

SUNDYNE BOMBAS LMV-311

Manual de instrucción y operación

Agosto de 2007



14845 W. 64th Avenue • Arvada, Colorado 80007 USA • +1-303-425-0800 • FAX: +1-303-425-0896 • www.sundyne.com
Sundyne Europe • Dijon (Longvic) • France • +33 (0) 3,80,38,33,00 • FAX: +33 (0)3,80,38,33,66

ANSIMAG • ANYSPEED • CASTER • GSP • HMD/KONTRO • MASO/SINE • COMPRESSORS • SUNDYNE • SUNFLO

Derechos de autor

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de la presente publicación debe ser reproducida, almacenada en un sistema que permita su guarda y reproducción posterior o difundida por ningún medio electrónico, mecánico, de fotocopiado, grabado o similar sin autorización previa por parte de Sundyne Corporation.

© 2006 Sundyne Corporation

Garantía

Sundyne Corporation le garantiza al Comprador por un período de doce (12) meses a partir de la fecha de la puesta en servicio (pero que no ha de sobrepasar los dieciocho (18) meses desde la fecha de despacho) que el equipo para la fecha de su despacho estará libre de defectos de diseño, materiales y mano de obra. Si surgiera cualquier defecto o falla de funcionamiento durante el período de garantía, la única obligación de Sundyne se limitará a modificar, reparar o reemplazar a su costo las partes o equipos que le hubieran devuelto a Sundyne F.O.B. Planta y que según los análisis de Sundyne hubieren resultado defectuosos. La garantía de los equipos y accesorios que no fueron fabricados por Sundyne se limita a la garantía emitida por los fabricantes originales de los mismos. Sundyne no será responsable por los daños o por el desgaste de los equipos ocasionados por condiciones anormales, vibración, no cebar en la forma apropiada u operar los equipos en ausencia de flujo o por los daños causados por sustancias corrosivas, abrasivas u objetos extraños. LA PRESENTE GARANTÍA ES EXCLUSIVA Y SUSTITUYE CUALQUIER OTRA GARANTÍA, TANTO EXPLICITA COMO IMPLÍCITA, INCLUYENDO A LAS GARANTÍAS MERCANTILES O DE IDONEIDAD PARA UN PROPÓSITO EN PARTICULAR. En ningún caso Sundyne será responsable por los daños derivados o incidentales

Contenido

Contenido	ii	Lista de chequeo para la instalación y el arranque.....	6
INTRODUCCIÓN	1	INSTALACIÓN.....	8
Bombas centrífugas Sundyne	1	Inspección.....	8
Símbolos que aparecen en el texto... 1		Almacenamiento de su bomba a corto plazo	8
Precauciones respecto a los equipos y la seguridad..... 2		Almacenamiento de su bomba a largo plazo	8
Uso del equipo de protección personal	2	Tuberías de succión y de descarga .. 9	
Utilización del montacargas.....	2	Sistema de control ambiental en el sello	10
Garantía de la seguridad eléctrica	2	Sistema del búfer con líquido.....	10
Prueba de los equipos.....	3	Montaje de unidades verticales sin estructuras.....	10
Utilización de sustancias químicas....	3	Montaje de unidades verticales con estructuras (LMV).....	11
Protección contra las caídas	3	Unidades montadas sobre bases (BMP)	11
Protecciones de seguridad de la maquinaria.....	3	Motor y acoplamiento	11
Lista del chequeo previo al arranque y operación inicial..... 4		Acoplamiento flexible para unidades LMV sin estructura vertical	12
Familiarícese con la bomba.....	4	SISTEMA DE LUBRICACIÓN	13
Instrucciones del motor	4	Sistema de lubricación	13
Verificación de los Respaldos Auxiliares	4	Intercambiador de calor de la caja de engranajes	13
Instalación de un sistema de control ambiental en el sello	4	Múltiples de lubricación.....	14
Chequeo del sentido de giro del motor	4	Intercambiador de calor remoto.....	14
Conexiones de las tuberías	4	Sumidero de la caja de engranajes. 15	
Lista del chequeo en el arranque	5		
Presurización del circuito del fluido... 5			
Servicio de la caja de engranajes..... 5			
Bomba auxiliar de lubricación	5		
Ajustes de las válvulas	5		
Lista del chequeo de control	5		
Verificación de las condiciones de operación.....	5		
Ajuste del caudal del fluido de enfriamiento.....	5		

Filtro de aceite SundGard®	15	Reemplace el ensamble del eje y del engranaje si:.....	34
Bomba principal de lubricación y juego de ceba para la lubricación con aceite	15	Sello mecánico de la caja de Engranajes	34
Presión de aceite.....	16	Camisa del eje	35
ARRANQUE	17	Tolerancias del rodamientos, cojinetes y del ejes	36
Procedimientos del arranque	17	Reensamble de la LMV-311	37
Control de la bomba en el arranque 19		Procedimiento de chequeo de la holgura del eje de alta velocidad.....	53
Operación sencilla.....	19	DETECCIÓN DE PROBLEMAS	55
Operación en paralelo	19	Diagnóstico de la caja de engranajes & de la bomba	55
OPERACIÓN & CONTROL	20	Diagnostico para los sellos mecánicos de bombas.....	58
Operación de las bombas Sundyne 20		ESPECIFICACIONES	60
Condiciones en la succión	20	Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk Steelflex.....	60
Condiciones mínimas del flujo	20	Especificaciones del acoplamiento tipo Falk con doble engranaje	60
Gases atrapados	20	Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk con doble engranaje vertical.....	61
Curva del cabezal del sistema	20	Especificaciones del acoplamiento tipo Thomas DBZ	61
Operación en paralelo	21	Especificaciones del Acoplamiento Vertical & Horizontal Tipo Thomas Espaciador SN	62
Maximizar el control es crítico cuando las bombas operantes están en paralelo. Una bomba puede dominar a la otra con respecto al cabezal en un flujo total inferior. Si dos bombas se encuentran interconectadas en sus cabezales de descarga por un múltiple sencillo y sin restricción, el cabezal de la descarga de una de las bombas se impone al de la otra. Todas las bombas ven el mismo cabezal de descarga en todo momento. Esta situación se ilustra en los diagramas a continuación.....	21	Especificaciones del aceite lubricante de la caja de engranajes	63
Desarme de la LMV-311	22	Lista de partes de la Caja de Engranajes	64
Inspección, limpieza y reparación... 34		Partes de repuesto para la Caja de Engranajes	65
Inspeccione todos los rodamientos y cojinetes.....	34		
Eje de alta velocidad.....	34		
Inspeccione el eje de alta velocidad en las áreas de contacto con la arandela de empuje y el cojinete.			

Valores de Torsión para la Caja de Engranajes y la Bomba.....	66	Configuraciones del separador.....	74
Sellos Mecánicos	67	Sección transversal de la bomba y de la caja de engranajes (configuración con sello sencillo).....	75
Partes de repuesto para el desarme de la bomba	69	LMV-311 Caja de Engranajes (Imagen expandida)	76
Lista de partes de las bombas	70	Cuerpo de la Bomba y Compartimiento de sellos (Imagen expandida)	77
Sello Doble: configuración y partes	71	Empaquetaduras	78
Sello sencillo: configuración y partes	72	ÍNDICE	79
Sello tándem: configuración y partes	73		

INTRODUCCIÓN

Bombas centrífugas Sundyne

Las bombas Sundyne proporcionan un desempeño con alta energía y una eficiencia competitiva en una presentación conformada por una unidad compacta, fácil de mantener y de calidad industrial. Las bombas Sundyne son de una sola etapa y emplean una caja de engranajes integral. Fueron diseñadas para aumentar la presión de un flujo continuo de fluido por medio de la acción de la fuerza centrífuga. Las aplicaciones más comunes de las bombas Sundyne son en HPI, CPI y en la alimentación de calderas. Se emplean comúnmente en refinerías, plantas petroquímicas y en plantas de generación eléctricas. Las bombas Sundyne tienen aplicación en procesos con alto cabezal y en

aquellos con flujos que van desde un caudal bajo a elevado.

Este manual proporciona información sobre instalación servicio, detección de problemas, mantenimiento y partes de repuesto para la más reciente configuración de bombas centrífugas Sundyne.

Nota: *Los números entre paréntesis en el texto corresponden a los números de los artículos ilustrados en las figuras. Es posible solicitar una pieza para una bomba de cualquier generación si se indica el número del Artículo y la numeración de la serie.*

Símbolos que aparecen en el texto

En el presente manual se emplean los símbolos detallados a continuación.

Se les atribuyen los significados indicados a continuación:



ADVERTENCIA: El texto encabezado por este símbolo significa que el no cumplir con las instrucciones podría acarrear lesiones corporales o la muerte.



PELIGRO ELÉCTRICO: El texto encabezado por este símbolo significa que el no cumplir con las instrucciones podría ocasionar daños eléctricos para el equipo o un shock eléctrico.



RECOMENDABLE: El texto encabezado por este símbolo indica el uso recomendado.



RECORDATORIO: El texto encabezado por este símbolo representa un recordatorio para llevar a cabo la acción indicada.



ALERTA PARA EL USO DEL EQUIPO: El texto encabezado por este símbolo significa que no seguir las instrucciones indicadas en el mismo, podría ocasionar daños para el equipo.

Precauciones respecto a los equipos y la seguridad

Sundyne Corporation fabrica bombas centrífugas conforme a los Estándares del Sistema Internacional de Administración de Calidad (ISO 9001), como así lo certificó y auditó Lloyd's Register Quality Assurance Limited. Las partes originales y los accesorios han sido específicamente diseñados y probados para emplearlos en estos productos con el fin de garantizar la continua calidad y desempeño de los mismos. Sundyne no puede probar todas las partes y los accesorios fabricados por terceros; cualquier error de diseño o fabricación de tales partes y accesorios puede afectar negativamente las características de seguridad y desempeño de estos productos. El hecho de no seleccionar adecuadamente, instalar o usar las partes o accesorios de bombas autorizados por Sundyne se considera un uso indebido y en consecuencia, los daños y las fallas derivadas de tal uso indebido no estarán cubiertos por la garantía de Sundyne. Además, la modificación de los productos o la eliminación de los componentes originales Sundyne puede perjudicar la seguridad de estos productos y su operación eficaz.



presentan a continuación para que la seguridad sea óptima:

- Se deben usar permanentemente los lentes de seguridad que cumplan con el requisito mínimo de tener protecciones laterales.
- Se debe usar calzado con punta de acero cuando haya que levantar los equipos con un peso mayor a las 15 libras (7 kg) o cuando se operen carretillas para el manejo de paletas o montacargas.
- Se recomienda enfáticamente el uso de protección auditiva de manera permanente en los casos en que el nivel de ruido sobrepase los 85 dB durante una jornada de ocho (8,0) horas.

Nota: Si se utilizan sustancias químicas, se deben emplear guantes de seguridad (consulte la Utilización de sustancias químicas para mayor información).



Nota: Si las sustancias químicas tienen etiquetas de advertencia en relación con vapores, polvo o rocío, se debe emplear una mascarilla respiratoria a prueba de polvo

PRECAUCIÓN

Es posible que en las bombas Sundyne se manejen fluidos peligrosos, inflamables o tóxicos. Se deben portar los equipos y usar las prendas de protección personal adecuadas. Se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar lesiones físicas. Los volúmenes de bombeo deben manipularse y desecharse conforme a las normas ambientales pertinentes.



Nota: Se deben llevar a cabo los procedimientos de seguridad correspondientes antes de la instalación, mantenimiento o reparación de cualquier bomba Sundyne ¡La falta de cumplimiento de las precauciones de seguridad puede provocar lesiones!

Al usar más de una pieza del equipo de protección personal, tome en cuenta la compatibilidad entre ellos. Por ejemplo: que los lentes de seguridad no interfieran con los equipos de protección auditiva. Asegúrese de limpiar todas las piezas del equipo de protección personal inmediatamente después de cada uso.

Utilización del montacargas

Todas las personas que operen montacargas deben tener una licencia de operación, válida y reconocida.

Nota: Antes de comenzar a operar el montacargas, verifique que la columna de carga se encuentre en una posición tal que haga segura su operación

Uso del equipo de protección personal

A fin de garantizar la seguridad, se debe usar el equipo de protección personal siempre que se efectúe la instalación, mantenimiento o reparación de los equipos. Se deben seguir las recomendaciones de seguridad que se

Garantía de la seguridad eléctrica

Todas las fuentes de alimentación eléctrica deben estar sin energía antes de llevar a cabo la instalación, servicio o reparación de los equipos.



Nota: Sundyne recomienda llevar a cabo un programa de aplicación de bloqueo con candados/etiquetas de fuera de servicio antes de proceder a modificar los equipos. Se deben proporcionar candados o etiquetas a fin de advertirlos a los empleados que el equipo se encuentra temporalmente fuera de servicio.

Al terminar los trabajos, la persona que colocó el candado o la etiqueta deberá retirarla conforme a los procedimientos de la compañía.

Prueba de los equipos

Antes de realizar las pruebas en los equipos recién instalados, en mantenimiento o reparación, todo el personal en el área inmediata debe estar advertido sobre ese procedimiento.



Nota: Siga siempre los procedimientos de la compañía antes de probar los equipos.

Utilización de sustancias químicas

Todas las sustancias químicas que se utilizarán deben estar acompañadas con la hoja de datos de seguridad del material pertinente (MSDS), de conformidad con las leyes gubernamentales. Si corresponde, use guantes a prueba de sustancias químicas



Nota: Una estación para el lavado de ojos (o su equivalente) deberá estar disponible en caso de presentarse algún accidente o lesión. Si ha circulado a través del equipo alguna sustancia química peligrosa o inflamable, se debe llevar a cabo una descontaminación total del equipo en cuestión

Protección contra las caídas

Es necesario implantar la protección contra caídas y las medidas preventivas correspondientes cuando trabaje en equipos ubicados a una altura igual o superior a seis pies con respecto al nivel del piso.



Nota: Antes de trabajar en los equipos, siga los procedimientos de seguridad para la prevención de caídas establecidos por la compañía.

Protecciones de seguridad de la maquinaria

Las protecciones de seguridad deben estar en su respectiva posición en todos los equipos.



Nota: Sólo retire las protecciones cuando efectúe el mantenimiento o la reparación. Sustituya las protecciones inmediatamente después de trabajar en el equipo y antes de arrancarlo.

PELIGRO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN



Nota: Jamás emplee un soplete de acetileno, una llama sin resguardo ni aplique calor para separar piezas que estén juntas o que se hayan soldado en el equipo Sundyne. Cualquier residuo de gas o líquido del proceso inflamable puede causar una explosión o incendio, ocasionando lesiones graves o la muerte.

Lista del chequeo previo al arranque y operación inicial

Familiarícese con la bomba

Previo a darle servicio y a arrancar la bomba Sundyne, revise atentamente la información del producto, incluidos:

- Hojas de especificaciones
- Planos esquemáticos
- Curvas de eficiencia
- Instrucciones y manuales asociados
- P&ID del sistema/ Diagrama de flujo del proceso (equipos del Cliente)
- Sistema de control y filosofía/ narrativa operacional (Cliente)

Familiarícese con la configuración de la bomba antes del arranque y operación de la bomba.

Instrucciones del motor

Siga atentamente las instrucciones de instalación y arranque del fabricante del motor. Tal información se encuentra incluida dentro del paquete final de datos.

Verificación de los Respaldos Auxiliares

Antes del arranque, cerciórese de que los siguientes respaldos auxiliares se hayan ejecutado e instalado:

- Inspeccione las conexiones de la alimentación
- Cerciórese de que las tuberías cumplan con los estándares de Sundyne, como se detalla en las especificaciones
- Verifique todas las conexiones de los interruptores e instrumentos
- Cerciórese de que todos los ajustes de los interruptores e instrumentos se correspondan con los estándares normales de operación

- Calibre todo el equipo de calibración tales como los medidores de flujo, los amperímetros y los medidores de presión, etc.

Instalación de un sistema de control ambiental en el sello

Instale un sistema para controlar el ambiente en el sello. Verifique que el puerto 1 tenga el venteo adecuado.

Si fuera exigido, coloque una tubería de drenaje por arriba para garantizar que el ambiente esté dentro de las condiciones operacionales normales. Para mayor información contacte a Sundyne Corporation.

Chequeo del sentido de giro del motor

En caso de que el motor esté acoplado, desacóplelo y verifique que el motor gire en el mismo sentido indicado en la flecha grabada o fundida en el cuerpo de la bomba.

Si el motor es estriado, verifique el sentido de giro del ventilador del motor.

Conexiones de las tuberías

Verifique que las conexiones apernadas o roscadas indicadas a continuación estén ajustadas:

- Los pernos en la brida de la bomba
- Las conexiones de los puertos y de la tubería del ambiente del sello
- Las conexiones del agua de enfriamiento al intercambiador de calor (si correspondiera)
- El tapón de drenaje del lubricante de la caja de engranajes
- Tapón de drenaje de el cuerpo de la bomba

Lista del chequeo en el arranque

Presurización del circuito del fluido

Presurice el circuito del búfer de sello doble o el lavado externo de sello, si correspondiera, antes de permitir el ingreso del líquido en el cuerpo de la bomba.

Servicio de la caja de engranajes

Rellene la caja de engranajes con aceite lubricante hasta un cuarto de pulgada (¼) o a 6 mm desde el tope del visor de vidrio del nivel de aceite.

Nota: *Antes de emplear el aceite lubricante, verifique que el aceite lubricante cumpla con las especificaciones estándares. Remítase a la sección de ESPECIFICACIONES de este manual para obtener más información.*

Durante la operación normal, el nivel de aceite disminuye aproximadamente un cuarto de pulgada más que cuando no hay operación. Adicionalmente, se observarán burbujas en la parte superior del visor de vidrio.

Nota: *Sundyne recomienda cambiar el aceite de la caja de engranajes cada seis meses.*

Para información de los requerimiento acerca de cómo se debe realizar la imprimación del sistema de lubricación de aceite remítase a la sección sobre arranque, detallada en este manual.

Bomba auxiliar de lubricación

Si su bomba tiene una bomba auxiliar de lubricación, desasegure el circuito eléctrico y muévelo a la posición "manual". Controle si hay fugas de aceite y vuelva a chequear el nivel de aceite.

Ajustes de las válvulas

Para configurar la bomba al punto de operación designado, arranque la bomba con la válvula de succión en la posición abierta y regule con la válvula de la descarga.

Lista del chequeo de control

Verificación de las condiciones de operación

Verifique los siguientes parámetros frente a las especificaciones detalladas en la hoja de especificaciones:

- Presión en la succión
- Temperatura en la succión
- Presión de descarga
- Cabezal total
- Caudal
- Consumo de energía
- Gravedad específica
- Viscosidad
- Cabezal neto positivo de succión (NPSH)

El estatus de estas condiciones alterará significativamente el rendimiento de la bomba en caso de que difieran de las indicadas en las hojas de especificaciones.

Verifique con su representante Sundyne si las condiciones de operación de su bomba deben desarrollarse bajo parámetros diferentes a los indicados en la hoja de especificaciones.

Ajuste del caudal del fluido de enfriamiento

Si el modelo de su bomba tiene instalado un intercambiador de calor para la caja de engranajes, ajuste el caudal del fluido de enfriamiento de manera que la temperatura en el sumidero de la caja de engranajes se mantenga entre 140°-160°F (60°-71°C). La máxima temperatura recomendada de operación es de 180°F (82°C).

Lista de chequeo para la instalación y el arranque

Nota: *Bloquee todos los dispositivos de los interruptores, incluyendo el del motor principal, el del sistema auxiliar de lubricación y el de la instrumentación antes de trabajar en este equipo.*

Esta lista de chequeo **NO** pretende ser absoluta. Usted debe leer y guiarse por los manuales de instrucciones, planos esquemáticos, hojas de especificaciones y curvas de este equipo durante su instalación, arranque, operación inicial y funcionamiento. Nuestra meta es que usted esté completamente satisfecho. Llámenos en caso de tener alguna inquietud o comentario. Asegúrese de tener el número de serie de la unidad que se encuentra grabado en la placa de identificación de la caja de engranajes y solicite el "Servicio de campo Sundyne".

- ¿Tiene a mano toda la información subrayada previamente disponible?
- Las conexiones apernadas / enroscada indicadas a continuación ¿Están ajustadas?
 - ¿Los pernos de la brida de la bomba?
 - ¿Las conexiones de los puertos y de la tubería del ambiente del sello?
 - ¿Las conexiones de agua de enfriamiento al/ a los intercambiador(es) de calor (si correspondiera)?
 - ¿El tapón de drenaje del lubricante de la caja de engranaje?
 - ¿El tapón de drenaje del cuerpo de la bomba?
- Hay dos tipos de conexiones entre el motor y la caja de engranajes; una que es con un eje estriado y la otra que consiste en un acoplamiento. En las conexiones estriadas, el eje estriado debe lubricarse con grasa para estrías que se suministró, así como instalar los dos anillos O, previo al montaje del motor. Se recomienda poner a girar el eje de entrada con la mano antes del montaje del motor. Si la unidad tiene acoplamiento, cerciórese de que la holgura en el acoplamiento sea la apropiada y de que el apernado de las dos mitades del acoplamiento esté ajustado. Este manual de instrucciones contiene la información para la instalación. No hace falta alinear el acoplamiento para que quede alineado (run-out) o al ras ya que esto lo controlan las guías de ajuste (rabbet fits) en la caja de engranajes y el adaptador del acoplamiento.
- ¿Está instalada una válvula check en la línea de descarga?
- ¿Se encuentra el Puerto 1 abierto a la atmósfera o posee una tubería que lo conecta al drenaje de seguridad o a un quemador o a un cabezal de venteo? (la contrapresión no debe sobrepasar los 5 psig).

Nota: *Se debe instalar una columna de goteo en caso de que la conexión del Puerto 1 sobrepase con respecto al compartimiento de sellos.*

- El resto de los puertos de los sellos del sistema ¿se encuentran identificados y conectados conforme a los planos esquemáticos?
- La caja de engranajes ¿se encuentra rellena dentro de ¼" (6,35mm) del tope del visor de vidrio con el aceite lubricante recomendado y está instalada la conexión del respiradero? la capacidad para el aceite lubricante es de 7 cuartos (6,6 litros) La válvula de aguja en el indicador de presión de la caja de engranajes ¿está abierta? El hecho de sacar el tapón de drenaje que se encuentra debajo de la conexión de llenado/ venteo acelerará el llenado.
- ¿Ha llenado (cebado) las tuberías del filtro de aceite, del intercambiador de calor y demás tuberías con aceite?
- ¿Las condiciones del proceso, la presión de succión, la temperatura de succión, el cabezal de descarga de presión y la gravedad específica se corresponden con la información en la hoja de especificaciones? **NO** pruebe la bomba con agua a menos que estuviera diseñada para el agua.

Verifique con su representante o con Sundyne Corporation si debe proceder a hacer la prueba con un fluido distinto al indicado en la hoja de especificaciones.

