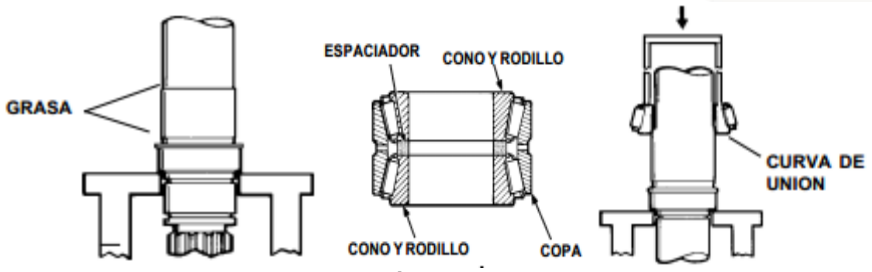


Figura 21

d) Deslice el espaciador por el eje hasta colocarlo sobre el cono del rodamiento.

e) Posicione la copa del rodamiento sobre la estructura del cono y rodillos, manteniendo la copa orientada con la respectiva estructura de rodillos.

f) Recubra el otro cono de rodamiento y el diámetro interno del rodillo con grasa y deslícelos sobre el eje con el radio del rodillo hacia arriba.

Montaje del rodamiento trasero

a) Desenvuelva la estructura del rodamiento trasero. No intercambie partes de la estructura de un rodamiento con las de otra. Estas partes hacen juego desde la fábrica y deben ser instaladas como una estructura conjunta.

b) Coloque el eje en posición vertical con el extremo de los rodamientos hacia arriba. Instale el espaciador de rodamiento en todos los modelos de ejes.

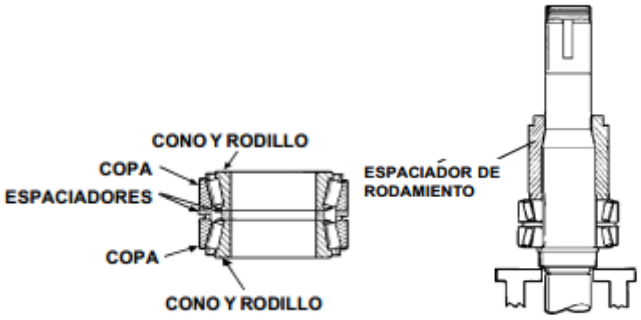


Figura 22

c) Aplique grasa a la zona del rodamiento del eje. Deslice por el eje y apriete la estructura del cono y rodillos del rodamiento (con la curva de unión hacia abajo) encima del eje.

d) Vuelva a aplicar grasa. Deslice la copa del rodamiento sobre el conjunto de rodillos. Instale tanto el espaciador interior como el exterior. Ubique la copa remanente y presione contra la estructura restante de cono y rodillos.

e) Cerciórese que el espaciador exterior esté concéntricamente en el eje

Estructura de la caja de rodamientos

- **Instalación del eje**

Cuñas-todos los modelos

a) Para determinar el grosor de las cuñas que se requieren para el rodamiento delantero, mida la dimensión “B” en la caja de rodamiento y la dimensión “C” en el eje a tres decimales (1.000, por ejemplo). También, mida el espesor del cuerpo (D), menos la profundidad (E). Sume la diferencia a la dimensión B.
b) Use empaques de cuñas estándar para uniformar el espesor de la cuña requerido. Ubíquela contra el resalto en frente del diámetro interior del rodamiento.

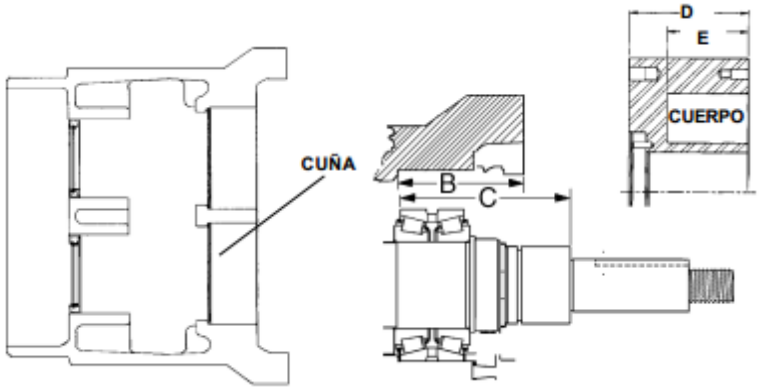


Figura 23

Instale los ejes

a) Instale las estructuras de los ejes en la caja del engranaje con la punta de conexión hacia arriba y el eje impulsor en la posición apropiada para dar dirección superior e inferior como es requerido.
b) Apriete los ejes contra la caja del engranaje hasta que queden asentados en el empaque de la cuña.