- ❑ Si posee una bomba de lubricación auxiliar, desbloquee el circuito eléctrico y arránquelo en la posición "manual". Controle si existe alguna fuga de aceite y vuelva a chequear el nivel de aceite. Si la presión de succión del proceso supera las 460 psig (32,3 kg/cm²g), la bomba de lubricación auxiliar debería entrar en operación antes y siempre que se presurice la succión.
- ❑ Antes de arrancar la unidad ¿Ha abierto totalmente la válvula de succión y ha procedido a controlar la descarga de manera que coincida con el caudal de diseño, que típicamente se corresponde con una apertura de un 40 a un 50%? Inspeccione la válvula de control y asegúrese de esté operando. Inspeccione el drenaje de el cuerpo de la bomba, de los puertos y de las bridas y observe si hay alguna fuga ¿Se venteó la bomba por el Puerto 6? Abra las válvulas de suministro y de retorno que proporcionan el agua de enfriamiento al intercambiador de calor de la caja de engranajes. Verifique la presión de succión y asegúrese de que concuerde con la indicada en la hoja de especificaciones.
- ❑ Desbloquee el circuito principal del motor e iniciar momentáneamente el motor. El sentido de giro es CCW o en sentido contrario al de las agujas del reloj, observado desde el extremo superior del motor ¿Es correcto el sentido del giro? Ya chequeado el sentido de giro, opere el motor durante un segundo y apáguelo por veinte segundos. Repita lo anterior varias veces hasta que el indicador de presión registre la presión, ahora arranque el motor principal. La presión de aceite debe estar entre 15-60 psig (1,1-4,2 kg/cm²g) dependiendo del tipo de cojinetes de la caja de engranajes. Una vez que se complete el período de arranque y operación no hará falta iniciar momentáneamente el motor.
- ❑ Si se utiliza el control de presión, entonces regule con la válvula de descarga inmediatamente después del arranque. ¿La presión de descarga se corresponde con la indicada en la hoja de especificaciones? Si se utiliza el control de flujo, ajuste la válvula hasta que el caudal coincida con el indicado por el valor de diseño en la hoja de especificaciones.
- ❑ Una vez que se establezca la temperatura del aceite de la caja de engranajes, ajuste el suministro de agua de enfriamiento hasta que la misma se encuentre entre 140-160°F (60-71°C) en la unidades equipadas con intercambiadores de calor. La máxima temperatura recomendada es de 180°F (82°C).
- ❑ Esté atento y trate de detectar ruidos anormales o fluctuaciones de la presión.

Nota: *Si tiene alguna pregunta o inquietud en relación con estos procedimientos o con la información suministrada, por favor comuníquese con su representante o con Sundyne Corporation.*

INSTALACIÓN

Inspección

Apenas reciba los equipos por parte de Sundyne, verifique si se ha producido algún daño durante el transporte. Notifique a la brevedad al transportista y a Sundyne si se produce algún daño que fuera evidente.



Nota: *Puede ser que el eje de entrada no gire libremente a causa de la resistencia que opone el sello y los engranajes para el aumento de la velocidad; sin embargo, si el eje de entrada gira libremente y el giro es "irregular", podría ser una indicación de algún desarreglo o daño durante el transporte.*

Almacenamiento de su bomba a corto plazo

Si su bomba Sundyne no se va a instalar de inmediato, se debe proteger de la humedad y el polvo. No quite los cobertores para el transporte instalados en fábrica para las bridas del cuerpo de la bomba y en los puertos del sello.

Asegúrese de que los cobertores se mantengan debidamente asegurados y en su lugar.

Nota: *Observe las indicaciones del fabricante para el almacenamiento del motor.*

Almacenamiento de su bomba a largo plazo

Además de las precauciones indicadas en la sección correspondiente al almacenamiento a corto plazo, es necesario implementar otras cuando se trata del almacenamiento a largo plazo.

En el caso que no vaya a operar su bomba Sundyne en un lapso mayor a seis meses desde la fecha de envío desde la fábrica, es necesario implantar medidas de almacenamiento a largo plazo que garanticen la mínima corrosión en la caja de engranajes y en los componentes expuestos a los fluidos.

Nota: *Sundyne no asume ninguna responsabilidad por los daños en los equipos producidos durante el período de almacenamiento. Sundyne no garantiza la calidad del equipo durante ni después del período de almacenamiento.*

A fin de garantizar la calidad original de la bomba Sundyne luego de un período de almacenamiento, todos los componentes de la misma deben ser revisados por un ingeniero de servicio de Sundyne. Los componentes que no fueron fabricados por Sundyne (excepto los sellos mecánicos) deben ser revisados por el fabricante de los mismos.

Nota: *Todos los honorarios que surjan de la inspección corren por cuenta exclusiva del comprador.*

Los factores que afectan la calidad en una bomba Sundyne durante el almacenamiento son:

- La humedad
- La temperatura
- Las sustancias químicas en el ambiente

Los métodos empleados en el almacenamiento a largo plazo deben evitar que las condiciones

perjudiciales entren en contacto con los componentes internos del equipo. Si el equipo se va a almacenar en ambientes con una fuerte presencia de sustancias químicas o en las cercanías de agua salada, debe proteger el equipo inmediatamente después de su entrega.

Procedimientos recomendados para el almacenamiento a largo plazo

Sundyne recomienda hacer lo siguiente a fin de evitar los daños en su bomba en el almacenamiento a largo a plazo.

1. Sólo almacene su bomba dentro de un edificio cerrado con control de clima. Estas

condiciones mantendrán la humedad y temperatura constantes.

2. Lleve a cabo purgas con gas inerte en los componentes internos.
3. Asegúrese de cubrir los componentes internos con aceite.
4. Use bolsas secantes.

Nota: *Dado que el almacenamiento del equipo a largo plazo es crítico, se recomienda contactar a Sundyne para obtener más detalles en relación con los procedimientos anteriores.*

Tuberías de succión y de descarga

Por favor, cumpla con las mejores prácticas, detalladas a continuación para instalar y mantener las tuberías de succión y de descarga:

1. Proceda a colocar un filtro colador en la succión (malla de 35- 40) y limpie la línea de succión antes de arrancar la bomba. Este procedimiento protegerá al impulsor de los daños por escamas de óxido, escoria de soldadura o de otras partículas extrañas durante el arranque inicial.

Nota: *Sundyne recomienda instalar instrumentos que lean la presión diferencial en el filtro colador a fin de conocer el estado en que se encuentra.*

2. Previo a la instalación de las tuberías de la bomba, asegúrese de que estén apoyadas independientemente de la bomba.
3. Las tuberías deben permanecer siempre alineadas con las bridas de la bomba.

Nota: *No debe usar nunca la fuerza para posicionar las tuberías en su lugar en la conexión de la succión y descarga de las bridas. Una alineación inadecuada podría ejercer una fuerza excesiva sobre la unidad.*

4. Sundyne recomienda colocar un montaje de tubería recta con una longitud mínima equivalente a tres veces el diámetro externo de la misma.

Nota: *Seleccione cuidadosamente el tamaño de la tubería y de las conexiones de manera que las pérdidas por fricción sean mínimas.*

5. El diámetro de la tubería de succión nunca debe ser menor que el de la entrada de la succión de la bomba.
6. Sundyne recomienda instalar válvulas de bloqueo en la descarga para evitar la posibilidad de que se produzca la rotación en reversa.
7. Use válvulas de bloqueo (tanto en la succión como en la descarga) para aislar la bomba cuando esté fuera de servicio. Lo anterior reduce al mínimo las fugas en el proceso durante el tiempo que esté fuera de servicio y evita la posibilidad de que se produzca la rotación en reversa debido al flujo de retorno a través de la bomba.
8. Se recomienda instalar indicadores de presión en las bombas que no dispongan de control de flujo. Sin un instrumento de medición no es posible determinar con precisión en qué punto de la curva opera la bomba.

Sistema de control ambiental en el sello

Puede ser necesario un sistema de control ambiental en el sello dependiendo de la configuración del sello de la bomba y del tipo de aplicación de la misma.

En todo momento mantenga el ambiente en el sello en la forma indicada por la hoja de especificaciones correspondiente a cada unidad.

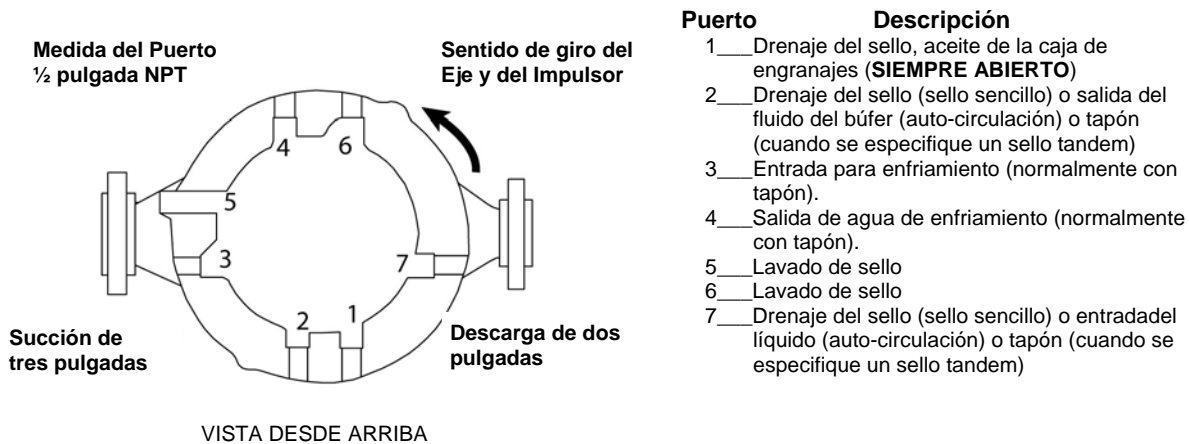
Nota: En la mayoría de las aplicaciones es posible obtener un sistema estándar de control suministrado por la fábrica.

Asegúrese de que el sistema de control ambiental del sello esté instalado adecuadamente y que los puertos se encuentren abiertos (o con tapón) como en la Figura 1,



Nota: El Puerto 1 siempre debe permanecer abierto para drenar libremente.

Figura 1. Compartimiento de Sellos, Identificación de los Puertos



Sistema del búfer con líquido

Se emplea un sistema del búfer para sellos en líquido para los sellos dobles en líquido y sellos tandem en líquido. El líquido del búfer se conecta en el puerto 7 y se deja que fluya hacia adentro por la cavidad del sello y hacia fuera por el puerto 2,

El flujo del búfer debe estar entre 0,5 y 3 gpm (de 2 a 12 litros/minutos) con una temperatura en la entrada de 60° a 120°F (16° a 49°C) y una presión en la entrada como la indicada en la hoja de especificaciones de la bomba. Se debe limpiar el líquido con un tamiz de 5 micrones.

Montaje de unidades verticales sin estructuras

Se recomienda una base de instalación para todas las unidades verticales que carezcan de una estructura. La bomba debe montarse sobre una base rígida de concreto y fijarse en su sitio con pernos de una pulgada de diámetro, Los

pernos deben colocarse en la base en la forma indicada por el dibujo para su instalación. La longitud de los pernos debe ser tal que sobresalgan un mínimo de media pulgada con respecto a la tuerca.

Montaje de unidades verticales con estructuras (LMV)

Todas las unidades verticales con estructura deben tener su base rellena con cemento. La parte superior de la estructura (la superficie sobre la cual se monta el motor) debe nivelarse con cuñas de ajuste de nivel por debajo de la base de la estructuras antes de aplicar el

cemento en los canales que se deben rellenar con cemento a través de los huecos de acceso. Las tuercas de los pernos de la base no deben ajustarse hasta que el /cemento se haya curado por lo menos pasadas las 48 horas.

Unidades montadas sobre bases (BMP)

Todas las unidades BMP deben tener su base rellena con cemento. La estructura de la base debe nivelarse antes de aplicar el cemento. Las

tuercas de los pernos de la base no deben ajustarse hasta que el cemento se haya curado por lo menos pasadas las 48 horas.

Motor y acoplamiento

Por lo general se envían los motores por separado respecto de la bomba y la caja de engranajes. Cuando se suministra un eje de interconexión estriado, este debe lubricarse en cada uno de sus extremos con un tubo (de 5 cc) del compuesto antidesgaste (número de parte Sundryne MP01AA10).

Además, también están disponibles los ejes sólidos para motores que se acoplan en la caja de engranajes con un acoplamiento flexible. La instalación y mantenimiento de los motores debe llevarse a cabo de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

Acoplamiento flexible para unidades LMV sin estructura vertical



Nota: Bloquee el interruptor de arranque del motor antes de trabajar en el acoplamiento.

Cuando instale acoplamientos flexibles utilice los que suministra Sundyne para garantizar que exista una cantidad razonable de desalineación paralela y angular y de juego de la tolerancia axial. Si no va a utilizar los de la marca Sundyne, entonces los mismos deberán ser del tipo con disco flexible o con engranajes. La instalación del acoplamiento en los elementos de transmisión de movimiento en las turbinas es idéntica a la de los motores.

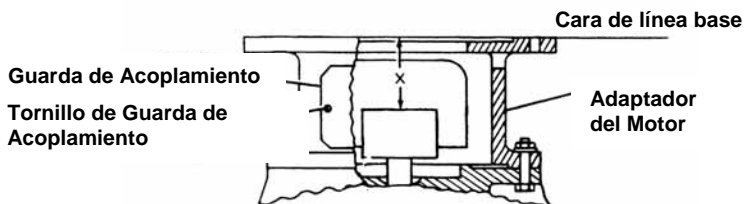
La maza de acoplamiento de la caja de engranajes se instala normalmente en fábrica. La maza de acoplamiento del motor se instala en todos los motores y turbinas entregados directamente desde Sundyne.

No vino instalado la maza de acoplamiento del motor

Si la maza de acoplamiento del motor no está instalada, debe seguir las instrucciones que se presentan a continuación para los acoplamientos tipo Falk o Thomas:

- 1, Mida la distancia desde el tope de la superficie de la maza de la caja de engranajes hasta la línea base de referencia al ras de la cara del adaptador del motor. Esta medición se denominará dimensión "X".

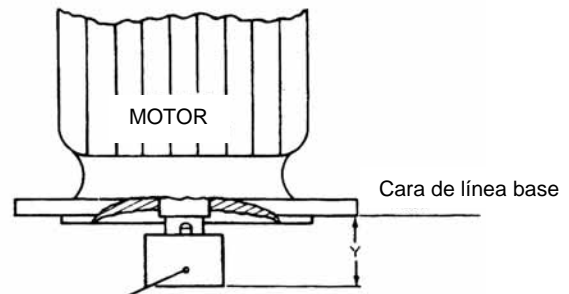
Figura 2. Dimensión X



- 2, Determine la holgura entre los extremos (la distancia entre cada maza de acoplamiento) para el tamaño del acople suministrado. Remítase a las tablas de la Especificaciones de acoplamiento en la sección de Especificaciones de este manual para obtener las medidas específicas.

- 3, Reste el valor de la holgura entre los extremos de la dimensión "X" para determinar así la distancia desde la línea base de referencia al ras de la cara del motor hasta la cara de la maza de acoplamiento. Este valor se denomina dimensión "Y".

Figura 3. Dimensión Y

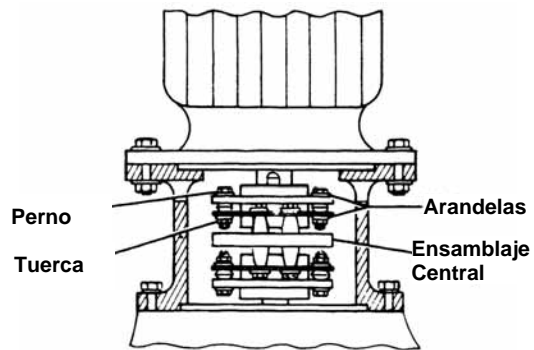


Tornillo prisionero de la chaveta de la maza de acoplamiento

- 4, Marque el eje para evidenciar la dimensión "Y".
- 5, Asegúrese de que la cara interna de la maza de acoplamiento, los chaveteros y el eje están libres de rebabas o asperezas y que la chaveta se ajuste al chavetero.
- 6, Caliente la maza en un baño de aceite o en un horno a aproximadamente 250°F (121°C), o más si fuera necesario, de manera que la maza se deslice sobre el eje del motor.
- 7, Coloque la maza en la línea que marcó previamente en el eje.
- 8, apriete el tornillo prisionero de la chaveta de la maza de acoplamiento.

Nota: Antes de colocar la maza en los acoplamientos del disco flexible, verifique si es posible ensamblar los pernos y las arandelas (Figura 4) del lado de la maza que da hacia el motor. Si eso no fuera posible, ensamble los pernos cortos con arandelas biseladas en la brida de la maza antes de ajustarlo contra el eje.

Figura 4. Ensamblaje de los pernos de acoplamiento y las arandelas



SISTEMA DE LUBRICACIÓN

Sistema de lubricación

La ingeniería del sistema de lubricación de las bombas Sundyne consiste en cuatro componentes, a saber:

- Sumidero de la caja de engranajes
- Bomba principal de lubricación
- Intercambiador de calor del aceite
- Filtro de aceite

El aceite se succiona del sumidero con la bomba de aceite, y luego se hace circular por los pasadizos internos hasta un múltiple instalado en el exterior. El aceite luego circula a través del intercambiador de calor, el filtro, y retorna nuevamente a la caja de engranajes. Luego de pasar por los rodamientos y cojinetes, el aceite drena y vuelve otra vez al sumidero.

Intercambiador de calor de la caja de engranajes

El intercambiador de calor estándar es del tipo apantallado y se enfría por medio de tuberías de agua. Para que el rendimiento sea óptimo, las condiciones son:

- El suministro de agua fría por el lado de las tuberías debe ser a una presión máxima de 150 psig (11 kg/cm²) (103,5 Kpag).
- El flujo del líquido de enfriamiento debe permanecer bajo control para mantener la temperatura en el sumidero de la caja de engranajes entre 140°F y 160°F (60° a 71°C). La temperatura máxima recomendada es de 180°F (82°C).

El intercambiador de calor opcional enfriado por aire debe controlarse de manera tal que la temperatura en el sumidero de la caja de

engranajes sea igual a la mencionada previamente.

Instale el intercambiador a una altura menor a la del filtro de aceite para evitar que se generen bolsas de aire en la líneas de lubricación durante el arranque. Las bolsas de aire pueden causar escasez de lubricación en los cojinetes.

*Nota: La instalación del intercambiador de calor no debe alterarse ya que es un ensamblaje Sundyne. El intercambiador de calor **NO DEBE** instalarse a una altura mayor que la del filtro.*

Múltiples de lubricación

Hay dos configuraciones estándares de los múltiples de lubricación: el MA01AA78 para las unidades sin intercambiadores de calor y el MA01AA79 para las unidades con intercambiadores de calor. El múltiple estándar para las unidades anteriores a 1991 es el MA01AA01,

Figura 5. Múltiples de los intercambiadores de calor MA01AA78 (izquierda), MA01AA79 (centro), MA01AA01 (derecha).

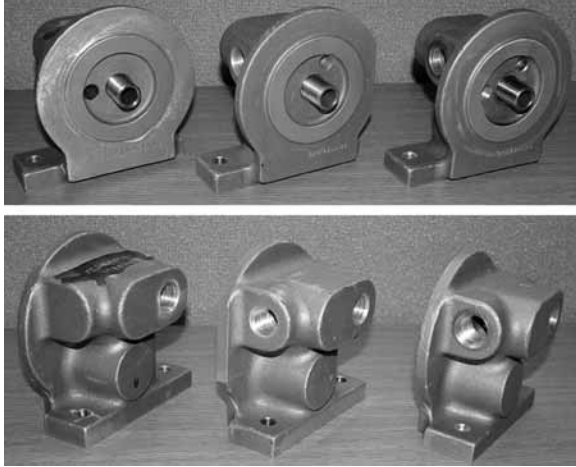
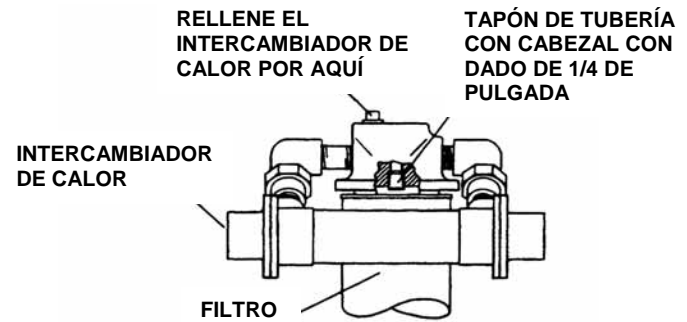


Figura 6. Montaje del intercambiador de calor para MA01AA01 (unidades anteriores a 1991)



Para el modelo MA01AA01 es necesario un tapón de tubería con cabezal para un dado de $\frac{1}{4}$ de pulgada en el múltiple del filtro para cuando se utilice la caja de engranajes del intercambiador de calor. El tapón debe quitarse cuando no se utilice el intercambiador de calor.

Intercambiador de calor remoto

Los intercambiadores de calor enfriados por aire, así como algunos de los intercambiadores de calor de gran tamaño enfriados por agua deben instalarse separados de la caja de engranajes.

Nota: Las interconexiones de las tuberías son responsabilidad del comprador a menos que se incluyan dentro del paquete que corresponde al empaque de las unidades.

Todas las interconexiones de las tuberías, incluidos los accesorios, no deben sobrepasar los 20' (6m). El diámetro interno (D.I.) mínimo para todas las tuberías es de $\frac{5}{8}$ " (16mm), bien se trate de tubos o de tubería. Si la longitud de la tubería sobrepasa los 20' (6m), entonces hace falta aumentar el diámetro de la tubería en la proporción que corresponda.

Sumidero de la caja de engranajes

El sumidero de la caja de engranajes posee una capacidad de unos siete cuartos de galón americano (6,6 litros) de aceite lubricante, sin incluir el aceite en las tuberías auxiliares y en el intercambiador de calor. En todo momento se debe mantener el aceite en las condiciones recomendadas por Sundyne.

Nota: Sundyne recomienda mantener el nivel de aceite dentro de $\frac{1}{4}$ " del tope el visor de vidrio redondo cuando la máquina esté parada. (Remítase a la marca con la etiqueta que dice "MAX"). Cuando la bomba esté operando, el nivel de aceite estará a aproximadamente un $\frac{1}{4}$ " por debajo del nivel MAX, y el resto del vidrio estará lleno con burbujas. **No**



sobrellene la caja de engranajes. Si se sobrellena dará lugar a sobrecalentamiento/ formación excesiva de espuma.

Calentador del sumidero de la caja de engranajes (opcional)

Cuando la temperatura del aceite en la caja de engranajes cae por debajo de los -20°F (-29°C), se vuelve demasiado viscoso como para brindar una lubricación adecuada. Cuando se producen estas condiciones hace falta un calentador para el sumidero. Se recomiendan dos tipos de calentadores para el sumidero para estas condiciones: eléctrico o a vapor.

Filtro de aceite SundGard®

El filtro de aceite cuenta con un diseño especial y tiene una capacidad nominal de 3 micrones con una proporción beta de 200.

Nota: Si se usan los filtros de aceite que no son los del Fabricante Original (OEM) Sundgard®-Sundyne anula la garantía.

Se debe cambiar el aceite de la caja de engranajes y el filtro de aceite cada seis meses. Para obtener más información remítase a las Especificaciones para el Aceite Lubricante en la Sección de Especificaciones de este manual.

Bomba principal de lubricación y juego de ceba para la lubricación con aceite



Nota: Use la bomba auxiliar para ceba con aceite para hacer circular el aceite alrededor del calentador cuando no esté operando el motor principal.

La bomba de lubricación es de desplazamiento constante con engranaje motorizada por el eje de entrada.