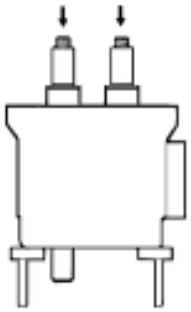


Figura 24

c) Asegure las estructuras de los ejes en la caja del engranaje con los retenes de los rodamientos.
d) No es necesario sellante de silicona en este momento.
e) Revise la holgura de la cara trasera.

f) Quite los retenes de los rodamientos.
g) Engrase los rodamientos trasero y delantero a través de las conexiones hasta que la grasa se vea alrededor de las estructuras de los rodillos

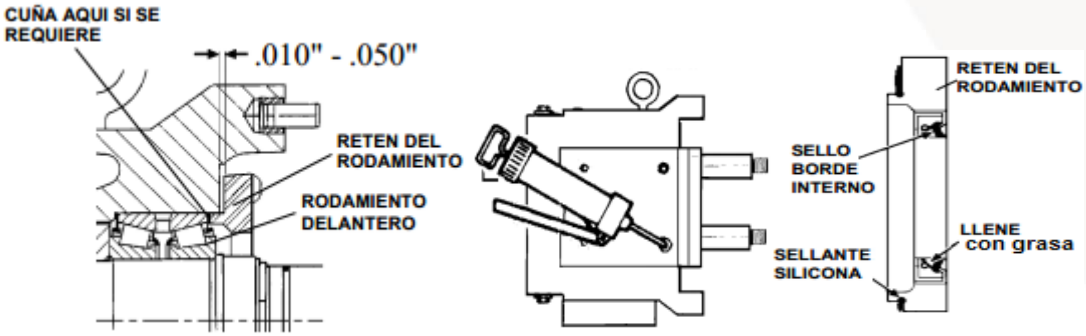


Figura 25

h) Instale sellos de engrase en los retenes de los rodamientos (borde interno) y recubra los bordes de los sellos con grasa. Aplique sellante de silicona a los platos de los retenes.
i) Instale los retenes de los rodamientos.

Montaje del sello trasero

Instale los sellos de los espaciadores y los espaciadores de los engranajes.
Engrase el borde de los sellos con grasa

Apriete los sellos traseros con el borde hacia afuera.

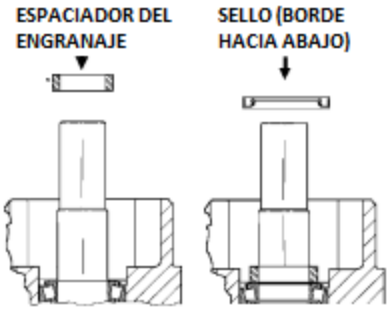


Figura 26

Montaje de los engranajes de sincronización y la tapa de los engranajes (todos los modelos).

1) Coloque las chavetas dentro de los chaveteros de los ejes. Después, deslice el engranaje con una sola marca de referencia sobre el eje motriz.
2) Deslice el engranaje con dos marcas de referencia sobre el eje corto, de manera que las marcas encajen con las del eje motriz.

Nota:
Los rotores deben estar en ángulos rectos.

3) Cuñe un engranaje para sincronizar si es necesario

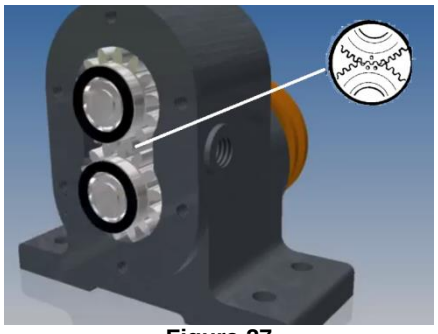
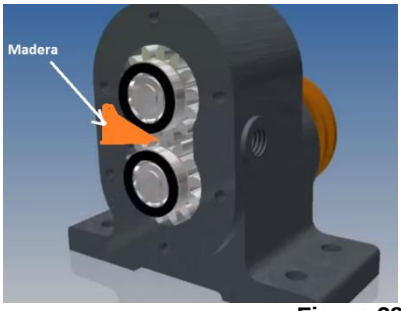


Figura 27

4) Impida que giren los ejes introduciendo una cuña de madera entre los engranajes
5) Aplique grasa Micro-Plate en la zona roscada de los ejes y la cara de las contratuercas.
6) Deslice las arandelas de presión y las contratuercas. Apriete las contratuercas con una llave ajustable o punzón. Doble la oreja de la traba para sujetar.



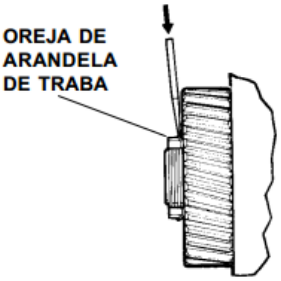


Figura 28

7) Presione el nuevo sello de aceite dentro de la tapa de los engranajes con el borde hacia adentro.
8) Aplique sellante de silicona en la parte posterior de la tapa de los engranajes y monte la estructura de la cubierta en la caja de los engranajes. (Ponga cinta en el extremo del eje para evitar que se corte el sello con las estrías.) Asegure la tapa con los tornillos.
9) Instale el tapón de drenaje de aceite. Llene la caja del engranaje con aceite hasta el nivel apropiado