En algunas bombas hace falta un sistema de prelubricación. Este conjunto consiste en:

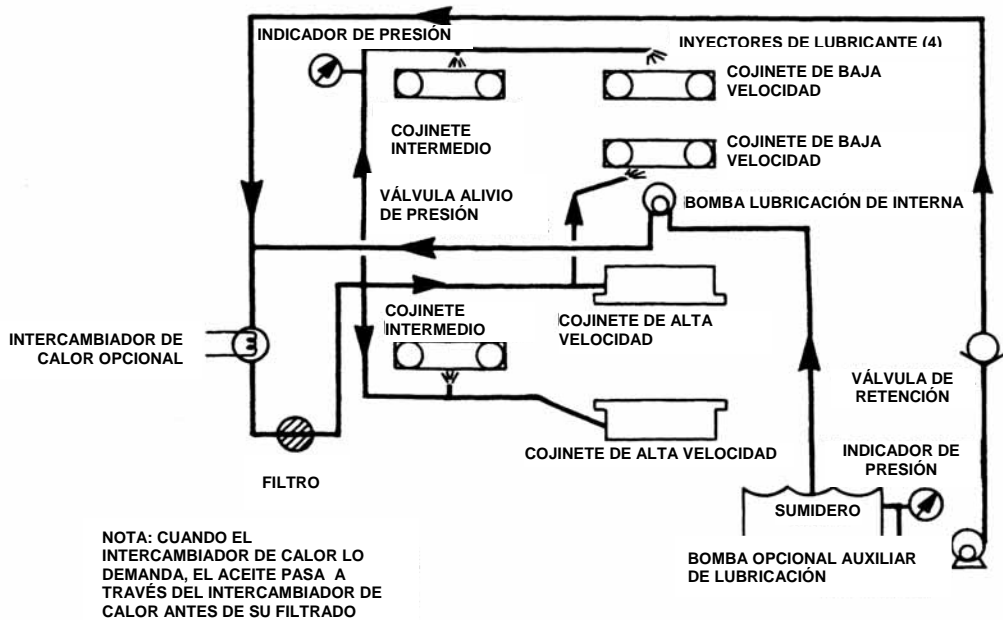
- Una bomba motorizada de desplazamiento continuo
- Una válvula de retención
- Medidores

- Las tuberías que fueran necesarias

Para arrancar la bomba, deje que la bomba de prelubricación opere durante unos 30 segundos. Debería haber como mínimo una lectura de 7 psig ($0,5\text{kg}/\text{cm}^2$) mantenida durante 30 segundos antes de arrancar el motor principal. Si se drenó la tubería de aceite, deje que opere unos minutos para luego purgar el aire atrapado del sistema.

Nota: Sólo apague la bomba de prelubricación una vez que el motor principal alcance la velocidad de operación plena.

Figura 7. Esquema de la lubricación con aceite



Presión de aceite

Durante la operación normal, la bomba interna de lubricación de la caja de engranajes mantendrá una presión entre los 15 y 60 psig (1,0 y 4,2kg/cm²). La presión de aceite antes mencionada puede variar dependiendo de la

configuración de los cojinetes y de las características del aceite que se emplee.

Nota: Nunca opere la caja de engranajes con una presión de aceite menor a los 10 psig (0,7 kg/cm²)

ARRANQUE

Procedimientos del arranque

Lleve a cabo las tareas detalladas a continuación para arrancar una bomba Sundyne:

1. Arranque y operación inicial de la bomba: si la bomba debe operar en condiciones que difieren considerablemente de las indicadas en la hoja de especificaciones (tales como un cambio en la gravedad específica, presión de succión, caudal etc.) se debe consultar a la fábrica para garantizar que las condiciones de operación sean compatibles con la bomba.
2. Verifique que se haya realizado el servicio al motor conforme con las instrucciones del fabricante del motor.
3. Auxiliares - Verifique las conexiones de los servicios y que la tubería auxiliar se corresponda con los dibujos y planos Sundyne; verifique la conexión de los interruptores e instrumentos y los puntos de calibración, calibre los instrumentos de medición de flujo y los demás transmisores.
4. Se deben instalar los filtros de lavado en todas las conexiones de las tuberías ensambladas en el campo.
5. Verifique la hoja de especificaciones de la bomba y los dibujos y planos esquemáticos para examinar los requerimientos del ambiente en los sellos. Asegúrese de que la tubería de los puertos en el compartimiento de sellos este conectada correctamente. Si se emplean sellos dobles, se debe presurizar el líquido del búfer antes de que se aplique presión de succión a la bomba. El Puerto 1 debe estar abierto. La contrapresión máxima permitida en el Puerto 1 es de 5 psig (0,35 kg/cm²).
6. Llene de aceite la caja de engranajes.

Remueva el tapón de ventilación y el relleno de la caja de engranajes y la tapa del respiradero del filtro en la abertura para la conexión del llenado de la caja de engranajes. Rellene la caja de engranajes con un aceite lubricante que cumpla con las especificaciones indicadas en la Tabla 8 de

manera que llegue hasta a un ¼ de pulgada (6,4 mm) del tope para el nivel de aceite en el visor de vidrio. En los casos que aplique, opere la bomba auxiliar de lubricación para rellenar el intercambiador de calor y el filtro. Agregue aceite en la medida que fuera necesaria a través de la conexión de llenado hasta que el nivel de aceite en el visor de vidrio se estabilice. La caja de engranajes requiere por sí sola de unos 7 cuartos de galón (6,6 litros). Coloque nuevamente la tapa del respiradero en la abertura para la conexión de llenado y también vuelva a colocar el tapón de venteo y relleno. Si no se utiliza una bomba de lubricación auxiliar, remueva el tapón en el tope del múltiple del filtro de aceite (artículo 924g) y rellene el filtro de aceite y el intercambiador de calor con aceite (Figura 6).

7. Ceba el sistema de lubricación de aceite

Las acciones que a continuación se indican deben llevarse a cabo durante la instalación para el arranque inicial de la bomba y luego de que se efectúen re-instalaciones subsecuentes ocasionadas por alguna acción de mantenimiento que hubiera requerido el drenaje/remoción del fluido lubricante de la caja de engranajes.

Verifique que la presión de aceite en la caja de engranajes se consiga a través de la ceba del sistema de lubricación de aceite y por la purga de aire que pudiera estar potencialmente atrapado. La ceba puede ser posible bien operando la bomba de lubricación auxiliar de cebado (opcional) o por [arranque breve] del motor principal conectado a la caja de engranajes (se debe observar la presión de aceite en el segundo o tercer arranque breve - cada uno con una duración de 2 a 3 segundos).



Nota: Se hace necesario el arranque breve de la bomba en la instalación inicial o en las reinstalaciones subsiguientes y posteriores al mantenimiento y relleno de la caja de engranajes con lubricante. Las unidades que hubieran

permanecido paradas deben ser arrancadas brevemente una vez al mes para evitar el endurecimiento de los engranajes y la herrumbre en la parte interna.

También se emplea el arranque breve de la bomba para verificar el adecuado sentido de giro del motor principal. La actividad de arrancar brevemente la bomba es prudente y conservadora que puede ser bastante útil para garantizar una prolongada vida de los productos de alta velocidad producidos por Sundyne, ya que genera una película lubricante sobre las superficies de los rodamientos, cojinetes y engranajes.

Una vez que se ha cebado el sistema de lubricación de aceite, proceda a verificar el nivel de aceite en el sumidero de la caja de engranajes y agregue el aceite que sea necesario.

Nota: *No arranque nunca una bomba contra una válvula de descarga que esté cerrada. Cerciórese en todo momento de que la válvula de descarga esté parcialmente abierta.*

Luego de cebar el sistema de lubricación de aceite tal como se describió, se puede arrancar de manera rutinaria sin que sea necesario hacerle a la bomba un arranque breve. Esto incluye el cambio entre las unidades designadas para la operación inmediata o listas para entrar en operación con aquéllas designadas como de respaldo, el arranque de las unidades de reserva y el arranque de las unidades de emergencia, etc. Las unidades que se mantienen fuera de operación deben arrancar u operarse cada 9 a 12 meses y de manera alternada.

8. Si existiera un sistema de lubricación instalado el mismo debe emplearse de la siguiente manera:

- a) Durante el arranque inicial o luego de cambiar el aceite, opere la bomba por varios minutos para desalojar el aire que estuviera atrapado en las tuberías. Ajuste la válvula de alivio en la bomba auxiliar de manera que genere 25 psi (1,76 kg/cm²) de presión de aceite en el sistema.
- b) El propósito del sistema auxiliar es suministrar aceite antes de que el motor principal arranque. Debe operar por un mínimo de 5 segundos a un mínimo de presión antes de arrancar el motor principal. Es posible emplear los interruptores de presión y de retraso de tiempo sí se desea establecer una secuencia automática de arranque.
- c) Luego del arranque del motor principal, la bomba principal de lubricación dentro de la caja de engranajes es la que generará la presión de aceite. Se debería de observar un aumento de la presión de aceite. Apague la bomba auxiliar al cabo de dos minutos del arranque de la bomba principal.

- 9, Ajuste el flujo del fluido de enfriamiento del intercambiador de calor para regular así la temperatura en el sumidero de la caja de engranajes entre 140° y 160°F (60° y 71°C). Aproximadamente tomará una hora lograr estabilizar la temperatura.

La temperatura máxima recomendada es de 180°F (82°C)

Control de la bomba en el arranque

A fin de garantizar el control de la bomba durante el arranque, siga los procedimientos de arranque correspondientes a la configuración que usted desee.

Operación sencilla

Arranque la bomba con la válvula de succión abierta mientras que al mismo tiempo regule con la válvula de descarga. Lo anterior asegura que la bomba alcance el punto correspondiente al caudal de operación de diseño.

Si el fluido del proceso se encuentra cercano a su presión de vapor, entonces abra la cavidad de venteo del sello del recipiente de suministro de manera que la bomba se llene de líquido.

Operación en paralelo

A fin de evitar el flujo de retorno, coloque válvulas de bloqueo en la tubería de descarga correspondiente a cada bomba.

Nota: Sundyne recomienda instalar circuitos de desvío independientes en torno a cada

bomba para así disponer de una mayor flexibilidad operacional.

1. Arranque la primera unidad en la forma antes descrita para las unidades simples.
2. Arranque la segunda unidad con la válvula de desvío dispuesta de manera tal que se mantenga el caudal por encima del valor del caudal mínimo.
3. Abra la válvula de descarga de la segunda unidad de manera tal que se mantenga el caudal de diseño correspondiente a cada unidad.

Nota: *No opere las unidades a su máximo pico de capacidad de cabeza.*

Sundyne recomienda utilizar el control de flujo independiente para cada bomba para así proporcionar un rango de flujo mínimo más bajo que el que se puede obtener utilizando el control de presión.

OPERACIÓN & CONTROL

Operación de las bombas Sundyne

En condiciones normales de operación es necesario tomar en cuenta varios factores para garantizar así la operación adecuada de la bomba. Los operadores experimentados en bombas son concientes de los factores perjudiciales y sus consecuencias.

Condiciones en la succión

La causa más común de operación inadecuada en las bombas centrífugas es el flujo inapropiado de líquido en el impulsor. Para evitar que se produzcan turbulencias en el ojo del impulsor se deben cumplir dos condiciones.

- Tener una adecuada tubería de succión, vea la sección de tubería de succión.
- Que el líquido que alcance el ojo del impulsor tenga una presión de vapor lo suficientemente alta como para evitar que se convierta a gas en el impulsor. Si se da la condición anterior, se producirá la cavitación, que puede provocar daños en el impulsor e inductor. Cuando se produce la cavitación en las bombas centrífugas, la misma se hace notar por un ruido que se parece como si se estuviera "bombeando grava". En las bombas de alta velocidad y de una sola etapa, este sonido puede ser imperceptible. La cavitación se puede evitar si se mantiene una presión en la succión que sea lo suficientemente alta y una temperatura lo suficientemente baja como para mantener un cabezal neto positivo de succión disponible ($NSPH_a$) mayor que el cabezal neto positivo de succión requerido ($NSPH_r$) por las bombas.

Condiciones mínimas del flujo

Las bombas centrífugas presentarán vibración y ruido durante la operación si se dan algunas de las siguientes condiciones:

- Separación del flujo interno
- Recirculación durante las condiciones de bajo flujo.

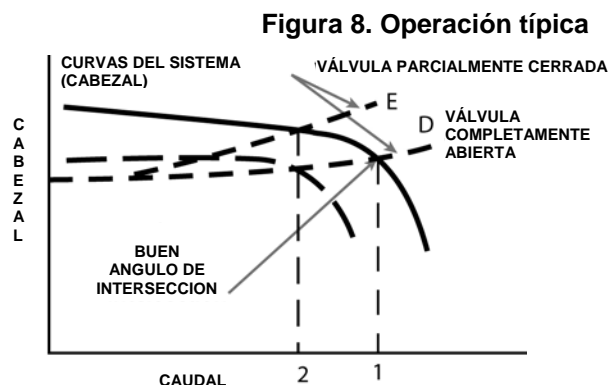
Si el operador se percata de la existencia de ruido o vibración excesivos, la operación debe detenerse hasta establecer la causa y rectificar la condición. Si la operación continúa, la bomba podría sufrir daños. La resonancia en la línea de descarga puede acentuar el ruido, vibración y el daño en la bomba, en especial cuando se ubica la válvula de control muy retirada de la salida de la bomba.

Gases atrapados

Los gases succionados junto con el líquido reducen el cabezal y la capacidad de las bombas centrífugas. En condiciones normales de operación, las bombas centrífugas toleran hasta un 2% de gas (en volumen). Los gases atrapados pueden ocasionar daños en los sellos mecánicos, exceptuando a los sellos dobles. En caso de que se presenten gases atrapados, contacte a Sundyne para recibir más instrucciones al respecto.

Curva del cabezal del sistema

El punto de encuentro entre la curva del sistema y la curva característica de la bomba determina el caudal en el que tiene que operar la bomba centrífuga. Para que el flujo sea estable, la curva del sistema debe cortar la curva característica de la bomba en un ángulo significativo. Los ejemplos de los ángulos satisfactorios e insatisfactorios se ilustran en el diagrama a continuación.



Nota: La curva de la bomba A posee un ángulo de intersección significativo con las curvas de los sistemas D y E. La curva del sistema D puede representar un sistema con la válvula de control totalmente abierta, y la del sistema E podría representar el mismo sistema pero con una válvula de restricción y control de flujo cerrada para disminuir el flujo del caudal 1 al caudal 2. La curva B de la bomba, por otro lado, sólo genera caudal 2, incluso con la válvula de control totalmente abierta (curva D). Cuando la válvula de control se cierra parcialmente para generar la curva E del sistema, la curva E y la curva inferior de la bomba B corren prácticamente paralelas. La falta de un ángulo de intersección significativo implica que el caudal del sistema es inestable. Probablemente el caudal de la bomba estará sin dirección y a la deriva y no responderá a la posición en que se encuentre la válvula de control.

Operación en paralelo

Maximizar el control es crítico cuando las bombas operantes están en paralelo. Una bomba puede dominar a la otra con respecto al cabezal en un flujo total inferior. Si dos bombas se encuentran interconectadas en sus cabezales de descarga por un múltiple sencillo y sin restricción, el cabezal de la descarga de una de las bombas se impone al de la otra. Todas las bombas ven el mismo cabezal de descarga en todo momento. Esta situación se ilustra en los diagramas a continuación.

La Figura que ilustra la operación en paralelo muestra las curvas características de dos bombas designadas como A y B.

Dado que no existen dos bombas que se desempeñen de forma igual e idéntica, se asume que la bomba A genera un poco más de cabezal que la bomba B. Las bombas están configuradas con un múltiple común como así lo evidencia el diagrama correspondiente a las Unidades en paralelo con válvula común.

Figura 9. Operación en paralelo

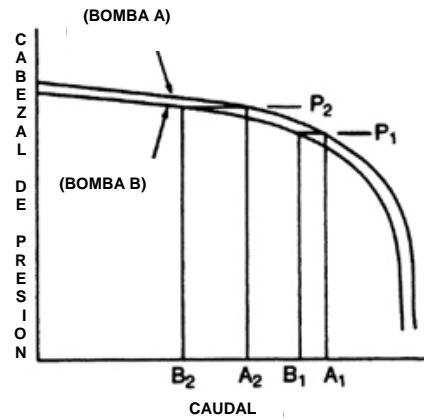
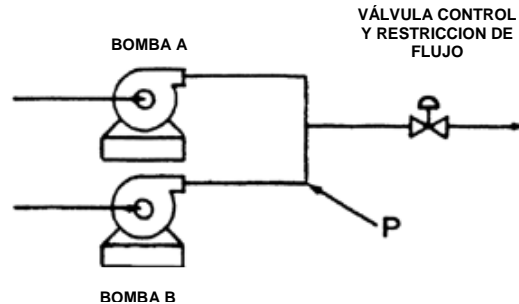


Figura 10. Unidades en paralelo con válvula común



La presión en el múltiple se fija en P1; el caudal a través de la bomba A se indica como A1 en la curva precedente. Al mismo tiempo, el caudal a través de la bomba B se indica como B1. Sin embargo, si la válvula de restricción y control de flujo se cerrara para aumentar la presión en el múltiple de P a P2, entonces el caudal a través de la bomba A y la bomba B sería A2 y B2, respectivamente. Si la válvula de restricción y control de flujo se cerrara aún más, la bomba B dejaría de bombear por completo. Ya que la bomba B se quedaría sin cabezal, el fluido en ella se calentaría y entraría en ebullición. A medida que se produce la ebullición interna, podría haber presencia de baches intermitentes de líquidos y sería probable que la bomba sufra daños. La situación anterior se puede evitar si se selecciona un adecuado sistema de control.

Desarme de la LMV-311

PASO 1

Remueva el equipo y las piezas adjuntas y levante el motor despegándolo de la caja de engranajes. Quite las tuercas de los pernos del cuerpo de la bomba. Levante la caja de engraje y el compartimiento de sellos fuera del cuerpo de la bomba.

Nota: Asegúrese de que el impulsor esté protegido de entrar en contacto con objetos que pudieran dañarlo.



Izamiento de la caja de engranajes al sacarla del cuerpo de la bomba.

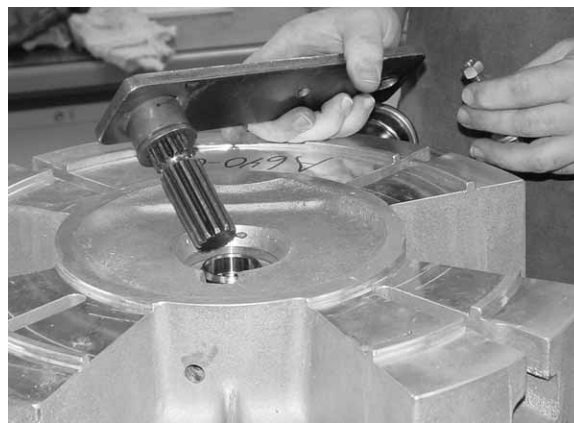
PASO 2

Remueva la tapa de venteo de la caja de engranajes.



PASO 3

Instale el dispositivo anti-rotación para evitar que gire el impulsor.



Instalación del dispositivo anti-rotación

Nota: Coloque la caja de engranajes sobre una superficie y coloque el impulsor cara arriba.

PASO 4

Remueva la tuerca del inductor o del impulsor.

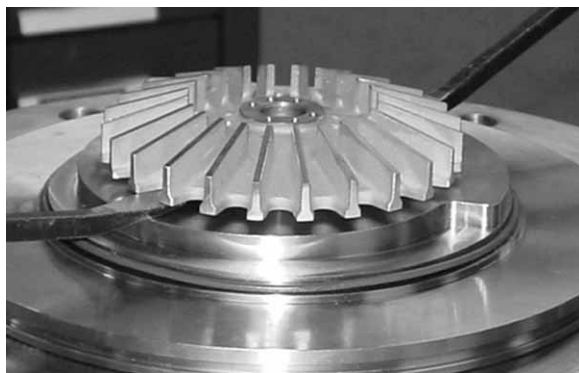
Nota: Rosca izquierda.



PASO 5

Remueva el anillo de impulsor usando las herramientas de extracción.

Nota: El impulsor está dinámicamente balanceado y debe sustituirse o re-balancearse si muestra algún daño.



PASO 6

Remueva la cubierta del difusor con las herramientas de extracción.

Nota: El surco en el lado de la cubierta del difusor es para extraer, no es para colocar un anillo O.



PASO 7

Remueva el anillo de acoplamiento del sello mecánico.





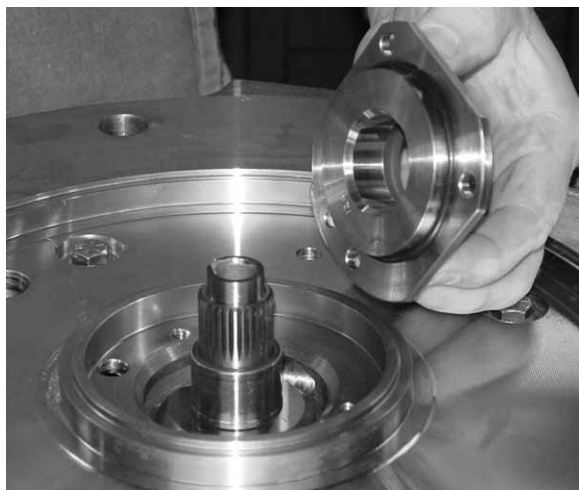
El anillo de acoplamiento debería deslizarse y salir enseguida.

PASO 8

Remueva el sello mecánico inferior.

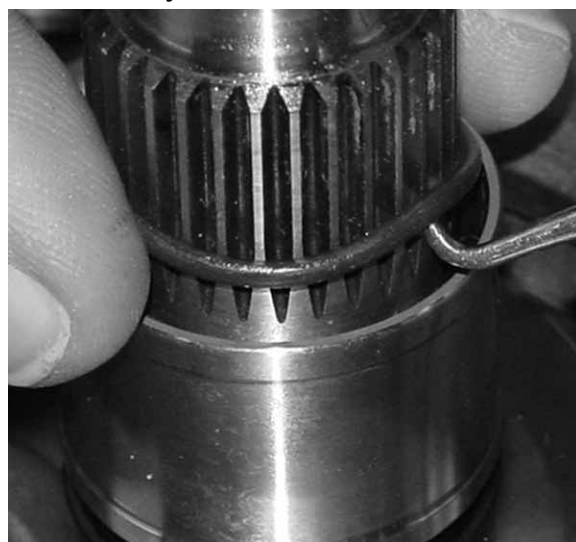


Remueva los tres tornillos con cabezal hexagonal y las arandelas.



PASO 9

Remueva la camisa inferior del eje y los anillos O colocados arriba y abajo de la camisa del eje.



Use una herramienta para la extracción a fin de deslizar los anillos O hacia arriba del eje.



Observe la camisa del eje próxima al anillo O lateral del impulsor.

PASO 10

Remueva el anillo de acoplamiento tándem.



Use herramientas de extracción para deslizar hacia arriba y sobre el eje.

PASO 11

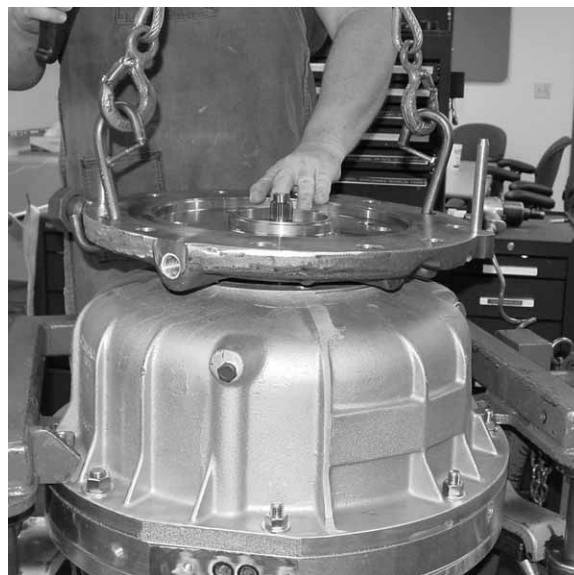
Remueva los cuatro pernos que retienen el compartimiento de sellos.



PASO 12

Remueva el compartimiento de sellos.

Nota: Use ganchos o argollas "S" y un aparejo para izamiento siempre que pueda hacerlo y de esa forma evite lesiones personales.



Levante el compartimiento de sellos con un dispositivo de izamiento.

PASO 13

Voltee el compartimiento de sellos y remueva el sello superior del compartimiento de sellos.



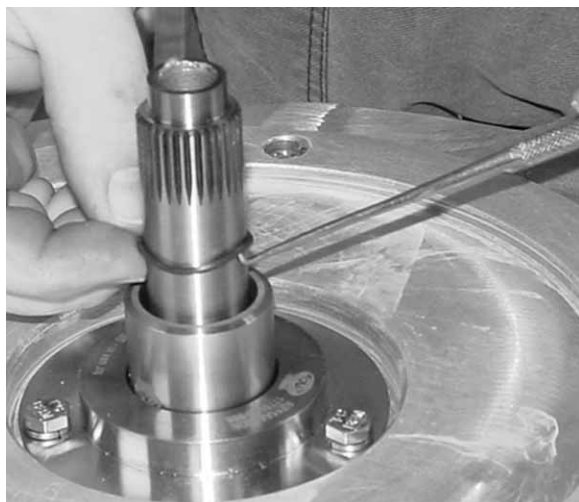
Remueva los tres tornillos con cabezal hexagonal y las arandelas.



Sello mecánico superior.

PASO 14

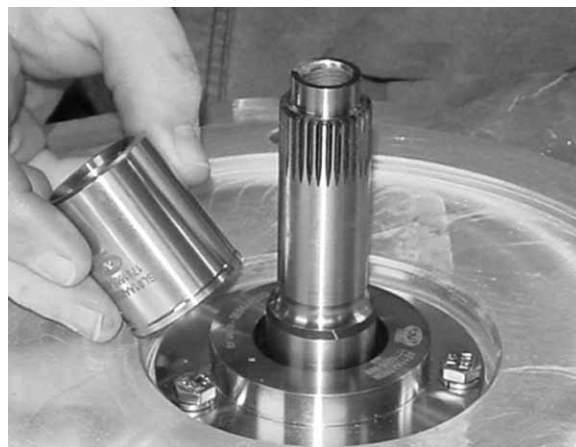
Remueva el anillo O de la camisa superior del eje.



Use la herramienta de extracción para remover el anillo O.

PASO 15

Remueva la camisa superior del eje.



PASO 16

Remueva los tornillos del sello de la caja de engranajes y el sello de la caja de engranajes.



Remueva los tres tornillos con cabezal hexagonal.



Nota: El sello mecánico de la caja de engranajes se puede reemplazar o reconstruir.

PASO 17

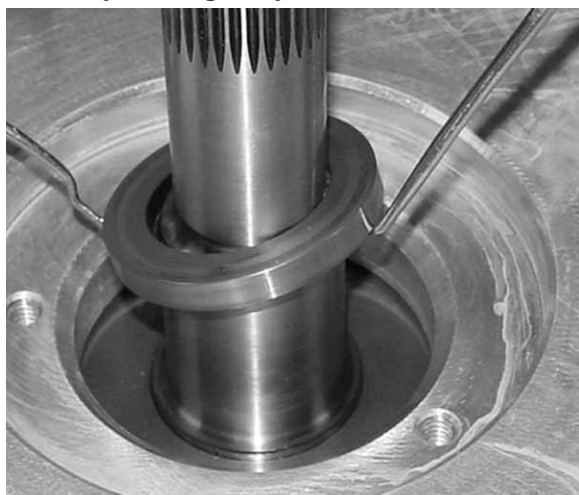
Remueva el anillo O del sello de la caja de engranajes.



Use una herramienta de extracción para remover el anillo O.

PASO 18

Remueva el anillo de acoplamiento del sello de la caja de engranajes.



Remueva el anillo de acoplamiento con herramientas de extracción.

PASO 19

Invierta la caja de engranajes y remueva la conexión de relleno y venteo.



Use primero una llave de tubo para remover el codo de la tubería de $\frac{3}{4}$ de pulgada. Luego, use la llave de tubo para aflojar la tubería y sacarla de la caja de engranajes.



Extraiga el tubo de relleno y venteo de la caja de engranajes.

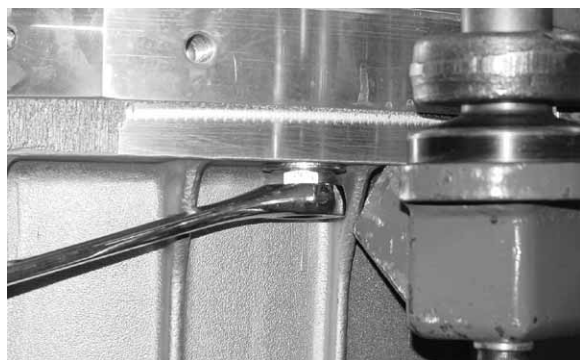
PASO 20

Afloje y remueva los pernos de la caja de engranajes, (7 en total).



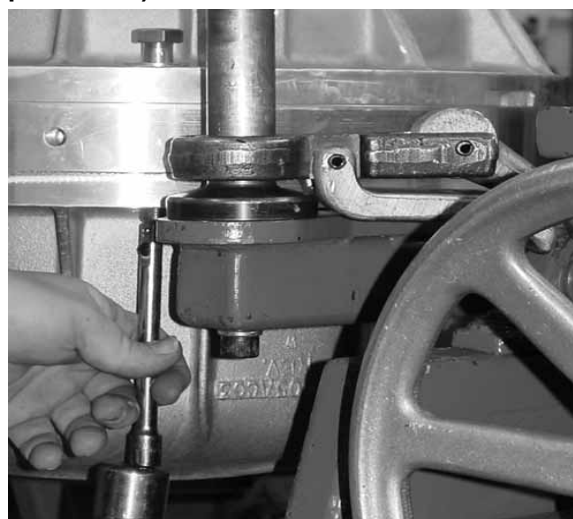
PASO 21

Afloje los pasadores de alineación con tolerancia estrecha.



PASO 22

Empuje los pasadores de alineación de tolerancia estrecha hacia afuera, (2 pasadores).



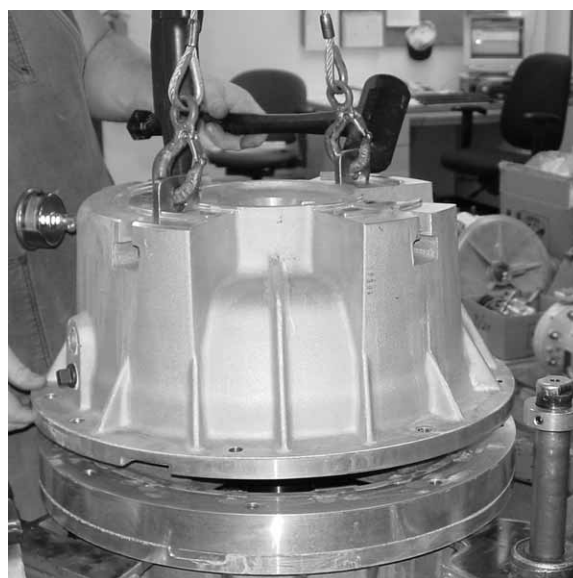
Use un martillo para darle empuje al pasador y sacarlo.

PASO 23

Remueva la carcasa superior de la caja de engranajes.

Puede hacer uso de un mazo para golpear alrededor del borde de la carcasa y aflojar el eje intermedio y hacer que la carcasa salga con mayor facilidad.

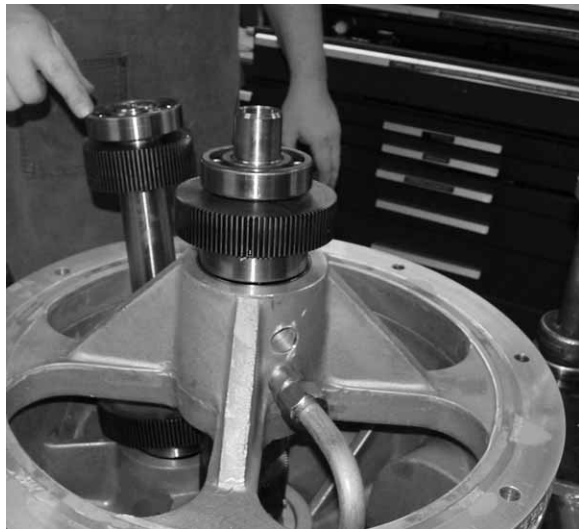
Nota: Use ganchos o argollas y un dispositivo de izamiento siempre que pueda y evite así las lesiones personales.



PASO 24

Remueva el ensamblaje del eje intermedio.

Remover el ensamblaje del eje intermedio hace que se liberen los engranajes superiores del eje intermedio y del eje de entrada.



El técnico señala al eje intermedio.

PASO 25

Remueva el ensamblaje del eje de entrada.



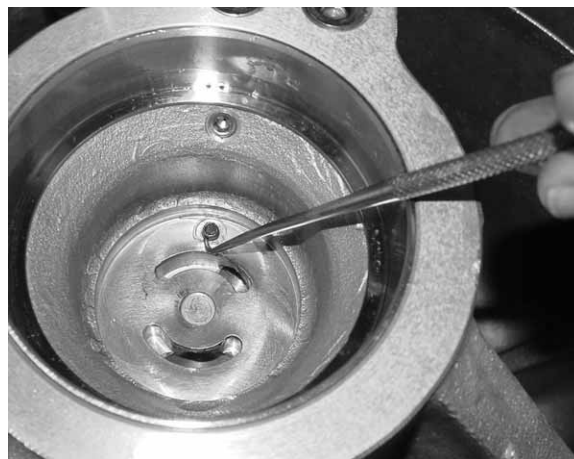
PASO 26

Remueva el resorte de la bomba y la bomba de lubricación.



PASO 27

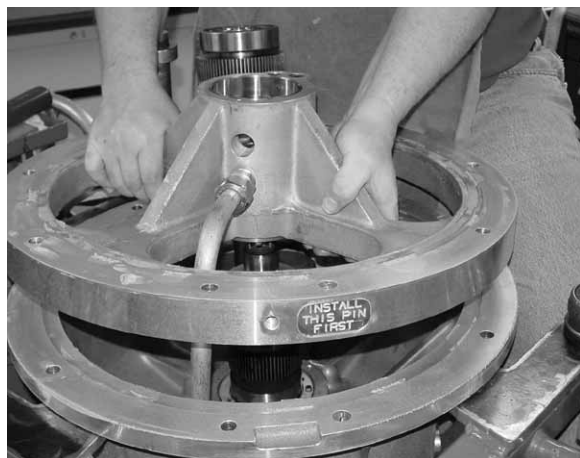
Inspeccione el estado del pasador anti-rotación de la bomba de lubricación.



La herramienta de extracción toca el pasador anti-rotación.

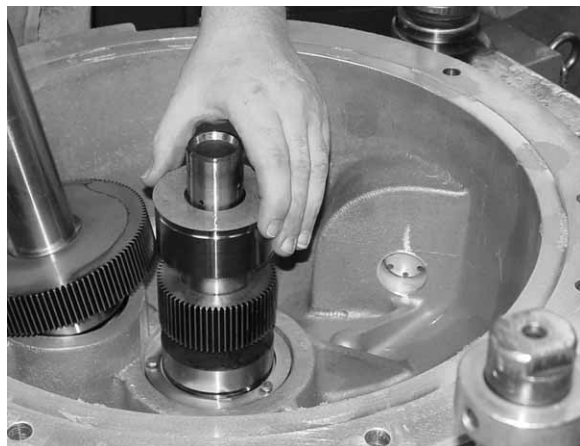
PASO 28

Remueva la placa de rodamiento.



PASO 29

Remueva e inspeccione la arandela de empuje superior.



La arandela se deslizará fuera del eje.

PASO 30

Remueva el ensamblaje del eje intermedio.



PASO 31

Remueva el ensamblaje del eje de alta velocidad.



PASO 32

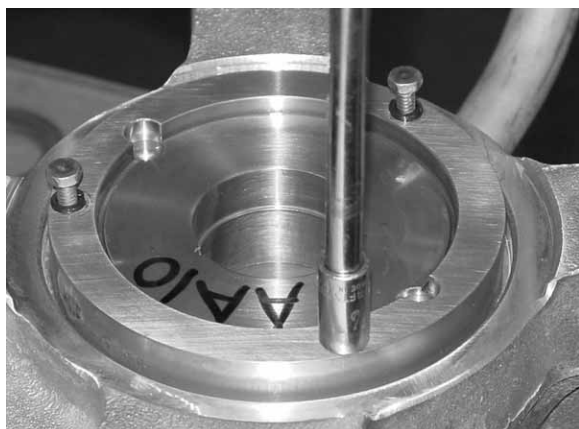
Remueva e inspeccione la arandela de empuje inferior.



Inspeccione el cojinete superior y vea si presenta daños o evidencia de desgaste excesivo.

PASO 33

Remueva e inspeccione el cojinete superior luego de removerlo de la placa de rodamientos.



Desenrosque los tres tornillos con cabezal hexagonal.

PASO 34

Remueva el sello de labio del eje de entrada.



Use los dedos para remover el rodamiento del cojinete.

PASO 35

Remueva el tubo del sumidero.



PASO 36

Remueva el rodamiento del cojinete inferior.



Repita el paso 33 para remover el rodamiento del cojinete inferior.

PASO 37

Remueva las cuñas espaciadoras del rodamiento inferior.



PASO 38

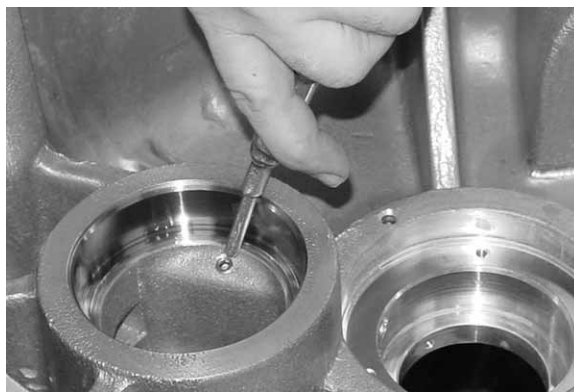
Remueva los inyectores de aceite existentes en la carcasa superior e inferior.



Use una llave hexagonal para remover los inyectores de aceite.

PASO 39

Sople el pasadizo de lubricación.



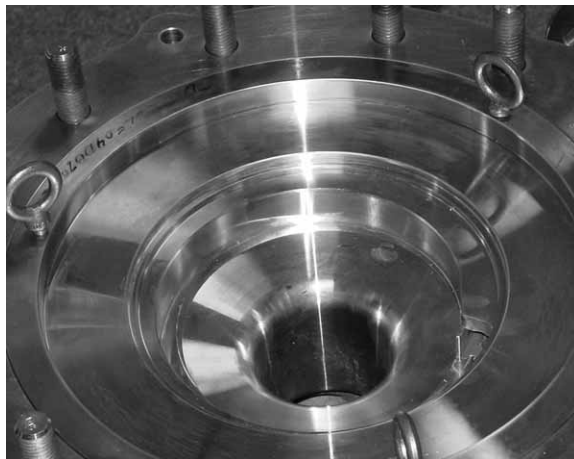
Usar una herramienta para soplar los pasadizos de lubricación.



Soplado los pasadizos de lubricación.

PASO 40

Remueva el difusor del cuerpo de la bomba.



Instale tres argollas de 5/16 en el difusor para izar el difusor fuera del cuerpo de la bomba.

PASO 41

Proceda a izar y separar el difusor del cuerpo de la bomba.

Nota: *Use un dispositivo de izamiento siempre que pueda hacerlo ya que así evitará lesiones personales.*



Inspección, limpieza y reparación

Inspeccione todos los rodamientos y cojinetes



Reemplace los rodamientos si:

- Han estado en operación más de tres años.
- Si la rotación no es fluida y suave
- Si los diámetros externos están gastados

Nota: Sólo reemplace los rodamientos por los reemplazos aprobados por el fabricante. Los rodamientos no autorizados pueden comprometer la integridad mecánica de la caja de engranajes y de la bomba.

Nota: Remítase a la Sección de especificaciones del manual para ver las tolerancias de los rodamientos, cojinetes y de los ejes.

Eje de alta velocidad

Inspeccione el eje de alta velocidad en las áreas de contacto con la arandela de empuje y el cojinete. Reemplace el ensamble del eje y del engranaje si:

- El diámetro externo es menor a 1,4960 pulgadas
- Si el eje tiene material del rodamiento o de la arandela en su superficie

- Evidencia de las señales de sobrecalentamiento.
- Evidencia de desgaste a una profundidad mayor a 0,001" (0,03mm)

Inspeccione las arandelas de empuje superiores e inferiores o el conjunto de cojinetes con almohadilla basculante. Si el metal está proyectado en los surcos radiales de lubricación de la cara de la arandela, coloque una arandela nueva. Si las almohadillas basculantes no pivotan libremente o si presentan la evidencia de toma de metal o sobrecalentamiento, instale un nuevo ensamble de cojinetes.

Nota: El "juego" de tolerancia radial del eje de alta velocidad puede ser de hasta 0,011 pulgadas (0,28mm) debido a la holgura existente entre los cojinetes. Si lo anterior no fuera así, verifique la rectitud del eje al ensamblar la caja de engranajes. Para verificar la rectitud del eje se debe montar en Bloques en V, sobre el área de contacto con los cojinetes y hacerlo girar y tomar la lectura de excentricidad y desplazamiento en el lado de acople con el impulsor para verificar que concuerde con (0,0018 pulgadas TIR máx.).

Sello mecánico de la caja de Engranajes

Inspeccione los sellos atentamente y vea si hay partículas abrasivas, desgaste excesivo de la cara del sello y si la arandela de la cara del sello evidencia alguna torsión.

Sustituya o reconstruya los sellos mecánicos defectuosos. Los sellos mecánicos defectuosos se pueden reconstruir si se reemplazan las arandelas de la cara del sello, los anillos de cuña, los anillos O y los resortes. Tenemos disponibilidad de juego de reparación de sellos.

Sustituya o pule la cara rotativa del sello si el surco de desgaste está áspero y rugoso o si presenta un desgaste más profundo que 2 anchos de banda de helio.

Se puede rebajar un espesor combinado máximo de un total de 0,010 pulgadas (0,25mm) de las superficies de las caras rotativas de la bomba y de la caja de engranajes. Si se rebaja

más material resultaría en una carga incorrecta en la cara del sello, causando un incremento en la fuga por el sello.

Elimine las irregularidades en las superficies del extremo de la camisa del eje inferior y en la maza del impulsor para garantizar así que la cara rotativa no se distorsione por la fuerza de sujeción del perno del impulsor.

Vuelva a armar los sellos, el buje de retención, si se usa, el compartimiento de sellos y el impulsor, empleando para ello un juego de reparación de anillos O. Todos los anillos O que hubieran sido manipulados durante el desarme deben sustituirse. Durante el reensamble, preste atención a los valores de torsión indicados en la Tabla 11,

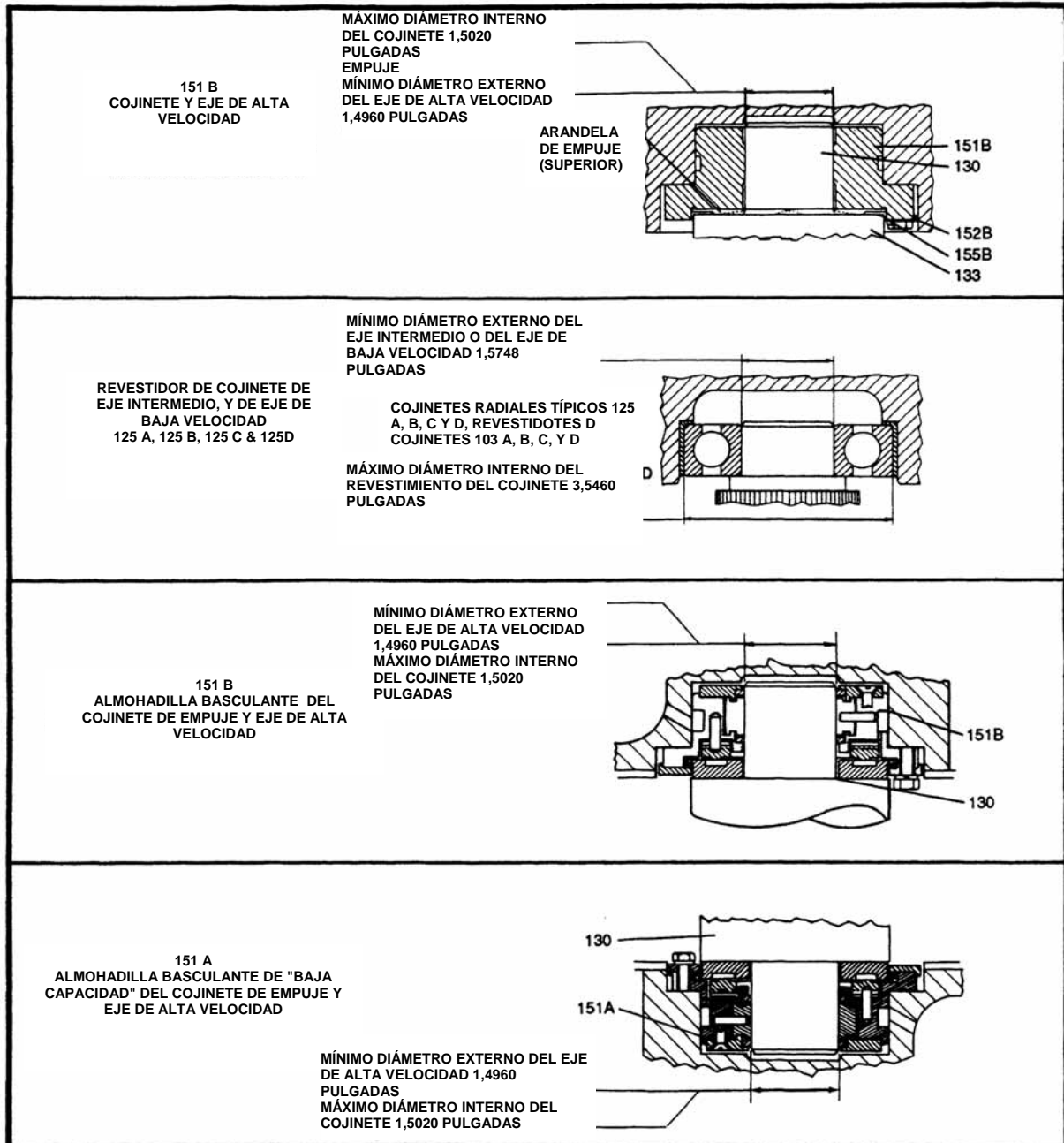
Puede que el impulsor roce contra el plato que cubre al difusor (15) a menos que los anillos O (936D y 936E) estén comprimidos por el efecto del ajuste de las tuercas hexagonales (914A). Inspeccione la entrada del eje a la caja de engranajes y vea si hay libertad de rotación una vez que se haya armado la bomba y se hayan ajustado todos los pernos de acuerdo con la Tabla 11,

Camisa del eje

Elimine las irregularidades en las superficies de los extremos de la camisa del eje inferior o en la maza del impulsor para garantizar así que la cara rotativa no se distorsione por la fuerza de sujeción del perno del impulsor. Asegúrese de que las caras del extremo de la camisa del eje tengan un grado de paralelismo dentro de 0,0003" (0,0076mm).