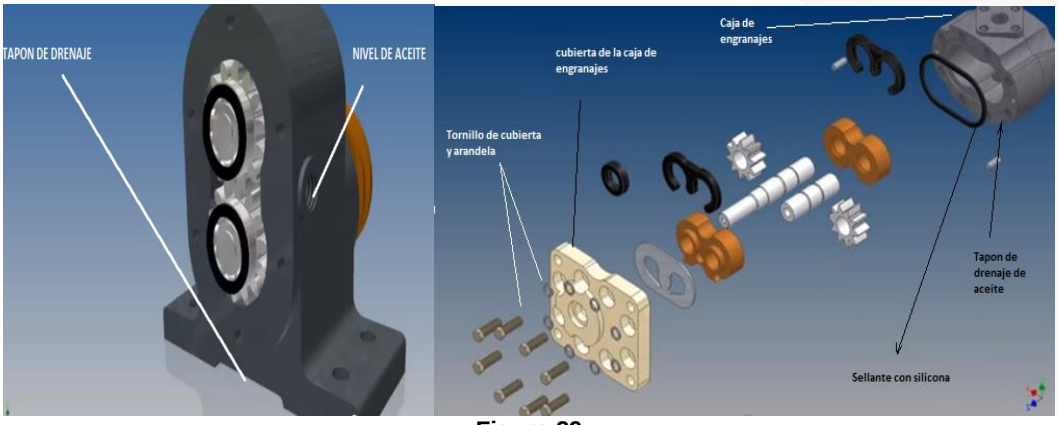


Figura 29

2.3 Planos mecánicos de bombas positivas

Planos mecánicos

Los mantenedores para poder trabajar en ellos, como por ejemplo, el retiro de una bomba, debe estar familiarizado con el sistema sobre el cual está trabajando el mecánico deben tener una imagen mental de su ubicación en relación a otros componentes. Esto puede ser mejor hecho estudiando los diagramas de los sistemas.

Diagramas

Un documento que contiene todas las instrucciones necesarias para la creación y el mantenimiento de un circuito de fluido. Un diagrama con instrucciones para los sistemas de fluidos contiene una serie de símbolos para planos.

Es una representación gráfica de un conjunto o sistemas que indica las diferentes partes y expresa los métodos y principios de operación

Tipos de diagramas utilizados en circuitos de potencia hidráulica

Diagrama pictórico

Son aquellos que muestran la ubicación general y la apariencia real de cada componente, todas las cañerías interconectadas y la distribución general de cañería.

Son invalorables para el personal de mantenimiento en la identificación y localización de los componentes del sistema.

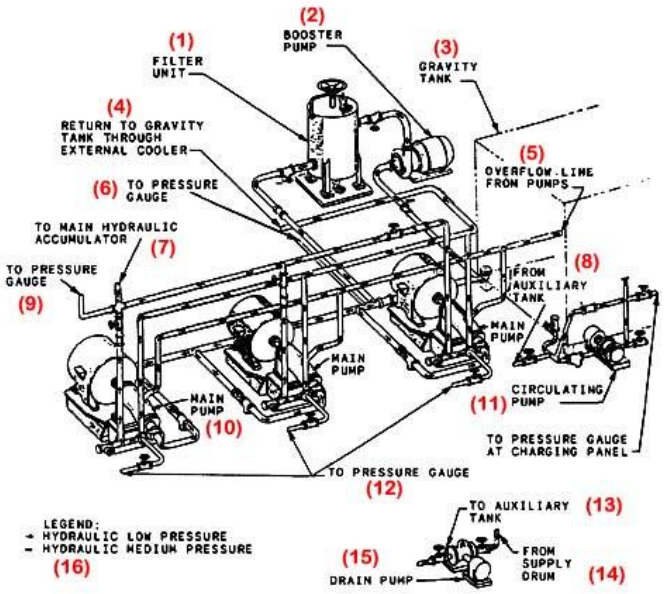


Figura 30

Diagramas de corte

Son aquellos que muestran las partes de trabajo internas de todos los componentes de potencia fluida de un sistema. Incluye controles y mecanismos actuadores en todas las cañerías interconectadas. Los diagramas en corte normalmente no usan símbolos.

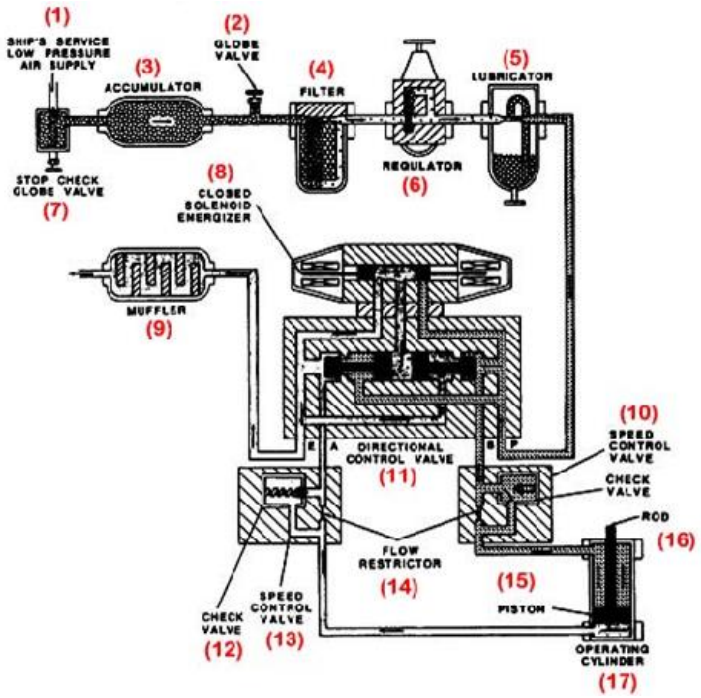


Figura 31

Diagramas gráficos

El propósito principal de un diagrama gráfico (esquema) es permitir al personal de mantenimiento trazar el recorrido del fluido de componente a componente dentro del sistema. Este tipo de diagrama usa símbolos estándar para mostrar cada componente e incluye todas las cañerías interconectadas. El diagrama gráfico no indica la localización física de varios componentes, pero muestra la relación de cada componente con otro del sistema.