Tolerancias del rodamientos, cojinetes y del ejes

Figura 11, Tolerancia del eje y del rodamiento



Reensamble de la LMV-311

PASO 1

Inserte cuñas espaciadoras debajo del cojinete inferior.



PASO 2

Instale el cojinete inferior.



Inserte 3 tornillos con cabezal hexagonal.

Nota: Ejerza una torsión de hasta 40 pulgadas-libras

Nota: La foto anterior muestra una arandela de empuje ya instalada encima del cojinete.

PASO 2 Continuación



Nota: Uso de una llave de torsión para ajustar las tuercas.

PASO 3

Instale una arandela de empuje inferior si es que ya no fue instalada.



PASO 4

Instale el ensamble del eje de alta velocidad.



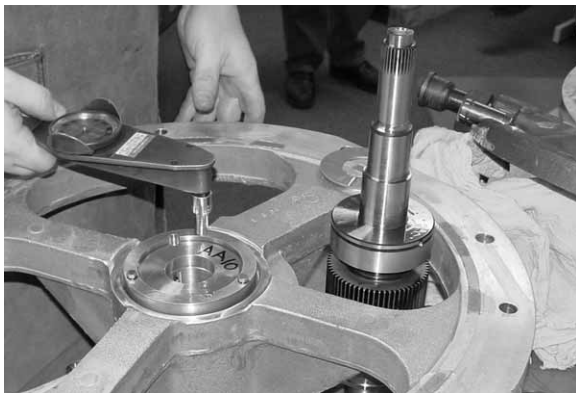
PASO 5

Vuelva a instalar el tubo del sumidero en la placa de rodamientos.



PASO 6

Vuelva a instalar el cojinete superior en la placa de rodamientos.



Nota: Ajuste los tornillos con cabezal hexagonal hasta obtener una torsión de 40 pulgadas-libras.

PASO 7

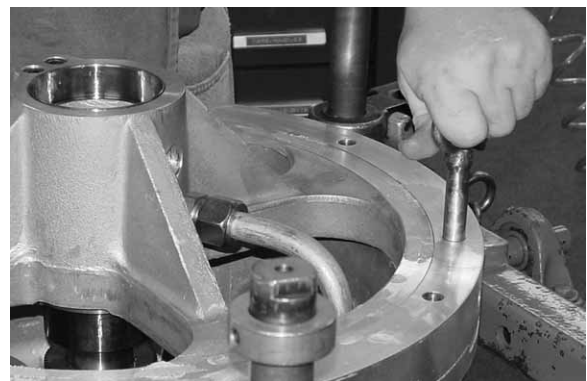
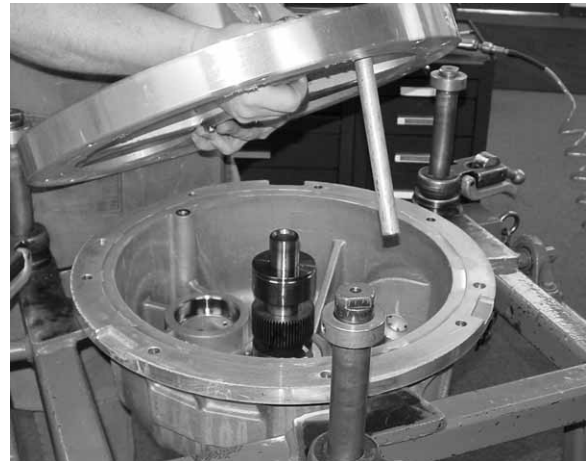
Instale una arandela nueva de empuje.



La arandela de empuje es el disco plateado en el centro.

PASO 8

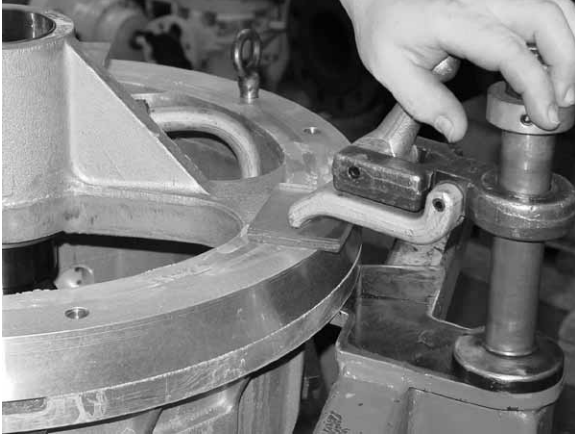
Instale la placa de rodamientos sin empaquetadura empleando para ello los pasadores para la alineación.



Uso de los pasadores de alineación para instalar la placa de rodamientos temporalmente.

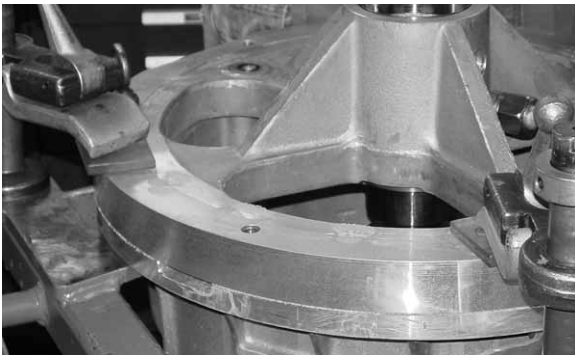
PASO 9

Prese la placa de rodamientos contra la carcasa inferior de la caja de engranajes.



Sujeción de la placa de rodamientos a la carcasa.

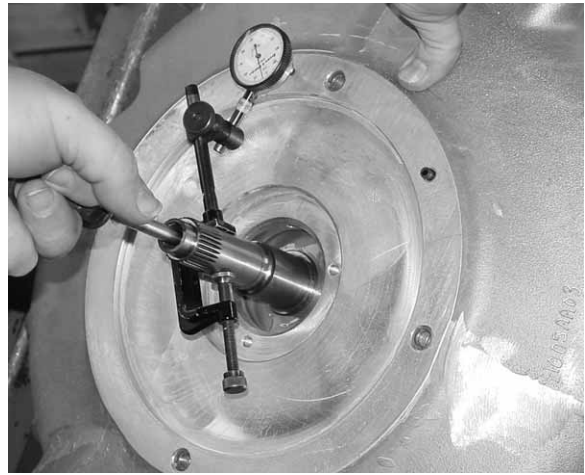
Nota: Se puede utilizar una prensa tipo "C" para llevar a cabo esta tarea.



PASO 10

Inspeccione la holgura (holgura) en el eje de alta velocidad.

Nota: La tolerancia de la holgura (holgura) debe estar comprendida entre 0,015" +/- 0,002"



Medición de la holgura del Eje de alta velocidad.

Nota: Para ver la totalidad de la información a fin de chequear la holgura, remítase a los "Procedimientos para el Chequeo de la Holgura en el Eje de Alta Velocidad" más adelante en el presente manual.

PASO 11

Remueva la placa de rodamientos e instale la empaquetadura en la carcasa inferior y el anillo O en el paso del lubricante.



PASO 12

Lubrique los cojinetes, el eje de alta velocidad, la cara del cojinete/ arandela de empuje con el lubricante estándar para la caja de engranajes.



Lubrique el eje de alta velocidad.

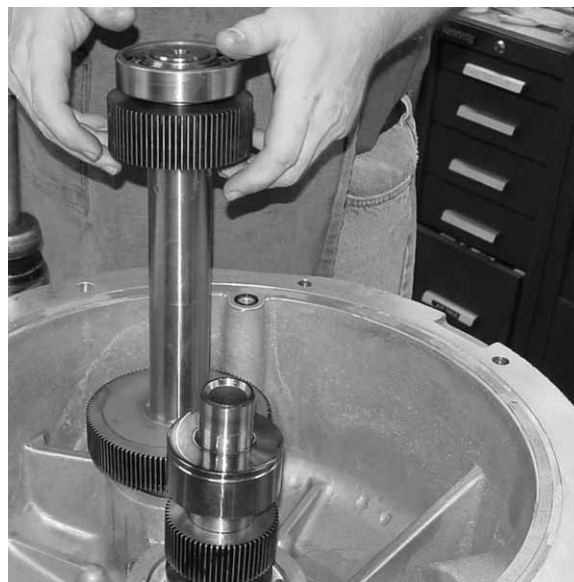
PASO 13

Lubrique el rodamiento intermedio inferior.



PASO 14

Instale el ensamble del eje intermedio.

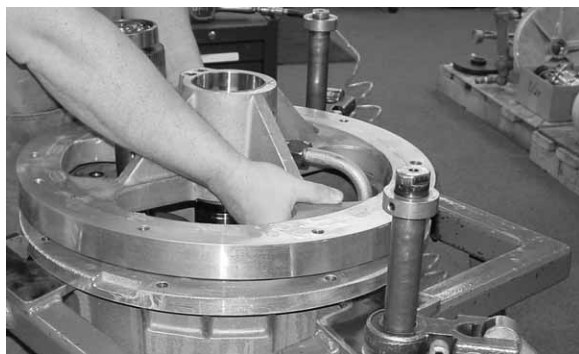


Nota: El ensamble del eje intermedio está asentado con una ligera inclinación para permitir la instalación de la placa de rodamientos.



PASO 15

Instale la placa de rodamientos.



PASO 16

Instale la bomba de lubricación.



PASO 17

Instale el resorte de la bomba.



El resorte de lubricación se asienta en el interior de la bomba de lubricación.

PASO 18

Lubrique la bomba de lubricación.

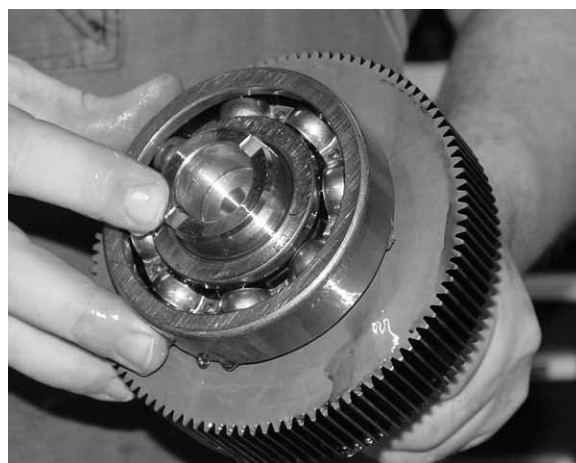


PASO 19

Instale el ensamble del eje de entrada.



Nota: Observe las ranuras de entrada para los pasadores del elemento motor de la bomba de lubricación.



PASO 20

Empuje y presione sobre el eje de entrada para verificar que los pasadores del elemento motor hayan caído en posición.



PASO 21

Fije el ensamble del eje intermedio en posición y enganche los engranajes de entrada.



PASO 22

Lubrique los rodamientos del eje de entrada y los rodamientos superiores del eje intermedio.



PASO 23

Instale la empaquetadura de la carcasa superior y el anillo O.

PASO 24

Instala la carcasa superior de la caja de engranajes.

Nota: Baje atentamente la pieza de manera que los rodamientos calcen adentro de los revestimientos de rodamientos.



Nota: Use un dispositivo de izamiento siempre que pueda y así prevenir las lesiones personales.

PASO 25

Instale los pasadores de alineación de tolerancia estrecha.



Nota: *Instale el primer pasador así como se señala en la placa de rodamientos..*

PASO 25 Continuación



PASO 26

Instale un nuevo sello de labio.

Nota: *Use la herramienta para la instalación de sello de labio #T-H006AA-47,*



Colocación del sello de labio en la herramienta para la instalación del sello del labio.

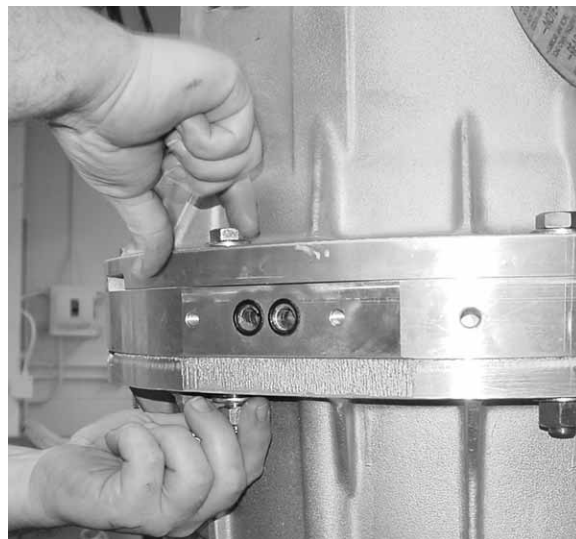
PASO 26 Continuación



Instalación del sello de labio.

PASO 27

Instale el resto de los pernos con cabezal hexagonal de la caja de engranajes.



Instale las arandelas y las tuercas en los pernos de la caja de engranajes.

Nota: *Imprima la torsión de 65 pies-libras.*

PASO 28

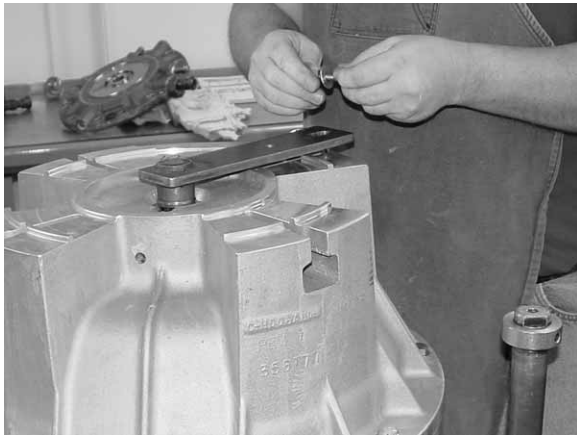
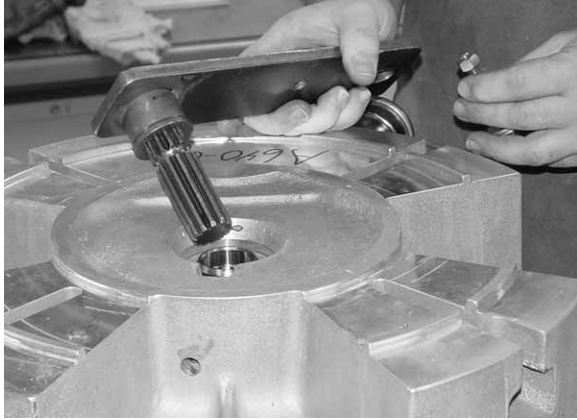
Instale el arreglo para relleno y venteo.

Nota: *Use el compuesto de pasta para tuberías en todas las roscas. Utilice una llave de tubo para ajustar la conexión una vez que ya esté en su lugar.*



PASO 29

Instale el dispositivo anti-rotación del eje para impedir que el impulsor gire.



PASO 30

Voltee la caja de engranajes.



PASO 31

Instale el sello de acoplamiento de la caja de engranajes.



PASO 32

Instale el anillo O para el sello de acoplamiento de la caja de engranajes.



PASO 34

Instale el sello de la caja de engranajes.



PASO 33

Instale el anillo O para el sello de la caja de engranajes en el sello de la caja de engranajes.



PASO 35

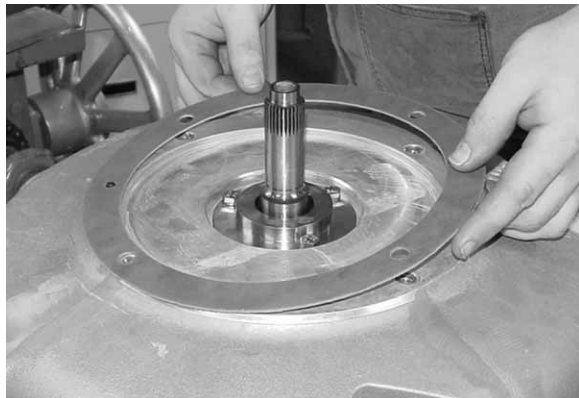
Instale en el sello de la caja de engranajes los tres tornillos con cabezal hexagonal.

Nota: Imprímale la torsión a las tuercas de 75-80 pulgadas-libras.



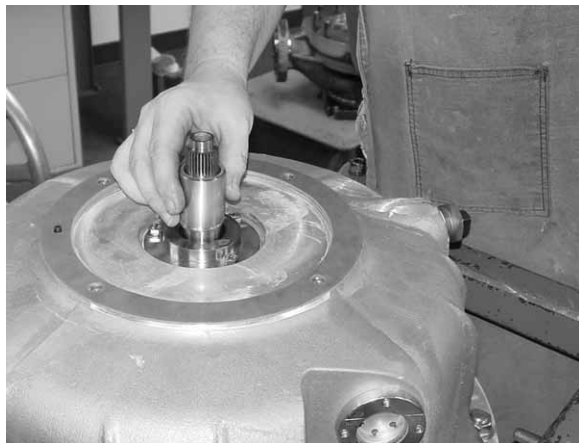
PASO 36

Instale la empaquetadura del aislamiento térmico.



PASO 37

Instale la camisa del eje superior.



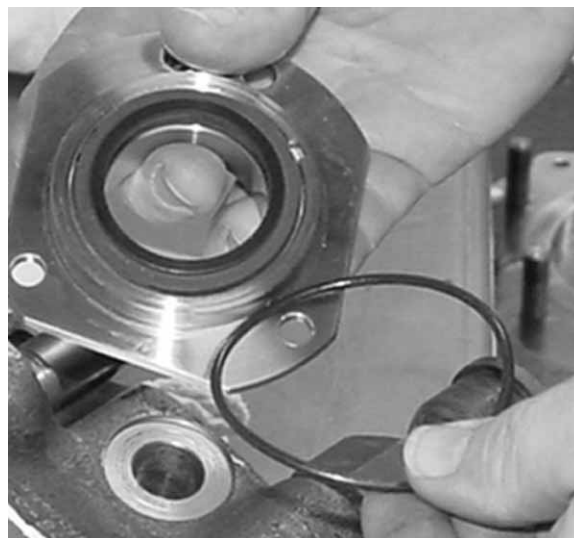
PASO 38

Instale el anillo O del eje superior.



PASO 39

Vuelva a colocar el sello mecánico.



Instale el anillo O en el sello mecánico.

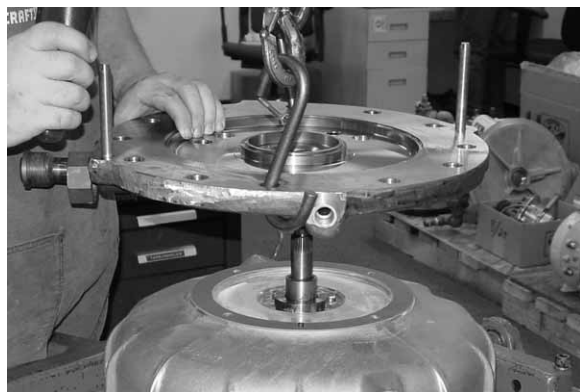
Nota: Ajuste los tres tornillos con cabezal hexagonal con torsión de 95 a 102 pulgadas-libras.



PASO 40

Instale el compartimiento de sellos.

Nota: Use ganchos en "S" o argollas o un dispositivo de izamiento siempre que pueda y prevenga así las lesiones personales.



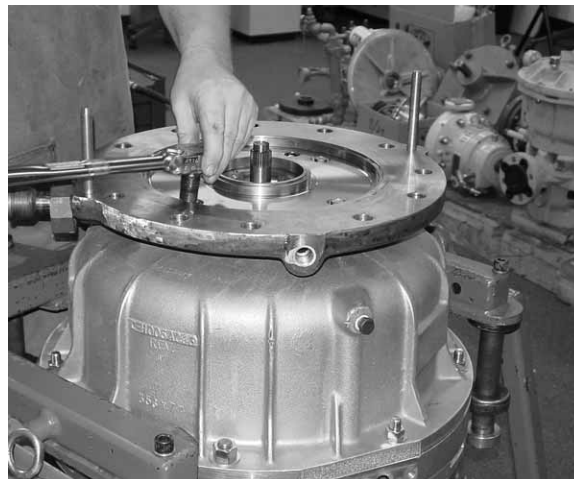
PASO 41

Instale los tornillos con cabeza de tuerca en el compartimiento de sellos.



Nota: Imprímale torsión a las tuercas de 35-40 pies-libras.

PASO 41 Continuación



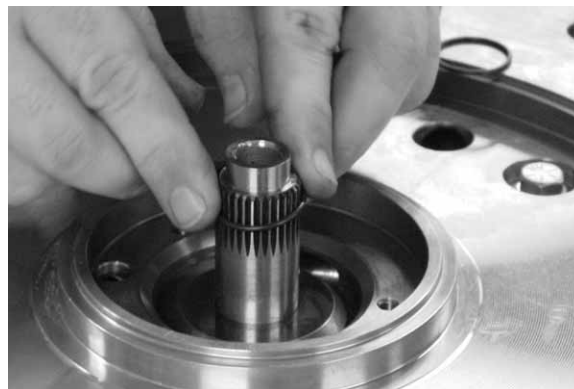
PASO 42

Instale el sello de acoplamiento superior



PASO 43

Instale los anillos O de la camisa del eje inferior.

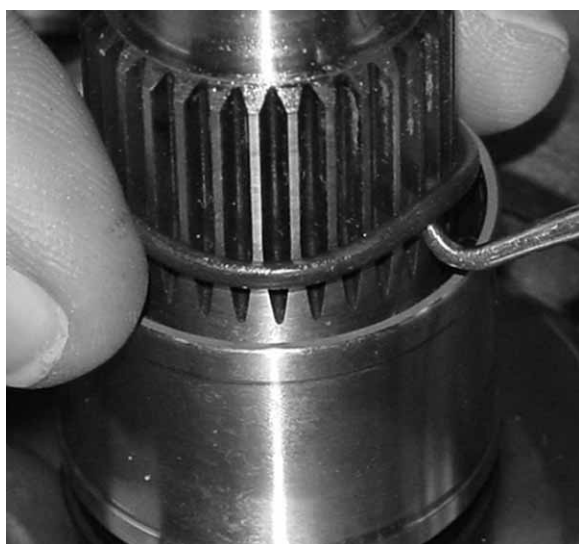


PASO 43 Continuación

Instale la camisa del eje inferior y los anillos O colocados arriba y abajo de la camisa.



Observe la camisa del eje próxima al anillo O lateral del impulsor.



PASO 44

Instale el sello y el anillo O del sello inferior.



PASO 45

Inserte los tornillos del sello inferior.

Nota: Apriete hasta alcanzar un grado de torsión de 95-102 pies-libras.



PASO 46

Instale el anillo de acoplamiento inferior.



PASO 47

Instale los anillos O del plato que cubre al difusor.



PASO 48

Instale el plato que cubre al difusor sobre la caja de engrajes.



Nota: Haga girar el plato que cubre el difusor de manera que el pasador enganche y se alinee con el orificio en el compartimiento de sellos.

PASO 49

Instale el anillo O del impulsor.



PASO 50

Instale el impulsor (propulsado por estrías).



PASO 51

Instale el inductor.

Nota: Acople a plenitud el vástago del inductor con el inductor mismo antes de proceder la instalación del ensamble.