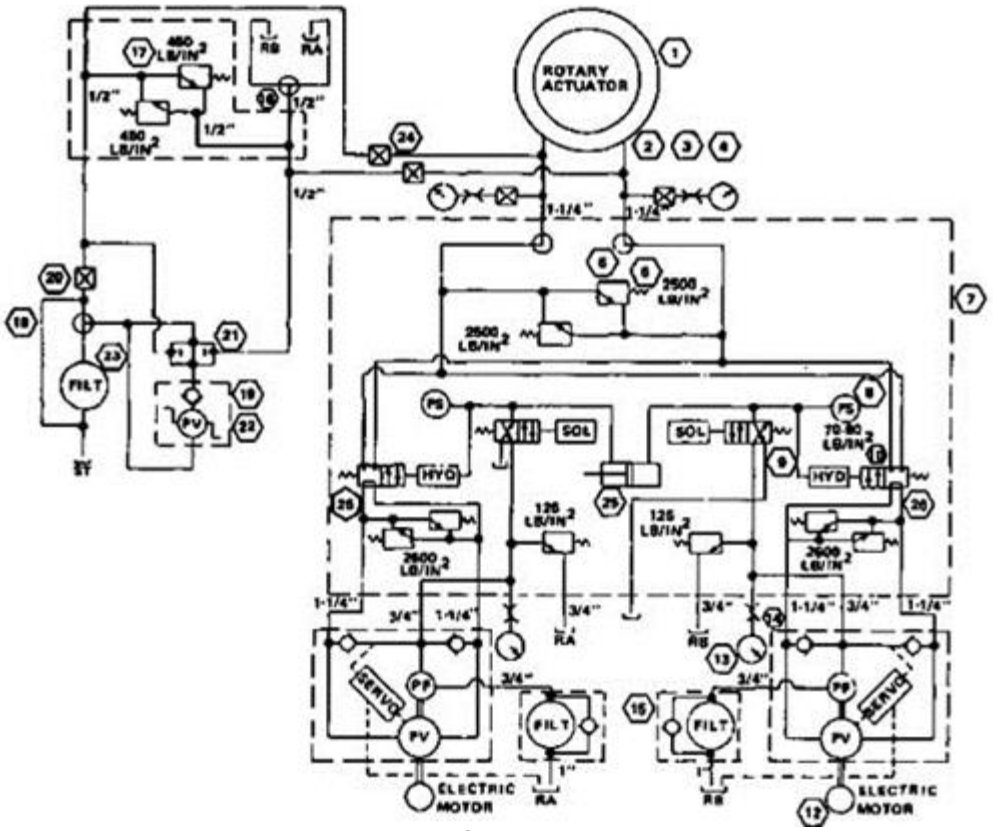


Figura 32

Plano mecánico de bombas

El plano mecánico de una bomba es un sistema de representación gráfica de diversos tipos, con el propósito de proporcionar información suficiente para facilitar su análisis, ayudar a elaborar su diseño y posibilitar su futura construcción y mantenimiento.

Generalmente se presentan como diagramas de corte.

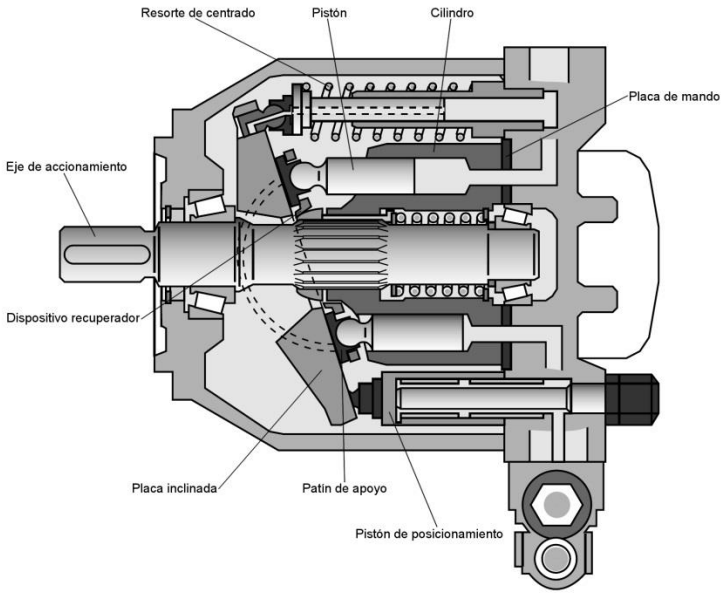


Figura 33

Actividad N° 20

Desarme de Bomba de Desplazamiento Positivo

Introducción a la actividad

Los participantes guiados por el instructor, en forma individual, de a pares o en forma grupal deberán realizar desarme una bomba de engranajes 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	✓

Objetivo de aprendizaje

Identificar los componentes de bombas de desplazamiento positivo, realizando un desarme según procedimiento.

Descripción de la actividad

El instructor junto a los participantes realiza el taller, solicitando a los participantes que observen y cumplan con todas las medidas de seguridad para la tarea.