Nota: Imprímale torsión al inductor de 36-40 pies-libras. Roca izquierda.

PASO 51 continuación



PASO 52

Reemplace el anillo O de la parte superior del difusor.



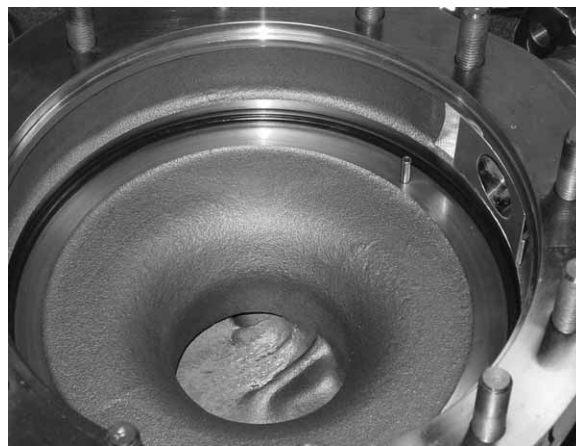
PASO 53

Instale al anillo O en la parte inferior del difusor.

Nota: Puede ser necesario el estiramiento del anillo del difusor inferior antes de la instalación.



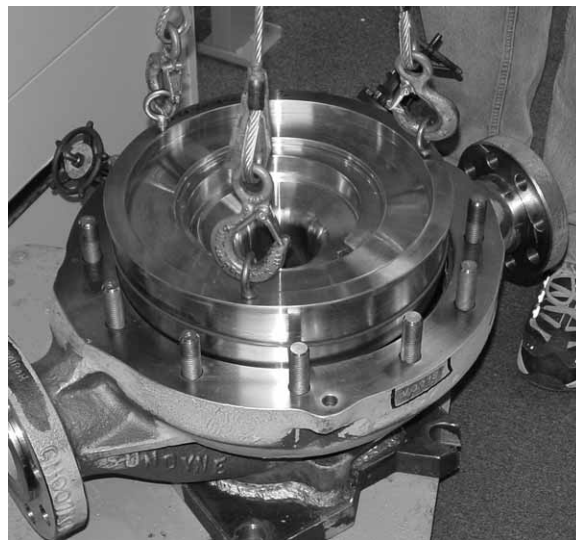
Paso 53 continuación



Anillo O del difusor inferior adentro del cuerpo de la bomba.

PASO 54

Baje nuevamente el difusor y colóquelo sobre el cuerpo de la bomba.



PASO 55

Instale el compartimiento de sellos y la caja de engranajes sobre el cuerpo de la bomba.



PASO 56

Instale las tuercas del cuerpo de la bomba sobre los pernos del cuerpo de la bomba.

Nota: Apriete hasta alcanzar una torsión de 250-275 pies-libras.



Nota: El impulsor puede rozar el plato que cubre al difusor hasta que los anillos O se compriman al apretar las tuercas hexagonales.

Nota: Cuando se instalen nuevos rodamientos antifricción, los rodamientos se deben presar contra el eje utilizando para ello una prensa que sólo entre en contacto con la carrera interna. Puede producirse daños en los rodamientos si se presiona sobre la carrera externa bien hacia adentro o hacia afuera. No debe existir una holgura mayor a las 0,001 pulgadas (0,03mm) entre los rodamientos, los espaciadores, los engranajes y los rebordes del eje.

Procedimiento de chequeo de la holgura del eje de alta velocidad

La holgura en el eje **TIENE QUE** medirse si se llega a reemplazar alguna de estas piezas:

- El ensamblaje del eje de alta velocidad
- La arandela de empuje
- La carcasa de salida
- Los cojinetes
- La placa de rodamientos

Sundyne recomienda chequear la holgura durante el reensamblaje.

Las cuñas espaciadoras son necesarias para que la holgura del eje sea la correcta.

Nota: todas las piezas deben estar secas y libres de aceite.

PASO 1

Instale el cojinete inferior (151A) en la caja de engranajes en la carcasa de salida de la caja de engranajes (101A). Sin que las cuñas espaciadoras estén instaladas, ajuste las tuercas (905M).

PASO 2

Instale el cojinete superior o el ensamblaje del cojinete (151B) en la placa de rodamientos (102). Sin que las cuñas espaciadoras estén colocadas, ajuste las tuercas (905N).

PASO 3

Si se utilizan, coloque tanto arandela de empuje superior como inferior (155B y 155A) en el cojinete superior y en el cojinete inferior, coloque el ensamblaje del eje de alta velocidad en la carcasa de salida de la caja de engranajes.

PASO 4

Instale la placa de rodamientos (102) empleando para ello dos pernos de gran diámetro (909C). No instale el anillo O ni la empaquetadura. Prese la placa de rodamientos contra la carcasa de salida empleando para ello dos prensas tipo "C" o pernos.

PASO 5

Con el eje en posición vertical, desplace el eje hacia arriba y hacia abajo y mida el total del juego longitudinal con un indicador o con un tornillo micrométrico para medir profundidad. El total del juego longitudinal debe estar entre $0,015 \pm 0,002$ -pulgadas ($0,38 \pm 0,05$ mm). Si el juego longitudinal no estuviera dentro de ese límite, calcule el espesor de la cuña que haría falta para colocar al eje dentro del rango apropiado de holgura. Seleccione la cuña con el espesor adecuado de la serie 158 de cuñas espaciadoras.

PASO 6

Remueva los pernos de alineación (909C) y la placa de rodamientos (102) con el cojinete superior (151B).

PASO 7

Remueva el eje de alta velocidad, las arandelas de empuje (si se usan) y el cojinete inferior.

PASO 8

Instale las cuñas espaciadoras que hagan falta en la carcasa de salida de la caja de engranajes y coloque de nuevo el cojinete inferior. Coloque los pernos de sujeción (905M) y ajuste.

PASO 9

Repita los pasos 3-5 para verificar que la holgura es la adecuada. Si la misma está dentro de las especificaciones, continúe al paso 10, Si no está dentro de la tolerancia, vuelva a calcular las cuñas espaciadoras que se necesitarían y repita los pasos 3-9,

PASO 10

Coloque la arandela de empuje inferior (155A – si se usa) con la cara plana hacia la superficie del rodamiento y coloque nuevamente el eje de alta velocidad.

PASO 11

Coloque la arandela de empuje superior (155B – si se usa) con la cara plana hacia la superficie del cojinete superior. Puede utilizar una grasa ligera para mantener en su lugar a la arandela de empuje.

Nota: *Nunca instale las cuñas espaciadoras detrás del cojinete superior.*

PASO 12

Continúe con el reensamblaje de la caja de engranajes y para ello coloque el eje intermedio (140) en la mitad inferior de la caja de engranajes. No permita que el rodamiento de bola inferior del eje intermedio se deslice hacia adentro del retenedor del rodamiento en esta etapa del ensamblaje.

PASO 13

Posicione la placa de rodamientos (102) sobre la mitad inferior de la caja de engranajes. Asegúrese de que los anillos O de los pasadizos de lubricante (936T) y las empaquetaduras de la carcasa (105) estén en la posición correcta.

PASO 14

Coloque el ensamblaje del eje de baja velocidad dentro del revestimiento para rodamientos de la placa de rodamientos, con el eje alineado de tal forma que el pasador del elemento motor de la bomba de lubricación entre dentro de la ranura ubicada en el eje de baja velocidad. El tope de la superficie del rodamiento debe estar al ras con el tope del revestimiento para rodamientos de la placa de rodamientos. Ahora se puede bajar el eje intermedio dentro del revestimiento interno del rodamiento inferior encajándose así con los cuatro engranajes.

DETECCIÓN DE PROBLEMAS

Diagnóstico de la caja de engranajes & de la bomba

Varios factores en el sistema pueden afectar el rendimiento de la bomba, y ellos son:

- Temperatura
- Gravedad específica
- Presión de succión
- Velocidad del motor
- Caudal

- Características del control

Los factores anteriores, así como los problemas internos, deben tomarse en cuenta al momento de analizar el rendimiento del sistema de la bomba. La tabla a continuación proporciona la información de diagnóstico que puede ser de utilidad para analizar problemas en el desempeño de la bomba y de la caja de engranajes.

Tabla 1. Diagnóstico de la bomba y de caja de engranajes

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
No hay flujo, no hay presión en el arranque.	La bomba no está completamente llena con el líquido.	Purgue todo el vapor o aire por el puerto 6, Proporcione un mayor tiempo de enfriamiento si está bombeando un fluido de baja temperatura. Revise la línea de succión y vea si hay fuga de aire si la presión de succión es inferior a la atmosférica.
	El NPSH disponible es menor al del NPSH requerido en la hoja de especificaciones.	Línea de succión bloqueada – revise el filtro de malla y la válvula a la succión. Caída excesiva de presión a través de la tubería de succión. Restricción en el flujo por bolsas de vapor en los puntos altos de la línea de succión. Nivel de succión en el tanque muy bajo o presión muy baja. Aire o vapor atrapado en el fluido de bombeo. NPSH disminuye por la presencia de un fluido más volátil en el fluido de proceso.
	Falla de un componente motor, como la interconexión de un eje o una chaveta del impulsor, o un elemento faltante en el ensamblaje	Desarme e inspección.
	Sentido invertido de giro.	El sentido de giro del eje del motor debe ser como el que se indica en la flecha en el cuerpo de la bomba. Nota: el impulsor y el motor giran en el mismo sentido.
Cabezal total insuficiente.	Demasiado flujo.	Examine el cabezal total y el caudal contra la curva de eficiencia de la bomba.
	Sentido de giro opuesto al del motor. (es posible que la bomba desarrolle más del 50 por ciento del total del cabezal de diseño bajo esta condición).	El sentido de rotación del eje del motor debe ser como el que se indica con una flecha en el cuerpo de la bomba. Nota: el impulsor y el motor giran en el mismo sentido.

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
Cabezal total insuficiente, continuación.	El NPSH disponible es menor al de NPSH requerido en la hoja de especificaciones..	Remítase a las soluciones enumeradas en "No hay flujo, no hay presión en el arranque".
	Flujo demasiado bajo, ocasiona sobrecalentamiento del fluido y da lugar a la ebullición o a la operación inestable de la bomba.	Aumente el caudal de paso. Desvíe parte de la descarga de la bomba al tanque de suministro.
	La garganta de descarga del difusor está parcialmente taponada o el impulsor fue dañado por alguna particular sólida.	Limpie y libere de obstrucciones estas áreas y restaure el acabado liso y pulido de dichas superficies y déjelas libres de cualquier picadura generada por corrosión. El reborde de la garganta del difusor debe estar afilado
	La corrosión o erosión de la garganta del difusor (podría estar acompañada por corrosión/erosión en el difusor y en la superficie de la cubierta adyacente al impulsor).	Si el reborde de la garganta ya no es afilado y liso o se ha abierto incrementando su talla, el pico del incremento del cabezal puede ser reducido. El abrir aún más el tamaño del área de entrada de la garganta resultará en un mayor caudal y también en un mayor consumo de caballaje. La corrosión/erosión de las superficies del difusor y de la cubierta resultará en un aumento considerable del caballaje
	Recirculación excesiva desde la descarga a la entrada.	Inspeccione el flujo por la tubería externa. Anillo O de la bomba (936C) dañado o faltante. Orificio del separador integral centrífugo desgastado.
	La gravedad específica o la viscosidad del fluido del proceso difiere de los valores indicados en la hoja de especificaciones.	Examine la viscosidad y la gravedad específica existentes en la temperatura de operación. Una viscosidad superior a los cinco centipoises causa disminución del cabezal y del flujo y aumenta el consumo de energía
	Velocidad del motor demasiado baja.	Compare la velocidad contra el valor indicado en la hoja de especificaciones.
Lecturas erróneas de los indicadores de presión o de los medidores de flujo.	Calibre la instrumentación	
Motor sobrecargado.	La gravedad específica o la viscosidad del fluido de proceso difieren de los valores indicados en la hoja de especificaciones.	Compare la viscosidad y la gravedad específica existentes contra el valor indicado en la hoja de especificaciones.
	Falla eléctrica en el motor eléctrico.	Inspeccione la dimensión y la configuración del circuito térmico del interruptor. Inspeccione el voltaje y el balance del voltaje entre las fases. La corriente para cada una de las fases debe estar balanceada dentro de un margen del tres por ciento.

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
	Falla mecánica en el motor, en la caja de engranajes o en la bomba.	<p>Remueva el motor y examine la libertad de rotación de los ensamblajes de los ejes de la bomba y de la caja de engranajes.</p> <p>Remueva la parte en contacto con el fluido y examine si hay algún tipo de falla mecánica.</p> <p>Remueva el visor de indicación de nivel de aceite en la caja de engranajes e inspeccione el fondo del sumidero para ver si hay partículas que evidencien desgaste. Probablemente los rodamientos o cojinetes no han sufrido daños si no se observan tales partículas.</p>
	Picaduras de corrosión en la superficie de la cubierta del difusor o en el difusor, adyacente a los alabes del impulsor. El pico del incremento del cabezal también disminuye a causa de esta condición.	<p>Desarme la bomba e inspeccione. Las superficies ásperas o con picaduras pueden generar pérdidas por fricción que a su vez aumentan considerablemente el consumo de caballaje. Limpie estas áreas de toda obstrucción y restaure las superficies hasta obtener un acabado pulido y liso.</p> <p>Inspeccione el área de la garganta del difusor en la entrada, la erosión o corrosión que resulte en un aumento de la superficie o en aspereza de la misma, aumenta el consumo del caballaje. Nota: una garganta con un tamaño mayor al del diseño da lugar a un mayor caudal y a un mayor consumo de caballaje para un pico del incremento del cabezal determinado.</p>
Excesivas pulsaciones de presión en la descarga.	Caudal demasiado bajo.	Aumente el caudal que pasa por la bomba. Incorpore un desvío en la succión del tanque, si es necesario.
	No hay suficiente NPSH disponible.	Remítase a la solución por no haber suficiente NPSH en "No hay flujo, no hay presión en el arranque" anteriormente indicado.
	Válvula de control de flujo defectuosa.	Revise la válvula de control.
Cambio del color del aceite en la caja de engranajes de su color normal a un rosado o amarillo lechoso.	Aceite de la caja de engranajes contaminado con agua o fluidos del proceso.	<p>Inspeccione el intercambiador de calor de la caja de engranajes y vea si hay fugas.</p> <p>Controle si hay fugas en exceso por el sello de la bomba.</p> <p>Inspeccione los anillos O de la camisa del eje.</p> <p>Inspeccione si el Puerto 1 en el compartimiento de sellos y otros drenajes del sello están abiertos, de manera que permitan el libre flujo de las fugas por el sello.</p>
La camisa del eje roza el diámetro interno del sello.	Falla del rodamiento del cojinete de la caja de engranajes.	Instale la caja de engranajes de intercambio o repare la caja de engranajes como se describe en "MANTENIMIENTO".
Excesivo consumo de fluido de lubricación en la caja de engranajes.	Fuga por el sello del eje de baja velocidad (115).	Inspeccione el puerto para el drenaje del sello de labio en la parte superior de la carcasa y vea si hay fugas. Reemplace el sello de labio del eje, si es necesario.

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
	Fuga en el sello mecánico del eje de alta velocidad (60C).	Inspeccione el puerto 1 para el drenaje y vea si hay fugas. Reemplace el sello del eje, si es necesario.
	Fuga del líquido del intercambiador de calor hacia el fluido de enfriamiento.	Efectúe una prueba de presión en el intercambiador de calor y cámbielo si es necesario.
Excesiva formación de espuma en el aceite.	Alto nivel de aceite.	Pare la unidad e inspeccione el nivel de aceite.
	Baja temperatura en la caja de engranajes. Lubricante incorrecto.	Ajuste el refrigerante con respecto al intercambiador de calor al mantener la temperatura del lubricante por encima de los 140° F / 60° C.
Alta temperatura en la caja de engranajes.	Intercambiador de calor con depósitos sólidos o se ha cerrado la fuente de enfriamiento.	Inspeccione el flujo del refrigerante y/o limpie el intercambiador de calor.
	Nivel de aceite demasiado alto.	Inspeccione el nivel de aceite y ajústelo.

Diagnostico para los sellos mecánicos de bombas

La presente tabla contiene los procedimientos para la detección de problemas en las unidades equipadas con un sello sencillo, la información también se aplica a las unidades equipadas con sello doble y sellos tipo

tándem. Los procedimientos de reparación de los sellos mecánicos se enumeran e indican en la sección de "MANTENIMIENTO" de este manual.

Tabla 2. Diagnóstico para los sellos mecánicos de bombas

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
Aumento súbito de fugas en el sello.	Cavitación severa o pérdida de succión que ocasiona vibración y sobresaltos en la cara del sello.	Corrija la condición en la succión de la bomba que causa la cavitación. Purgue el vapor de la cavidad del sello y arranque nuevamente. Instale un sello doble si no se puede evitar la pérdida de succión.
	Capa de hielo en el sello en las bombas de baja temperatura o aparición de capa de hielo cuando se manejan fluidos que vaporizan a una temperatura inferior a los +32°F (0°C) a presión atmosférica.	Temple con un fluido compatible que no se congele a la temperatura de la bomba a través del puerto de drenaje de sello 2 ó 7 para evitar así la formación de hielo en la cara del sello expuesta a la atmósfera durante el arranque y mientras opera. Lleve a cabo una purga con gas nitrógeno seco a través de los puertos 2 ó 7, Instale un sello doble o en tándem si el hielo es provocado por el agua en el fluido del proceso o lleve a cabo un lavado del sello externo con un fluido compatible que esté libre de agua.
Aumento súbito de fugas en el sello. (Continuación).	Partículas sólidas en la cavidad del sello o en el área del resorte del sello (las caras del sello presentan usualmente una apariencia áspera y rayada).	Inspeccione y vea si los orificios integrales de centrifugación del separador están taponados. Limpie los orificios, si fuera necesario (plan 31 si así estuviera equipado). Proporcione un nuevo lavado externo del sello doble si el separador no puede eliminar las partículas..

Situación/Síntoma	Causa probable	Acción investigativa/correctiva
	El accionamiento del resorte de la cara estacionaria del sello es brusco y pegajoso.	Si las partes están corroídas, reemplácelas con partes hechas de un material compatible. Si la formación de sólidos hace que el sello esté pegajoso, analice las propiedades del fluido. Use el lavado externo del sello o emplee una configuración de sello doble..
	Sello desgastado o dañado.	Desarme el sello y reconstruya o reemplace de acuerdo con las instrucciones en la sección de mantenimiento.
	El patrón de desgaste en la cara del sello no es uniforme.	Pula ligeramente las superficies de la camisa del eje y de la maza del impulsor que están en contacto con la cara del sello de forma tal de eliminar los rebordes o irregularidades. Instale nuevas caras del sello
	El patrón de desgaste en la cara estacionaria es suave pero irregular.	Púlalo hasta que quede liso o reemplace el sello.
	<p>Los bordes de la cara estacionaria están astillados y la cara del sello está desgastada. (Los chispazos de vapor en la cavidad del sello provocarán el desgaste en exceso y/o el agrietamiento de la cara con rotación).</p> <p>Cara rotativa del sello agrietada o rota. Pudo haber sido causado por un daño en el momento del ensamblaje o por un choque térmico ocasionado por operar el sello sin fluido.</p> <p>Ataque químico en las caras de los sellos, partes del sello o en los anillos O.</p> <p>Excesivo movimiento radial del eje de alta velocidad.</p> <p>El eje de alta velocidad presenta curvatura o está gravemente fuera de balance..</p> <p>Daño en el sello secundario del sello mecánico (cuña de Teflón®, copa en "U" (U-Cup) o elastómero del anillo O).</p>	<p>Instale un desvío desde la cavidad del sello al tanque de succión. Evite la pérdida de succión de la bomba. Proporcione el lavado continuo y fresco en el exterior del sello. Instale un sello doble.</p> <p>Evite la pérdida de succión en la bomba o proporcione el lavado fresco y continuo en el exterior del sello. Instale un sello doble.</p> <p>Investigue las propiedades del fluido y determine cuáles con los materiales apropiados de reemplazo. Inspeccione los cojinetes del eje de alta velocidad y reemplácelos, si es necesario. Verifique si el impulsor/o el inductor evidencia daños que pudieran indicar el paso de una partícula de gran tamaño adentro de la bomba. Los depósitos en el impulsor/inductor provocan el desequilibrio.</p> <p>Revise si existe ataque por erosión o corrosión. Instale un lavado de sello o una configuración de sello doble.</p>
	Afloje el apilamiento que une los componentes del eje de alta velocidad.	Verifique que la torsión del perno del impulsor/inductor sea la adecuada. Verifique la deformación en frío de los anillos de Teflón®.