Materiales y Recursos

- Bomba de engranajes
- Manual de la bomba
- Kit de herramientas
- Recipiente para depósito de aceite
- Paños

Seguridad:

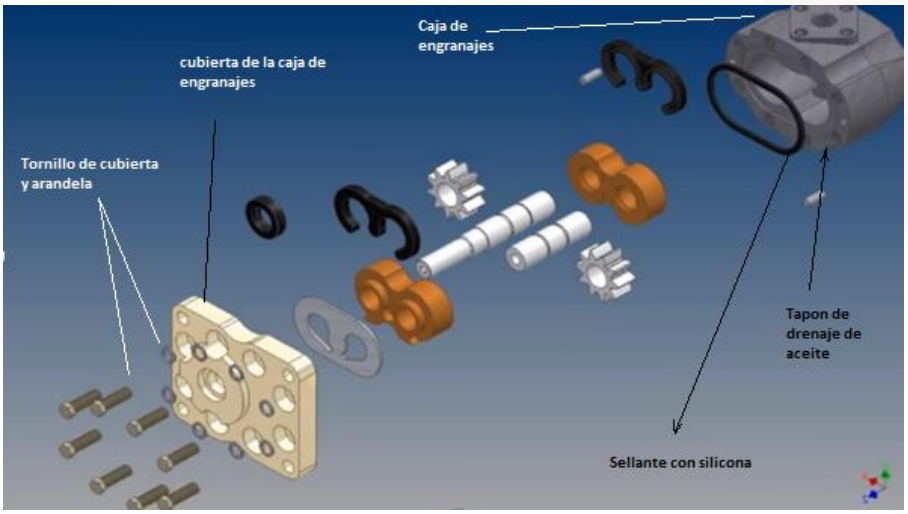
En todas las actividades de taller es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso obligatorio de implementos personales de seguridad dentro de taller
    - Casco
    - Lentes de seguridad
    - Zapatos de seguridad
    - Guantes de seguridad
    - 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

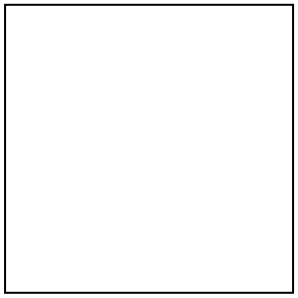
El instructor entregará una bomba de desplazamiento positivo a los participantes, los cuales deben realizar el desarme de la bomba aprender su funcionamiento, si existen dudas consultar con el instructor, realizar una disertación de la bomba a sus compañeros, y anotar el procedimiento en el informe entregado.
Puede ser cualquier tipo de bomba, acá se deja un desarme de una bomba en particular, una de engranajes.

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Bomba de desplazamiento positivo entregada por el instructor	



Desarme de una bomba de engranaje

- Quite el tapón de drenaje de aceite y vacíe el aceite.
- Quite los tornillos de cabeza de la tapa de los engranajes.
- Saque la tapa de los rodamientos de la extensión del eje tirando de la misma. Si la tapa está pegada, use un martillo de goma o plástico para aflojarla.
- Raspe el sellante de silicona del retén y de la caja.
- Enderece las aletas de traba de las arandelas de presión.
- Para el desmontaje de los ejes impida que giren los ejes introduciendo una cuña de madera entre los engranajes.
- Quite las contratuercas de los engranajes.
- Quite los pernos de retención de los rodamientos delanteros y saque los retenes. Raspe el sellante de silicona de los retenes y de la caja.
- Coloque la caja en una prensa para ejes con el extremo líquido hacia abajo. Proteja los extremos de los ejes con un bloque de madera o de plástico y saque los ejes de la caja apretándolos hacia afuera. Quite los engranajes y los espaciadores del extremo de la unidad.
- Raspe el sellante de silicona. Saque y deseche el sello de grasa de los retenes de los rodamientos delanteros.
- Quite los calces.
- Apriete los sellos de engrase traseros hasta sacarlos de la caja y deséchelos.
- Usa la prensa hidráulica y los bloques en V para remover los rodamientos y el espaciador
- Se concluye el desarme de una Bomba de engranajes

Conclusiones de la actividad El participante debe anotar las conclusiones de la actividad	
 Fotografía del componente Si es posible	Nombre Inspector : _____ Firma Inspector : _____

Cierre

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor realiza revisión junto a los participantes del ejercicio de desarme de Bombas de Desplazamiento Positivo, destacando los desempeños acorde a los resultados esperados y retroalimentando en donde exista brechas por cubrir.

3. Desgastes de componentes de bombas de desplazamiento positivo

3.1 Instrumentos de medición

Los instrumentos de medición son aparatos normalmente usados para hacer comparativos entre unidades o magnitudes físicas mediante procesos de medición

Para detectar los desgastes que se producen en las bombas de desplazamiento positivo que afectan sus rendimientos comúnmente se ocupan estos instrumentos que nos da una comparación de la profundidad del desgaste con lo que permite el fabricante.

Los instrumentos más utilizados son: feeler, comparador de caratulas, micrómetro, pie de metro, profundímetros, comparadores

Los mantenedores deben tener un acabado conocimiento del uso de estos instrumentos para diagnósticas los desgastes en las bombas.

Figura 34

3.2 Tipos de desgaste en bombas

El desgaste en las bombas hidráulicas

El uso constante de cualquier artefacto, herramienta o equipo produce un desgaste natural en el mismo aunque las causas son diversas. A continuación, se despliega una breve descripción de las que se presentan con mayor frecuencia en las bombas hidráulicas.

Oxidación del fluido. Se acelera por operación extendida a altas temperaturas conformando fluidos que a su vez forman ácidos debido a la oxidación.

El desgaste abrasivo. Surge cuando el metal se corta por el roce constante con partículas duras o una superficie áspera. Se puede disminuir este tipo de desgaste removiendo los restos de material visibles antes de iniciar el trabajo.

La incorrecta o insuficiente lubricación. Muchos componentes están en contacto deslizante. Este desgaste por deslizamiento incide en el rendimiento del plato y del eje del pistón al propiciar que aumenten las fugas de fluidos menos viscosos, reduciendo drásticamente el rendimiento de la bomba en general.

Sobre-presurización. Cuando se somete a una bomba hidráulica a presiones de operación más altas a las que ha sido diseñada, lo que además, puede causar fallas de componentes.

Desgaste adhesivo. Ocurre cuando las asperezas de la superficie se someten a contacto deslizante bajo una carga y si además, es el calor es excesivo, se formarán microsoldaduras en la superficie.

Desgaste corrosivo. Lo generan ataques electroquímicos al metal ocasionados por la condensación del agua en la humedad del ambiente, vapores corrosivos en la atmósfera, procesamiento de químicos corrosivos, presencia de ácidos de descomposición o exposición a metales activos.

Desgaste por fatiga. Si el esfuerzo aplicado en áreas de contacto pequeñas es mayor al esfuerzo de fluencia del material, el proceso es acompañado de calor por fricción y flujo plástico del material que generan la fatiga.

Desgaste por erosión. Se forman o impregnan partículas de líquido en la superficie.

Desgaste por cavitación. Ésta se presenta cuando las burbujas de vapor, llamadas cavidades, pasan de la zona de aspiración a la zona de impulsión (bomba), donde son comprimidas bruscamente bajo presiones dinámicas muy elevadas. Al explotar arrancan micropartículas del cuerpo de la bomba, dando lugar a su deterioro, a un deficiente suministro del fluido y a un envejecimiento acelerado de la bomba, con pérdida de su capacidad de bombeo (caudal) y subida de presión.

3.3 Cálculos de rendimiento y eficiencia en bombas oleohidráulicos

Rendimientos de la bomba

La operación y eficiencia de la bomba hidráulica, en su función básica de obtener una presión determinada, a un número también determinado de revoluciones por minuto se define mediante tres rendimientos a saber: rendimiento volumétrico, rendimiento mecánico y rendimiento total.

Rendimiento volumétrico

En teoría, una bomba suministra una cantidad de fluido igual a su desplazamiento por ciclo o revolución. En realidad el desplazamiento efectivo es menor, debido a las fugas internas. A medida que aumenta la presión, las fugas desde la salida de la bomba hacia la entrada o al drenaje también aumentan y el rendimiento volumétrico disminuye.

El rendimiento volumétrico es un factor de la bomba muy importante, pues a partir de él se puede analizar la capacidad de diseño y el estado de desgaste en que se encuentra una bomba, así si el rendimiento volumétrico disminuye con una alta tasa de cambio, el desgaste de sus elementos ya es demasiado.

Se produce fugas

- Entre pistón y cilindro
- En válvulas, debido a su cierre no instantáneo
- Entre vástago y su empaquetadura

El rendimiento volumétrico se ve afectado también por la presión del fluido hidráulico que se transporta y también por la temperatura del mismo.

El rendimiento volumétrico es igual al caudal real de la bomba dividido por el caudal teórico. Se expresa en forma de porcentaje.

$$\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{\text{Caudal real}}{\text{Caudal teórico}} \text{x } 100$$

Por ejemplo, si una bomba debe dar teóricamente un caudal de 10 GPM, pero da realmente solo 9 GPM, a una presión de 1000 psi, su rendimiento volumétrico, a esta presión será del 90 %.

$$\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{9}{10} \text{x } 100 = 90\%$$

Rendimiento mecánico

El rendimiento mecánico mide las pérdidas de energía mecánica que se producen en la bomba, debidas al rozamiento y a la fricción de los mecanismos internos. Es esencial evitar la fricción y el rozamiento en el interior de la bomba, de tal manera que la energía que se comunica al eje de la bomba se invierta, en el mayor grado posible en aumentar la presión del líquido y no en vencer rozamientos y fricciones excesivas entre las partes mecánicas de la bomba.

En términos generales se puede afirmar que una bomba de bajo rendimiento mecánico es una bomba de desgaste acelerado, principalmente debido al rozamiento que sufre las partes en movimiento.

Se llama rendimiento mecánico al cociente entre la potencia entregada al líquido por el pistón y la consumida por la bomba en punta de eje

Rendimiento total o global

El rendimiento total o global es el producto de los rendimientos volumétrico y mecánico. Se llama total porque mide la eficiencia general de la bomba en su función de bombear líquido a presión, con el aporte mínimo de energía al eje de la bomba.

Así pues el rendimiento total se expresa como el consumo de energía necesario para producir la presión hidráulica nominal del sistema.

Actividad N° 21

Cálculos asociados al rendimiento volumétrico a una bomba de desplazamiento positivo

Introducción a la actividad

Los participantes junto al instructor, realizan en forma individual, de a pares o de manera grupal la siguiente actividad con los cálculos asociados al rendimiento volumétrico a 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	✓
Trabajo en sala de clases	✓

Objetivo de aprendizaje

El objetivo de esta actividad es que los participantes calculen correctamente el rendimiento volumétrico y el caudal teórico a una bomba de desplazamiento positivo.