ESPECIFICACIONES

Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk Steelflex

Tabla 3. Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk Steelflex

Tamaño del acoplamiento Falk	Holgura entre extremos			Torsión del perno del cobertor
	Mínimo	Normal	Máximo	
40T10	0,062 pulgadas (1,57 mm)	0,125 pulgadas (3,17 mm)	0,188 pulgadas (4,77 mm)	100 pulgadas-libras (1,15 kg-m)
50T10	0,062 pulgadas (1,57 mm)	0,125 pulgadas (3,17 mm)	0,188 pulgadas (4,77 mm)	200 pulgadas-libras (2,30 kg-m)
60T10	0,062pulgadas (1,57 mm)	0,125 pulgadas (3,17 mm)	0,188 pulgadas (4,77 mm)	200 pulgadas-libras (2,30 kg-m)
70T10	0,062 pulgadas (1,57 mm)	0,125 pulgadas (3,17 mm)	0,188 pulgadas (4,77 mm)	200 pulgadas-libras (2,30 kg-m)
80T10	0,062 pulgadas (1,57 mm)	0,125 pulgadas (3,17 mm)	0,250 pulgadas (6,35 mm)	200 pulgadas-libras (2,30 kg-m)

Especificaciones del acoplamiento tipo Falk con doble engranaje

Tabla 4. Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk Steelflex

Tamaño del acoplamiento Falk	Holgura entre extremos			Límites de Operación Lectura Total del Indicador de Cuadrante		Torsión del perno
	Mínimo	Normal	Máximo	Tolerancia (Máximo)	Angular (Máximo)	
15G	0,140 pulgadas (3,56 mm)	0,156 pulgadas (3,96 mm)	0,172 pulgadas (4,36 mm)	0,005 pulgadas (0,127 mm)	0,005 pulgadas (0,127 mm)	280 pulgadas-libras (3,22 kg-m)
20G	0,140 pulgadas (3,56 mm)	0,156 pulgadas (3,96 mm)	0,172 pulgadas (4,36 mm)	0,005 pulgadas (0,127 mm)	0,005 pulgadas (0,127 mm)	420 pulgadas-libras (4,83 kg-m)

Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk con doble engranaje vertical

Tabla 5. Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk con doble engranaje vertical

Tamaño del acoplamiento Falk	Límites de Operación (Lectura Total del Indicador de Cuadrante)		Torsión del perno
	Tolerancia (Máximo)	Angular (Máximo)	
15GL	0,005 pulgadas	0,005 pulgadas	280 pulgadas-libras
15GV	(0.127 mm)	(0.127 mm)	(3.22 kg-m)
20GL	0,005 pulgadas	0,005 pulgadas	420 pulgadas-libras
20GV	(0.127 mm)	(0.127 mm)	(4.83 kg-m)

Especificaciones del acoplamiento tipo Thomas DBZ

Tabla 6. Especificaciones del acoplamiento tipo Thomas DBZ

Tamaño del acoplamiento Thomas	Holgura entre extremos			Torsión del perno del cobertor
	Mínimo	Normal	Máximo	
163	0,876 pulgadas (22,24 mm)	0,938 pulgadas (23,81 mm)	1,005 pulgadas (25,41 mm)	156 pulgadas-libras (1,80 kg-m)
201	0,876 pulgadas (22,24 mm)	0,938 pulgadas (23,81 mm)	1,005 pulgadas (25,41 mm)	300 pulgadas-libras (3,46 kg-m)
226	1,126 pulgadas (28,59 mm)	1,188 pulgadas (30,18 mm)	1,251 pulgadas (31,76 mm)	516 pulgadas-libras (5,95 kg-m)
263	1,219 pulgadas (30,97 mm)	1,313 pulgadas (33,35 mm)	1,407 pulgadas (35,73 mm)	756 pulgadas-libras (8,72 kg-m)
301	1,406 pulgadas (35,72 mm)	1,500 pulgadas (38,10 mm)	1,594 pulgadas (40,48 mm)	1140 pulgadas-libras (13,15 kg-m)

Especificaciones del Acoplamiento Vertical & Horizontal Tipo Thomas Espaciador SN

Tabla 7. Especificaciones del acoplamiento vertical & horizontal tipo Thomas Espaciador SN

Tamaño del acoplamiento Thomas	Holgura entre extremos			Límites de Operación Lectura Total del Indicador de Cuadrante		Torsión del perno
	Mínimo	Normal	Máximo	Tolerancia (Máximo)	Angular (Máximo)	
SN226	0,563 pulgadas (14,30mm)	0,594 pulgadas (15,09mm)	0,625 pulgadas (15,88mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	516 pulgadas-libras (5,95 kg-m)
SN262	0,438 pulgadas (11,13mm)	0,469 pulgadas (11,91mm)	0,500 pulgadas (12,70mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	516 pulgadas-libras (5,95 kg-m)
SN312	0,469 pulgadas (11,91mm)	0,500 pulgadas (12,70mm)	0,531 pulgadas (13,49mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	0,005 pulgadas (0,127mm)	756 pulgadas-libras (8,72 kg-m)

Especificaciones del aceite lubricante de la caja de engranajes

Tabla 8. Especificaciones para el aceite lubricante de la caja de engranajes

Especificaciones recomendadas para el aceite lubricante de la caja de engranajes	
Gravedad API	28 – 37
Punto de fluencia, °C (°F)	-7 (20) máx.
Punto de inflamación, °C (°F)	204 (400) mín.
Viscosidad, cST a 40°C	28,8 a 35,2 (150/180 SSU @ 100°F)
Viscosidad, CST a 100°C	5,2 (44 min. SSU @ 210°F)
Viscosidad, índice	95 mínimo
Grado de Viscosidad ISO	32
Color, Máximo	
ASTM D 1500	1 a 5
Número de Neutralización, Máximo	0,20
Protección contra herrumbre	Superarlo
ASTM D 665, A & B	
Demulsibilidad	
ASTM D 1401	
Minutos para 0 ml emulsión -	
A 54°C (130°F) luego de 30 min.	Superarlo
A 82°C (180°F) luego de 60 min.	Superarlo
Límites de espuma, ASTM D 892	
Secuencia 1	25/0 máx.
Secuencia 2	50/0 máx.
Secuencia 3	25/0 máx.
Nota: No se recomienda ningún otro aditivo.	

Lista de partes de la Caja de Engranajes

Tabla 9. Lista de partes de la Caja de Engranajes

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.	Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
23A	Resorte de la Bomba de Lubricación	1	173	Tubería (Sumidero)	1
51D	Cara Rotativa del Sello	1	174A	Inyector de Lubricante	1
60C	Sello Mecánico	1	174B	Inyector de Lubricante	1
98	Cobertor de Guardapolvo (sólo para ejes con acoplamiento)	1	174C	Inyector de Lubricante	1
101A	Carcasa de la Caja de Engranajes (Salida)	1	174D	Inyector de Lubricante	1
101B	Carcasa de la Caja de Engranajes (Entrada)	1	177	Válvula	1
102	Placa de rodamientos	1	180	Múltiple del filtro	1
105	Empaquetadura de la Carcasa	2	185	Filtro de Aceite (FRAM PH-41)	*1
110	Eje de Interconexión	1	186	Accesorio de llenado y venteo	1
115	Sello del Eje	*1	191	Visor de Vidrio	1
A120	Ensamblaje del Eje de Baja Velocidad	1	193C	Indicador de Presión	1
120	Eje de Baja Velocidad	1	905E	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
122A	Engranaje Recto (Baja velocidad)	1	905H	Tornillo con Cabezal Hexagonal	2
123A	Espaciador del Eje (Baja velocidad)	1	905M	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
125C	Rodamiento de Bola	*1	905N	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
125D	Rodamiento de Bola	*1	909B	Perno	7
A130	Ensamblaje del Eje de alta velocidad	1	909C	Perno (Alineación)	2
130	Eje de alta velocidad	1	914E	Tuerca Hexagonal	7
132B	Engranajes de Piñón (Alta velocidad)	1	914F	Tuerca Hexagonal (Alineación)	2
133B	Guía de Empuje	1	916A	Arandela	3
A140	Ensamblaje del Eje Intermedio	1	916D	Arandela	2
140	Eje Intermedio	1	916H	Arandela	14
122C	Engranaje Recto (Intermedio)	1	961J	Arandela(Alineación)	4
123B	Espaciador del Eje (Intermedio)	1	918D	Pasador	1
123C	Espaciador del Eje (Intermedio)	1	920A	Chaveta	1
125A	Rodamiento de Bola	*1	920B	Chaveta	1
125B	Rodamiento de Bola	*1	920C	Chaveta	1
132C	Engranajes de Piñón	1	920D	Chaveta	1

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.	Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
151A	Rodamiento del Cojinete o Almohadilla basculante	1	920F	Chaveta (sólo para ejes con acoplamiento)	1
	Rodamiento del Cojinete y Cojinete de Empuje		924AA	Tapón de Tubería	1
	Ensamblaje (Inferior)		924E	Tapón de Tubería	1
151B	Rodamiento del Cojinete o Almohadilla basculante	1	924G	Tapón de Tubería	1
	Rodamiento del Cojinete y Cojinete de Empuje		924H	Tapón de Tubería	1
	Ensamblaje (Superior)		924K	Tapón de Tubería	1
154D	Arandela de Bloqueo (Inferior)	3	936K	Empaque de Anillo O	1
154E	Arandela de Bloqueo (Superior)	3	936M	Empaque de Anillo O	*2
155A	Arandela de Empuje (Inferior) – necesaria con el Cojinete	1	936N	Empaque de Anillo O	*2
			936T	Empaque de Anillo O	*2
155B	Arandela de Empuje (Superior) – necesaria con el Cojinete	1	944a	Conexión de Tubería (Hembra)	1
			944b	Conexión de Tubería (Macho)	1
158	Cuñas espaciadoras	AR	947A	Codo	1
160	Bomba de Lubricación	*1	951Y	Niple	1

*Partes de repuesto recomendadas

Partes de repuesto para la Caja de Engranajes

Tabla 10. Partes de repuesto para la Caja de Engranajes

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
185	Filtro de Aceite de la Caja de Engranajes	1
115	Sello de Labio del Eje de Entrada	1
105	Empaquetadura de la Carcasa	2
936M	Empaque de Anillo O	2
936N	Empaque de Anillo O	2
936T	Empaque de Anillo O	2
158 Series	* Cuñas espaciadoras	Como se necesite
MP01AA10	Compuesto antidesgaste por adhesión	Tubo

*Disponible en juegos de cinco de 0,005 pulgadas (0,13mm), 0,010 pulgadas (0,25mm)

Valores de Torsión para la Caja de Engranajes y la Bomba

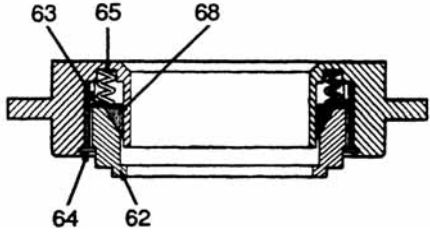
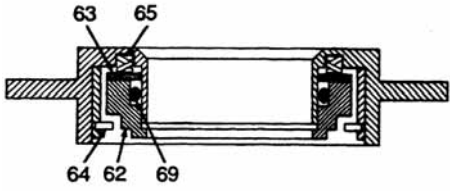
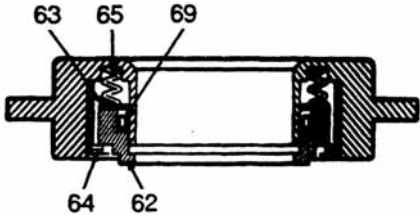
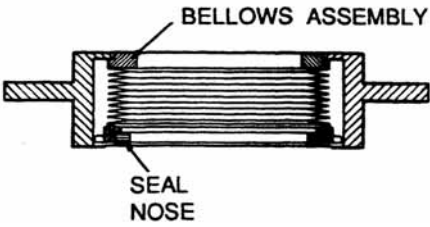
Tabla 11. Valores de Torsión para la Caja de Engranajes y la Bomba

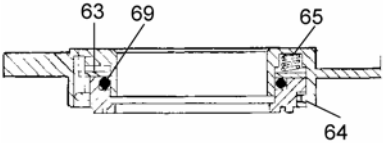
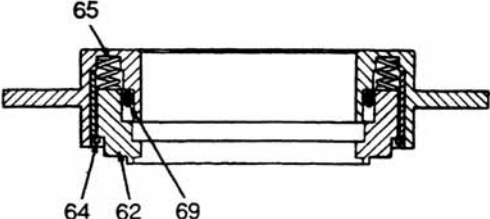
Caja de engranajes				
Tornillos & Pernos de Acero Standard Sundyne y Tornillos/Pernos Conforme a NACE (Material BG)				
Ítem	Localización	Tamaño	Valores de Torsión	
			Ingles	Métrico
905H	Múltiple del filtro de aceite	3/8 - 16 x 1/2	22 25 pies-Libras	30 - 34 N-m
905L	Sello de la caja de engranajes	1/4 - 20 x 1/2	75-80 pulg-libras	8.5 - 9.0 N-m
905M, N	Rodamientos lisos	#10 - 24 x 1	35-40 pulg-libras.	4.0 - 4.5 N-m
905T	Junta de la barrera química	1/4 - 20 x 5/8	75-80 pulg-libras	8.5 - 9.0 N-m
909B	Carcasas de la caja de engranajes	1/2 - 13 x4	60-65 pies-libras	81 - 88 N-m
909C	Caja de engranajes, Alineación	5/8 - 18 x 4 17/64	60 65 pies libras	81 - 88 N-m
906B	Visor de Vidrio	#8 - 32 x 1/2	10-12 pulg-libras	1.0 - 1.4 N-m
Bombas y Compresores*				
Estándares Sundyne Tornillos y Pernos de Acero				
Ítem	Localización	Tamaño	Valores del Torsión	
			Ingles	Métrico
3	Perno del impulsor/inductor			
	LMV/BMP-801, 802, 806, 322, 311, 331	1/2 - 20	36 -40 pies-libras	49 - 54 N-m
	LMV/BMP-341, 346	1/2 - 20	65-70 pies-libras	88 - 95 N-m
	LMV-313, 343, BMP-338, 348 (Alto Flujo)	3/4 - 10	85-90 pies-libras	115-122 N-m
	LMC/BMC 3X1P, 3X1F, 3X3, 3X6P, 3X7	1/2 - 20	36-40 pies-libras	49 - 54 N-m
906D	Tornillos de agarre del Difusor	1/4 - 20	95-102 pulg-libras	11 - 11.5 N-m
905E	No. espaciador del sello mecánico	1/4 - 20 x 12	95-102 pulg-libras	11 - 11.5 N-m
905F	Casquillo de restricción/sello mecánico	1/4 - 20 x 12	9 5-102 pulg-libras	11 - 11.5 N-m
905G	Sello doble con espaciador	1/4 - 20 x 3/4	95-102 pulg-libras	11 - 11.5 N-m
914A	Tuercas de la carcasa	3/4 - 10	250-275 pies-libras	340 - 375 N-m
914A	Tuercas de la carcasa	7/8 - 9	300-330 pies-libras	405 - 445 N-m
905A	Compartimiento de sellos hacia caja de engranajes	3/8 - 16 x 1 3/4	35-40 pies-libras	47 - 54 N-m
905P	Separador	1/4 - 20 x 5/8	95-102 pulg-libras	11 - 11.5 N-m
Bombas Y Compresores				
Tornillos / Pernos Conforme a NACE (Material BG)				
Ítem	Localización	Tamaño	Valores del Torsión	
			Ingles	Métrico
3	Perno del implusor/inductor			
	LMV/BMP-801, 802, 806, 322, 311, 331	1/2 - 20	36 40 pies-libras	49 - 54 N-m
	LMV/BMP-341, 346	1/2 - 20	65-70 pies-libras	88 - 95 N-m
	LMV-313, 343, BMP-338, 348 (Alto Flujo)	3/4 - 10	85-90 pies-libras	115 - 122 N-m
	LMC/BMC 3X1P, 3X1F, 3X3, 3X6P, 3X7	1/2 - 20	36-40 pies-libras	49 - 54 N-m
906D	Tornillos de agarre del Difusor	1/4 - 20	7 -75 pulg-libras	8.0 - 8.5 N-m
905E	No. espaciador del sello mecánico	1/4 - 20	70 75 pulg-libras	8.0 - 8.5 N-m
905F	Casquillo de restricción/sello mecánico	1/4 - 20	70-75 pulg-libras	8.0 - 8.5 N-m
905G	Sello doble con espaciador	1/4 - 20	70-75 pulg-libras	8.0 - 8.5 N-m
914A	Tuercas de la carcasa	3/4 - 10	160-200 pies-libras	217 - 270 N-m
914A	Tuercas de la carcasa	7/8 - 9	225-245 pies-libras	305 - 332 N-m
905A	Compartimiento de sellos hacia caja de engranajes	3/8 - 16 x 1 3/4	27 -30 pies-libras	47 - 54 N-m
905P	Separador	1/4 - 20 x 5/8	70 75 pulg-libras	8.0 - 8.5 N-m

*Cuando use anillos O de Teflón® PTFE), permita 15 minutos entre las aplicaciones de torque a manera que el Teflón® se amolde en frío. Repítalo hasta que no se registre ningún cambio en el valor de torque.

Sellos Mecánicos

Tabla 12. Sellos Mecánicos

	Artículo No.			Descripción
	Sello de Proceso Inferior	Sello de Proceso Superior	Caja de Engranajes Sello	
	60A	60-B	60C	Ensamblaje del Sello Mecánico
	61A	61B	61C	Retenedor del Sello
	62A	62B	*62C	Arandela de la Cara del Sello
	*63A	63B	N/A	Resorte del Sello Anillo Soporte
	*64A	64B*	*64C	Anillo de Retención del Sello
	65A	65B*	*65C	Resorte del Sello
	68A	68B	N/A	Cuña de Teflón
	69A	69B	*69C	El secundario puede ser una copa "U" ("U" Cup) o un anillo O
	<p>*Hay disponible juegos para reparación de sello y los mismos contienen todas partes que están marcadas por un asterisco. Artículo 60C sólo a ser usado en la caja de engranajes.</p>			
	<p>Para maximizar el desempeño del sello proceda a consultar la lista de partes para obtener la configuración adecuada para el sello. Para mayor información, por favor contacte al representante de su zona o directamente a la fábrica de Sundyne.</p>			

 <p>A technical cross-section diagram of a gas seal assembly. It shows a central shaft with a seal on each end. The seal components are labeled with numbers: 63 points to the outer housing, 69 to the seal lip, 65 to the seal lip itself, and 64 to the inner housing or shaft component.</p>	<p>Sello de 1 ½" de gas para Tándem Superior, sólo para servicio con hidrocarburos livianos.</p>
 <p>A technical cross-section diagram of a gear box seal assembly. It shows a central shaft with a seal on each end. The seal components are labeled with numbers: 65 points to the outer housing, 64 to the seal lip, 62 to the seal lip, and 69 to the inner housing or shaft component.</p>	<p>Sólo el Sello de la Caja de Engranajes</p>

Partes de repuesto para el desarme de la bomba

Tabla 13. Partes de repuesto para el desarme de la bomba

Las partes de repuesto detalladas a continuación serán necesarias al desarmar la bomba para efectuar el mantenimiento en la forma indicada en la presente sección:		
Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
87A	Empaquetadura del Aislamiento Térmico	1
RKORP311	Juego de Reparación del Anillo O para la parte que corresponde a la bomba formado por:	
936A	• Empaque de Anillo O	
936D	• Empaque de Anillo O	
936E	• Empaque de Anillo O	
936F	• Empaque de Anillo O	
936G	• Empaque de Anillo O	
936H	• Empaque de Anillo O	
936J	• Empaque de Anillo O	
936K	• Empaque de Anillo O	
936P	• Empaque de Anillo O	
936V	• Empaque de Anillo O	
936Z	• Empaque de Anillo O	
Veá los Gráficos del Sello	Juegos técnicos para la reparación de sellos, Sello Alto de Caras Rotativas	
51A	• Sencillo	1
51A/51C	• Tándem	2
51C	• Doble	1
936B	• Empaque de Anillo O	1
936C	• Empaque de Anillo O	1

Lista de partes de las bombas

Tabla 14. Lista de partes de las bombas

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.	Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
1	Carcasa de la Bomba	1	911	Espárrago	12
2	Impulsor	1	914A	Tuerca Hexagonal	12
3	Perno del Impulsor	1	916B	Arandela	3
4	Chaveta del impulsor	*1	916S	Arandela	4
5	Impulsor, Arandela de la Tapa	*1	918A	Pasador	1
9	Inductor (Opcional)	1	924B	Tapón de Tubería	1
10	Perno del Inductor (Opcional)	1	924D	Tapón Macho	1
13	Difusor	1	936A	Empaque de Anillo O	*1
14A	Pasador de Fijación	2	936B	Empaque de Anillo O	*1
15	Cobertor del Difusor	1	936C	Empaque de Anillo O	*1
21B	Buje de Retención	1	936D	Empaque de Anillo O	*1
30	Carcasa del Sello	1	936E	Empaque de Anillo O	*1
50	Ensamblaje de la Camisa Deflectora	1	936F	Empaque de Anillo O	*1
51A	Cara Rotativa del Sello	*1	936G	Empaque de Anillo O	*1
51C	Anillo del Sello de Acoplamiento	*1	936H	Empaque de Anillo O	*1
87A	Espaciador (o Empaquetadura del Aislamiento Térmico) (Grande)	1	936J	Empaque de Anillo O	*1
905A	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3	981	Placa deflectora	1
905F	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3			

* Partes de repuesto recomendadas

Sello Doble: configuración y partes

Figura 112. Configuración con Sello Doble

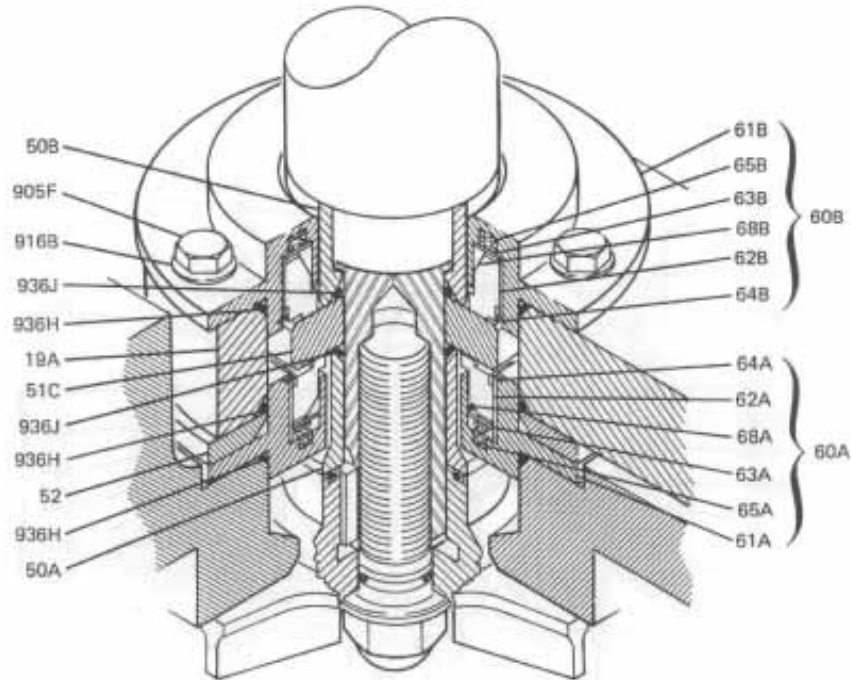


Tabla 15. Configuración con Sello Doble

ARTÍCULO NO.	NOMBRE DE LA PARTE	Cant.	ARTÍCULO NO.	Nombre de la parte	Cant.
19A	Espaciador de retención del sello	1	60B	Sello Mecánico (Superior)	*1
50A	Camisa del Eje (Inferior)	*1	61B	- Ensamblaje de la Camisa del Retenedor & del Motor	1
50B	Camisa del Eje (Superior)	*1	62B	- Arandela de la Cara del Sello	**1
51C	Cara Rotativa del Sello	*1	63B	- Resorte del Sello del Disco de Soporte	**1
52	Espaciador del Sello	1	64B	- Anillo de Retención del Sello	**1
60A	Sello Mecánico (Inferior)	*1	65B	- Resorte del Sello	**6
61A	- Ensamblaje de la Camisa del Retenedor & del Motor	1	68B	- Anillo de Cuña del Sello	**1
62A	- Arandela de la Cara del Sello	**1	905F	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
63A	- Resorte del Sello del Disco de Soporte	**1	916B	Arandela	3
64A	- Anillo de Retención del Sello	**1	936H	Empaque de Anillo O	*4
65A	- Resorte del Sello	**6	936J	Empaque de Anillo O	*2
68A	- Anillo de Cuña del Sello	**1			