Descripción de la actividad

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

Materiales y Recursos

- Elementos de escritorio
- Calculadoras

Seguridad:

En todas las actividades en sala de clases es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso de implementos personales de seguridad
- Identificar riesgos asociados al trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Los participantes a través de las actividades expuestas por el instructor deben de realizar los cálculos asociados al rendimiento volumétrico a una bomba de desplazamiento positivo las cuales quedarán registradas en el informe.

Participantes	**Fecha:**
Componente ensayado: Cálculos de rendimiento volumétrico de una bomba de desplazamiento positivo	
Realizar los cálculos asociados al rendimiento volumétrico de una bomba de desplazamiento positivo • Si una bomba debe dar teóricamente un caudal de 20 GPM, pero da realmente solo 18 GPM, a una presión de 1000 psi, su rendimiento volumétrico es… $\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{\text{Caudal real}}{\text{Caudal teórico}} \text{X } 100$	

$$\text{Rendimiento volumétrico} = \frac{18}{20} \times 100 = 90\%$$

- Si una bomba tiene un rendimiento del 80% y su caudal real es de 50 GPM, a una presión de 2000 psi, entonces ¿cuál es su caudal teórico es?

$$\text{Caudal teórico} = \frac{\text{Caudal real}}{\text{Rendimiento volumétrico}} \times 100$$

$$\text{Caudal teórico} = \frac{50}{80} \times 100 = 62.5 \text{ GPM}$$

Cierre

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor realiza revisión junto a los participantes del ejercicio de cálculo de rendimiento de Bombas de Desplazamiento Positivo, destacando los desempeños acorde a los resultados esperados y retroalimentando en donde exista brechas por cubrir.

4. Manejo de fluidos hidráulicos

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

Los líquidos óleo hidráulicos, provienen del prefijo "óleo" 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, entre otras cosas se explica:

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.

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

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

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, reúso, reciclaje, disposición final y otras formas de eliminación de los residuos peligrosos.

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 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:

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.

4.2 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 residuo, 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, debiéndose reemplazar todos aquellos que muestren deterioro de su capacidad de contención.

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

Los contenedores sólo podrán ser movidos manualmente si su peso total incluido el contenido, no excede 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:

4.3 Códigos de limpieza de aceite ISO normalizado

Aceites Hidráulicos Código ISO de limpieza

Los aceites hidráulicos son considerados dentro del sistema en el cual funciona una pieza más del equipo. Como tal, puede vérselos como un émbolo infinitamente flexible cuya función es trasmitir esfuerzos de un punto a otro. Al circular en forma continua entre partes móviles mecánicas cumplen también funciones como lubricante. Este trabajo se realiza sólo correctamente cuando el fluido está libre de impurezas. Sin embargo, es casi imposible asegurar que un aceite hidráulico esté totalmente libre de ellas.

Las impurezas pueden provenir desde su proceso de elaboración y envasado o incorporarse durante el uso como consecuencia del desgaste de piezas metálicas del

equipo, la entrada accidental de polvo atmosférico, el desgrane de elementos selladores u “O” rings u otras causas. Sea cual fuere el origen la presencia de una impureza contribuye al desgaste de las partes móviles del sistema (bombas, válvulas, etc.).

A los efectos de controlar el nivel de contaminación de los fluidos de han dictado normas internacionales. Ellas establecen un criterio definido de limpieza. La exactitud de los modernos sistemas hidráulicos ha generado la necesidad que este criterio permita definir con qué tamaño y cantidad de contaminantes sólidos puede funcionar sin generar inconvenientes durante el uso.

Las normas ASTM y DIN que clasifican aceites hidráulicos no mencionan este punto pero ISO ha elaborado una norma N° 4406, que data de 1987, universalmente aceptada para definir grado de limpieza de un aceite y cada usuario establece con qué código ISO necesita trabajar para asegurar un correcto funcionamiento de sus sistemas.

La norma hace específica referencia a los contaminantes sólidos que pueden estar presentes en un fluido hidráulico, definiendo el código mediante el cual se cuantifican el número y tamaño de las partículas sólidas presentes.

Se basa en una norma anterior la ISO 3938 sobre el análisis de contaminaciones en fluidos hidráulicos. Muchos métodos que definen el grado de contaminación sólida se basan en la suposición que todos los contaminantes sólidos tienen una distribución de tamaño de partícula similar. Esta suposición puede ser válida en algunos casos, para contaminantes naturales (polvo atmosférico por ejemplo), pero no lo es para sistemas como los hidráulicos donde las partículas han sido recirculadas en una instalación sometidas a choques entre sí y con una bomba hidráulica y separada parcialmente a través de filtros.

Determinación del N° de código ISO

Los métodos de análisis descriptos en la norma ISO 3938 son los aplicados para el conteo de partículas. Se le asigna un número de escala al número de partículas mayores a 5 micrones. Un segundo número de la escala ISO le es aplicado al número de partículas mayores a 15 micrones. Los dos números son informados escritos, y separados por una raya oblicua. Por ejemplo, el código 18/13 significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 1.300 y 2.500, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 40 y 80.

El código de limpieza ISO suele representarse de acuerdo a una representación gráfica que indica la norma. Estas tablas pueden verse en la norma ISO 4406. Para aceites nuevos los códigos que más frecuentemente son especificados por los usuarios de aceites hidráulicos son los 14/12 y 13/ 16, siendo este último más difícil de cumplir, ya que especifica un menor número de partículas menores a 5 micrones aun cuando la tolerancia es mayor para partículas mayores de 15 micrones que son filtradas con mayor facilidad.

Operadores experimentados trabajan sobre 25 cm3 de aceite como muestra para realizar el conteo. Las partículas más frecuentemente encontradas son de naturaleza silícea, orgánica, óxidos o metales. La naturaleza de las partículas permite hacer consideraciones relativas al origen de la contaminación según que se trate de un aceite nuevo o usado e implementar medidas de corrección según corresponda.

El código ISO correspondiente a un determinado nivel de contaminación hace referencia a dos números que permiten la diferenciación de la dimensión y la distribución de las mismas como sigue:

- Los primeros números de la escala representan el n° de partículas más grandes que 5 micrones en 1 cm3 de fluido.
- Los segundos números de la escalar representan el n° de partículas más grandes que 15 micrones en 1 cm3 de fluido

Clases de contaminación según norma ISO 4406 / 2000		
Más de	**Hasta**	**Clase**
80.000	160.000	24
40.000	80.000	23
20.000	40.000	22
10.000	20.000	21
5.000	10.000	20
2.500	5.000	19
1.300	2.500	18
640	1.300	17
320	640	16
160	320	15
80	160	14
40	80	13
20	40	12
10	20	11
5	10	10
2,5	5	9
1,3	2,5	8
0,64	1,3	7
0,32	0.64	6
0,16	0,32	5
O,08	0,16	4
0,04	0,08	3
0,02	0,04	2
0,01	0,02	1
0,005	0,01	0
0,0025	0,005	0,9

Tabla 10

A los efectos de ilustrar con qué tipo de contaminación puede encontrarse en la práctica, puede decirse que los aceites hidráulicos que son comercializados sin haber sido filtrados tienen un nivel de contaminación como el que define el código ISO 19/17.

En el caso de un aceite usado el código ISO puede subir hasta 22/20 como un valor que se genera como consecuencia de oxidación o partículas metálicas provenientes de desgaste. Si se desea mantener las propiedades del fluido es necesario refiltrarlo.

Los filtros elegidos para los sistemas hidráulicos toman en consideración la capacidad de retención de impurezas cuantitativa, la resistencia al flujo, y el grado de filtración establecido por el tamaño de los poros de los filtros. Este grado de filtración queda definido en micrones y se lo llama **grado de filtración absoluto** siendo la mayor partícula que puede pasar por el filtro. En general los fabricantes definen el grado de filtración absoluto con precisión del 98%, lo cual significa que por lo menos el 98% de las partículas por encima del tamaño indicado son retenidas.

Frecuencia de los análisis
En la fase de implementación de un sistema de control de las condiciones del aceite es necesario hacer análisis con frecuencia - al menos cada seis meses - a fin de establecer una base de datos.
Cada sistema de aceite debería tener un diario donde registrar los resultados de los análisis. Este diario también debe contener información sobre el tipo de aceite, cambios de aceite, averías, código de clase ISO designada y resultados de los análisis del aceite.

4.4 Llenado de aceite a sistemas oleohidráulicos

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

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 35
Deposito rotulado

Actividad N° 22

Identificación de conteo de partículas según normativa ISO.

Introducción a la actividad

Los participantes junto al instructor de manera individual, de a pares o en forma grupal realizarán el conteo de partículas de acuerdo a código ISO.

Estrategias metodológicas para el instructor

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

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

Objetivo de aprendizaje

Calcular la cantidad de partículas superiores a 5 micrones y superiores a 15 micrones según códigos de limpieza ISO.

Descripción de la actividad

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

Materiales y Recursos

- Elementos de escritorio
- Equipo audio visual

Seguridad:

En todas las actividades en sala de clases es necesario recordar los siguientes aspectos de seguridad:

- El uso de implementos personales de seguridad
- Identificar riesgos asociados al trabajo a realizar.
- Consultar al instructor a cargo respecto a cualquier duda

Desarrollo de la Actividad

Los participantes a través de las actividades expuestas por el instructor deben de realizar las Identificación de la cantidad de partículas según tabla del manual y códigos de limpieza ISO.
Estas respuestas deben quedar registradas en el informe.

Participantes	**Fecha:**

a) Explique qué significa un código 18/13

El código 18/13 significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 1.300 y 2.500, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 40 y 80.

b) Identifique la cantidad de partículas superiores a 5 micrones y superiores a 15 micrones según tabla del manual y códigos de limpieza ISO.

1. **Que significa que el numero código 18/13 según código ISO?**

   R= significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 1.300 y 2.500, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 40 y 80

2. **Que significa que el numero código 20/15 según código ISO?**

   R= significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 5000 y 10000, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 160 y 320

3. **Que significa que el numero código 10/7 según código ISO?**

   R= significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 5 y 10, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 0,64 y 1,3

4. **Que significa que el numero código 14/12 según código ISO?**

   R= significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 80 y 160, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 20 y 40

5. **Que significa que el numero código 13/16 según código ISO?**

   R= significa que el conteo a determinado el número de partículas superior a 5 micrones ha sido entre 40 y 80, y que la cantidad de partículas de tamaño superior a 15 micrones fue entre 320 y 640

Cierre

En función de los resultados, instructor retroalimenta a los participantes, destacando las fortalezas y brechas.

Instructor realiza revisión junto a los participantes de la actividad taller Cálculo de Partículas según código ISO, destacando los desempeños acorde a los resultados esperados y retroalimentando en donde exista brechas por cubrir.

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