* Partes de repuesto recomendadas

**Partes de repuestos para los componentes del sello

Sello sencillo: configuración y partes

Figura 123. Configuración con sello sencillo

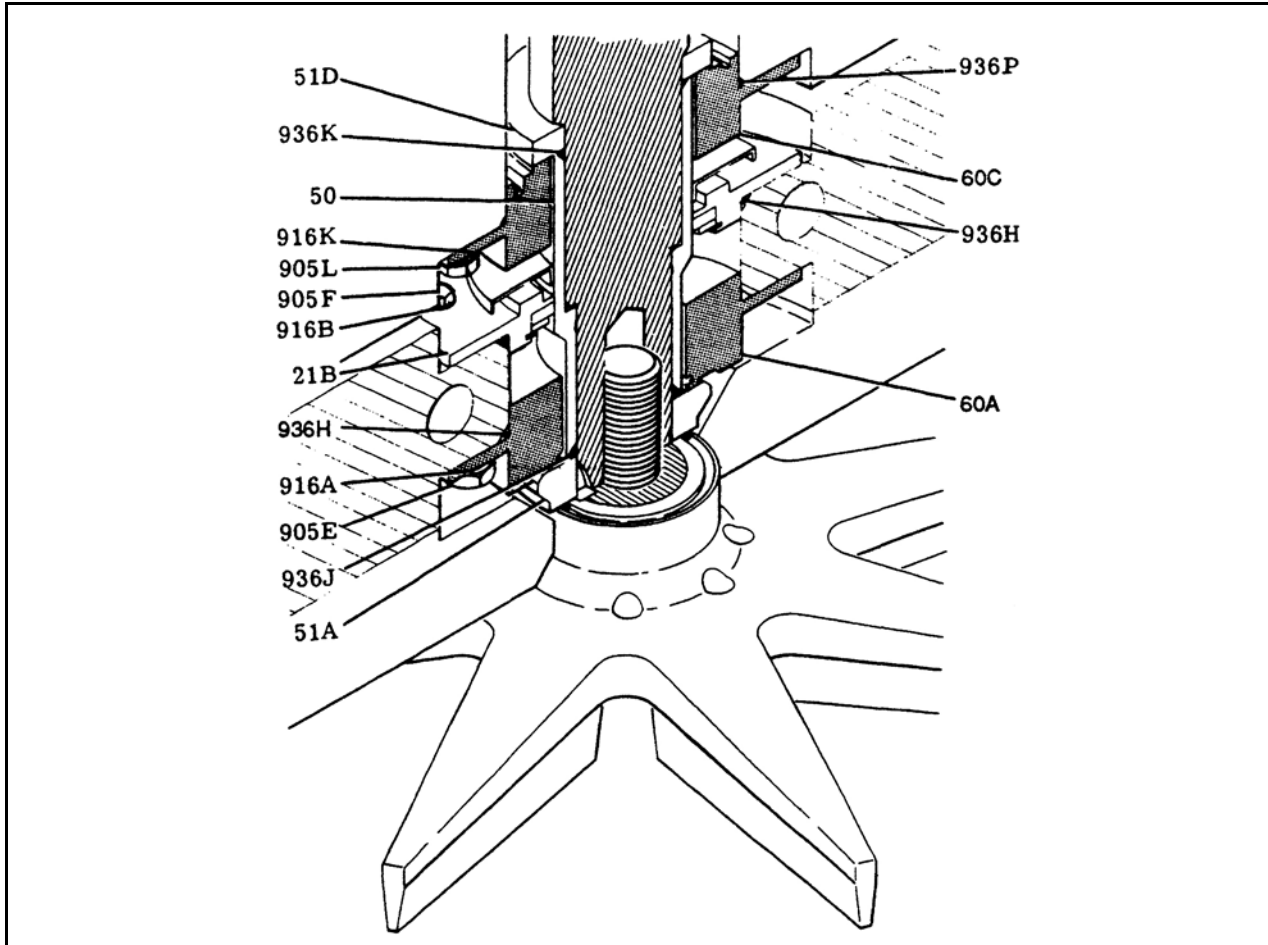


Tabla 16. Configuración con sello sencillo

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.	Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
21B	Buje de Retención Superior	1	905L	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
50	Camisa Deflectora, Ensamblaje	*1	916A	Arandela	3
51A	Cara Rotativa del Sello	*1	916B	Arandela	3
51D	Cara Rotativa del Sello (Caja de Engranajes)	*1	916K	Arandela	3
60A	Sello Mecánico (Inferior)	*1	936H	Empaque de Anillo O	*2
60C	Sello Mecánico (Caja de Engranajes)	*1	936J	Empaque de Anillo O	*1
905E	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3	936K	Empaque de Anillo O	*1
905F	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3	936P	Empaque de Anillo O	*1

*Partes de repuesto recomendadas

Sello tándem: configuración y partes

Figura 134. Configuración con sello tándem

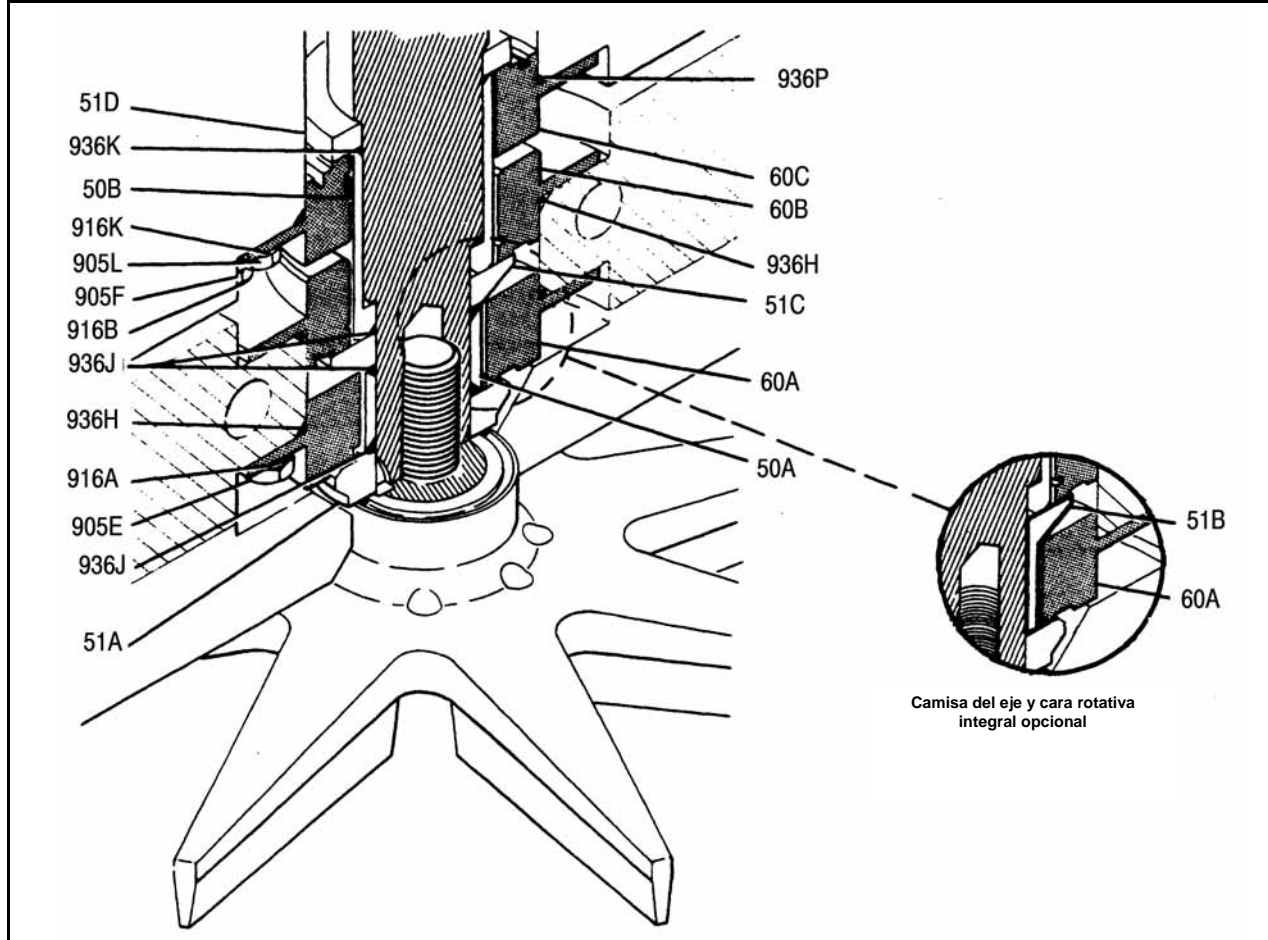


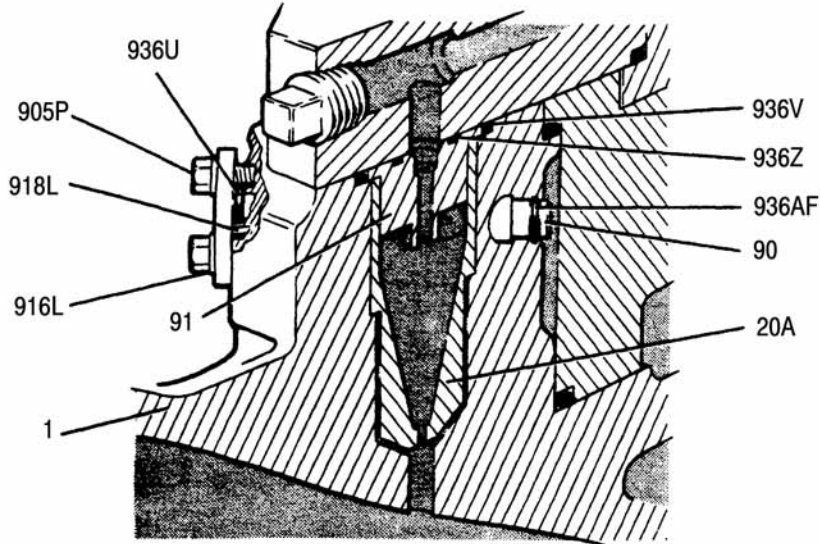
Tabla 17. Configuración con sello tándem

Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.	Artículo No.	Nombre de la parte	Cant.
21B	Buje de Retención Superior	1	905L	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3
50	Ensamblaje de Camisa Deflectora	*1	916A	Arandela	3
51A	Cara Rotativa del Sello	*1	916B	Arandela	3
51D	Cara Rotativa del Sello (Caja de Engranajes)	*1	916K	Arandela	3
60A	Sello Mecánico (Inferior)	*1	936H	Empaque de Anillo O	*2
60C	Sello Mecánico (Caja de Engranajes)	*1	936J	Empaque de Anillo O	*1
905E	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3	936K	Empaque de Anillo O	*1
905F	Tornillo con Cabezal Hexagonal	3	936P	Empaque de Anillo O	*1

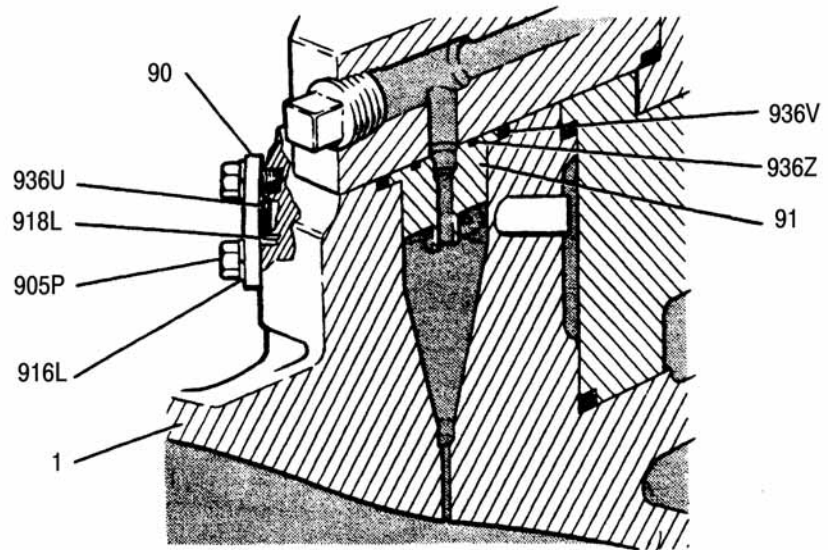
*Partes de repuesto recomendadas

Configuraciones del separador

Figura 145. Configuraciones del separador



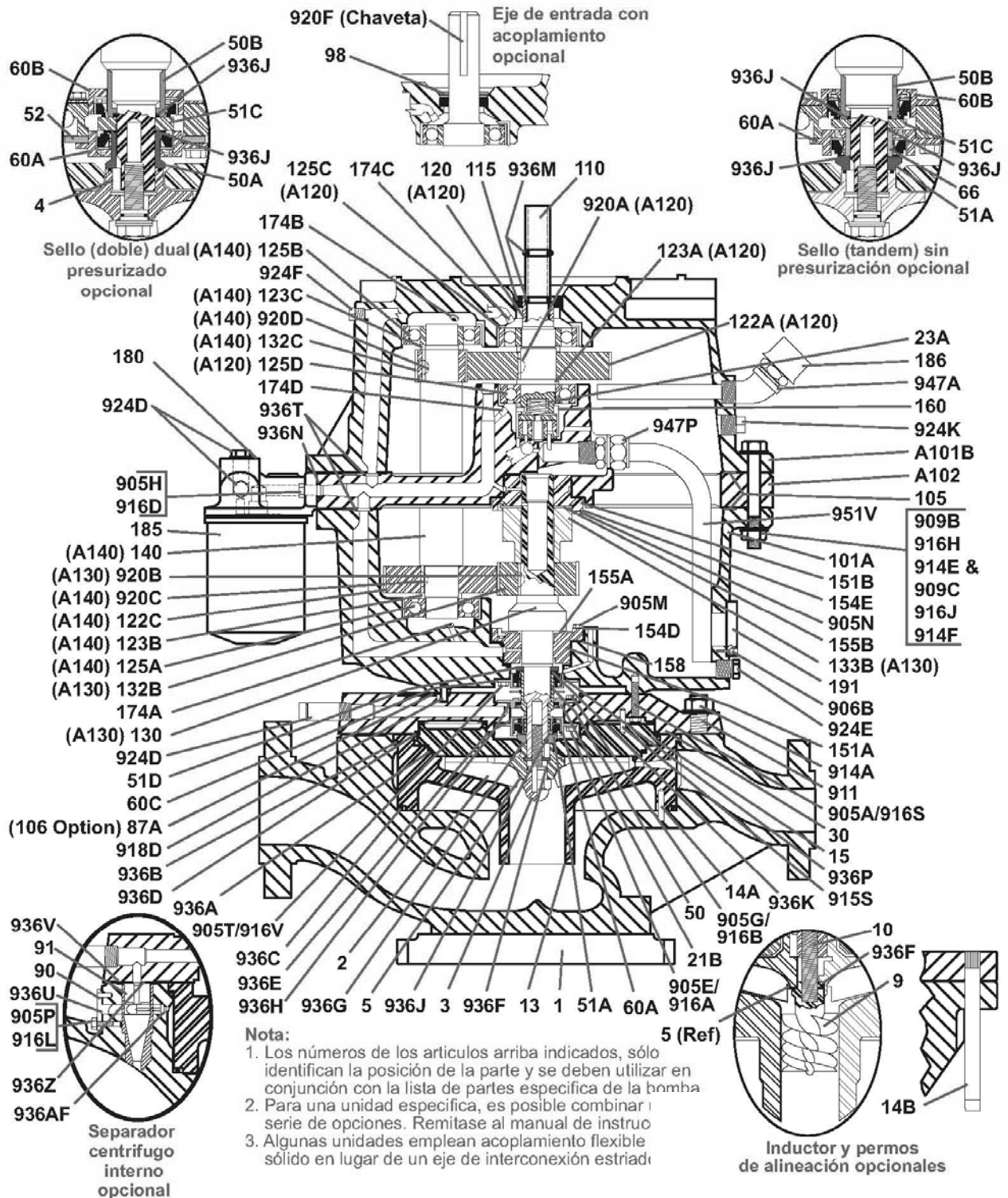
SEPARADOR CONFIGURADO
CON INSERTO



SEPARADOR CONFIGURADO
SIN INSERTO

Sección transversal de la bomba y de la caja de engranajes (configuración con sello sencillo)

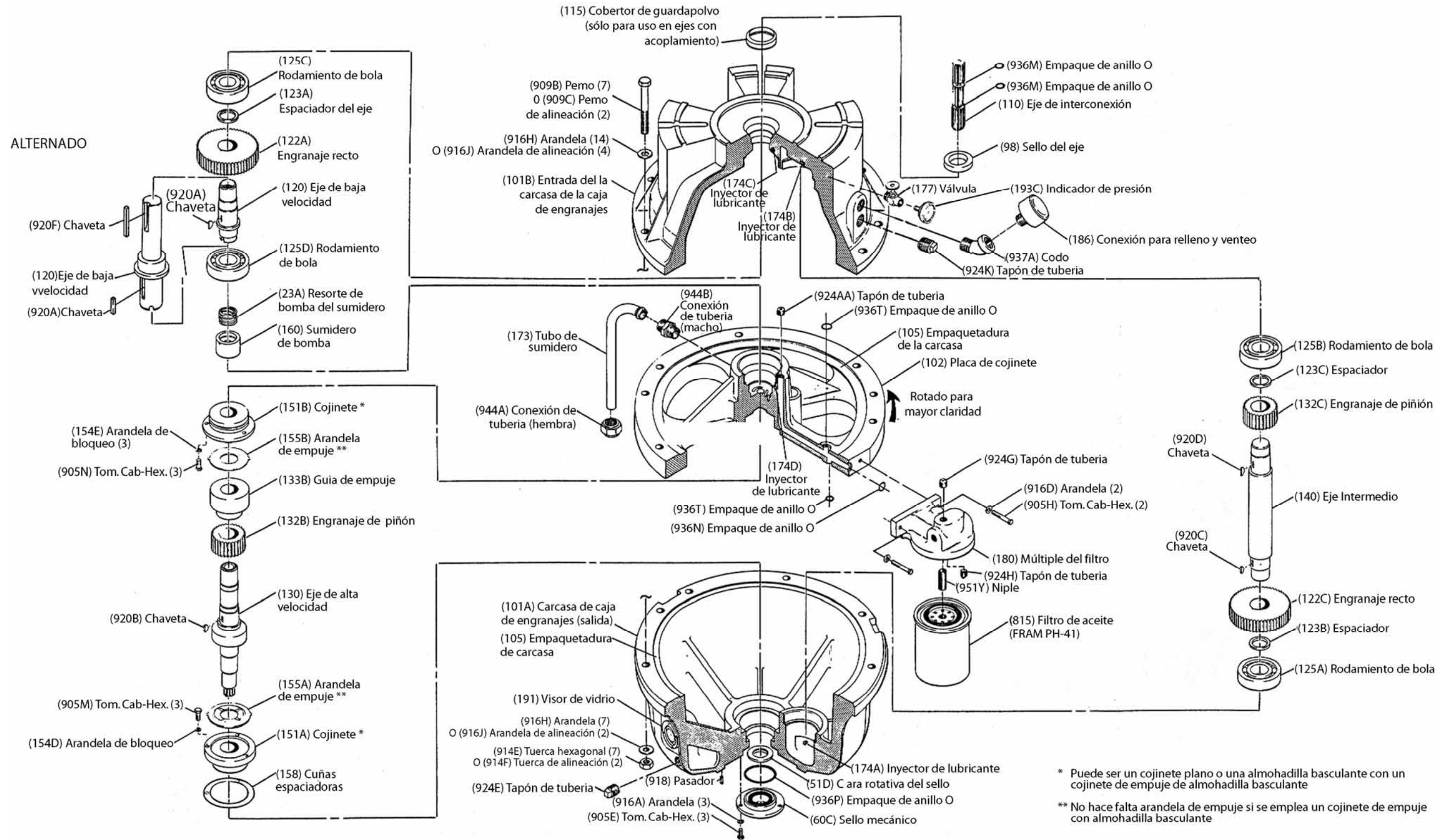
Figura 156. Sección transversal de la bomba y de la caja de engranajes



- Nota:**
1. Los números de los artículos arriba indicados, sólo identifican la posición de la parte y se deben utilizar en conjunción con la lista de partes específica de la bomba.
 2. Para una unidad específica, es posible combinar una serie de opciones. Remítase al manual de instrucción.
 3. Algunas unidades emplean acoplamiento flexible sólido en lugar de un eje de interconexión estriado.

LMV-311 Caja de Engranajes (Imagen expandida)

Figura 16. Caja de Engranajes - Imagen expandida

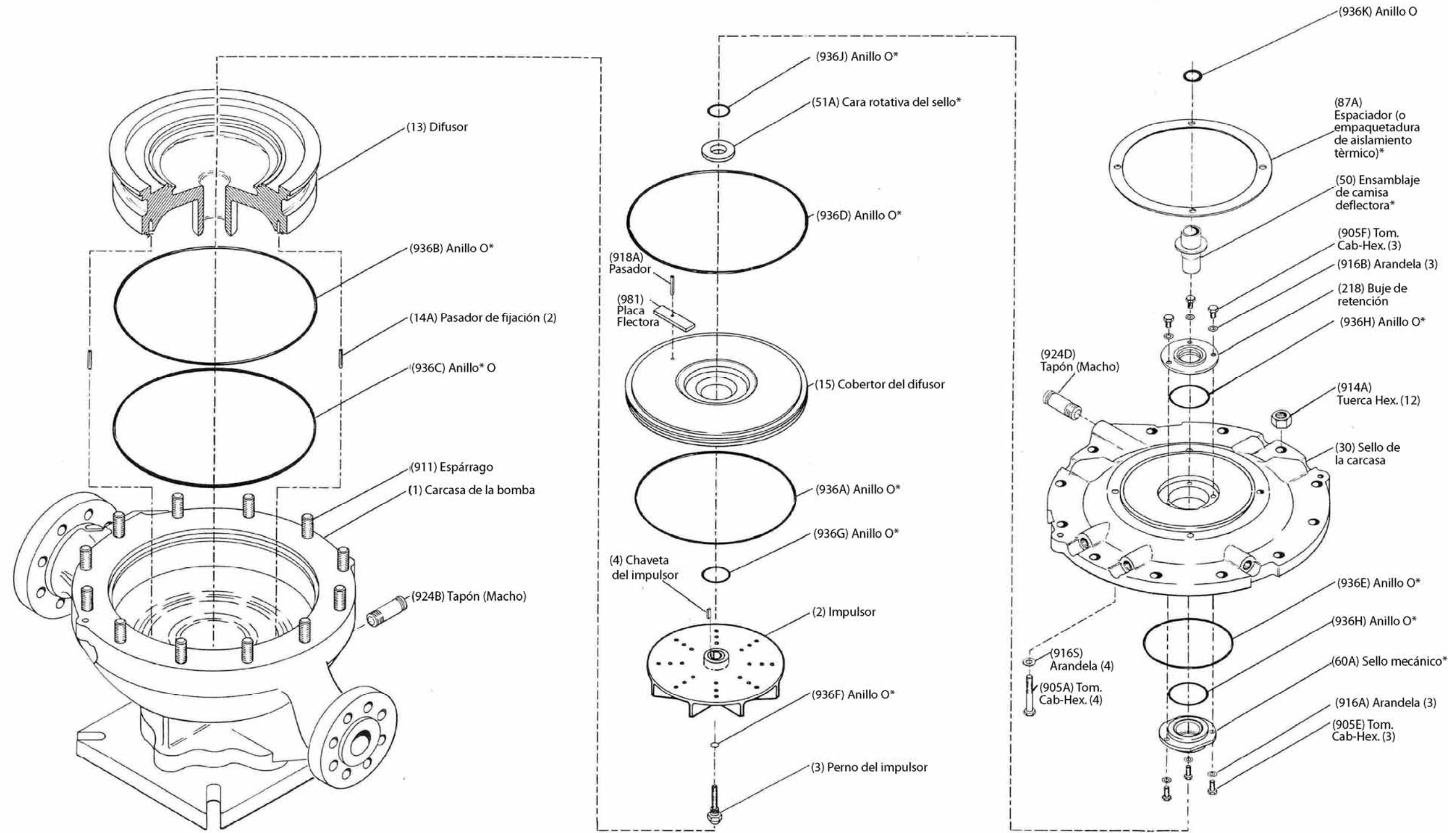


* Puede ser un cojinete plano o una almohadilla basculante con un cojinete de empuje de almohadilla basculante
 ** No hace falta arandela de empuje si se emplea un cojinete de empuje con almohadilla basculante

Caja de engranajes de 200HP

Cuerpo de la Bomba y Compartimiento de sellos (Imagen expandida)

Figura 17. Carcasa de la Bomba y Compartimiento de sellos (Imagen expandida)



*Partes de repuesto recomendadas

Empaquetaduras

Figura 19. Empaquetadura del Aislamiento Químico (opción)

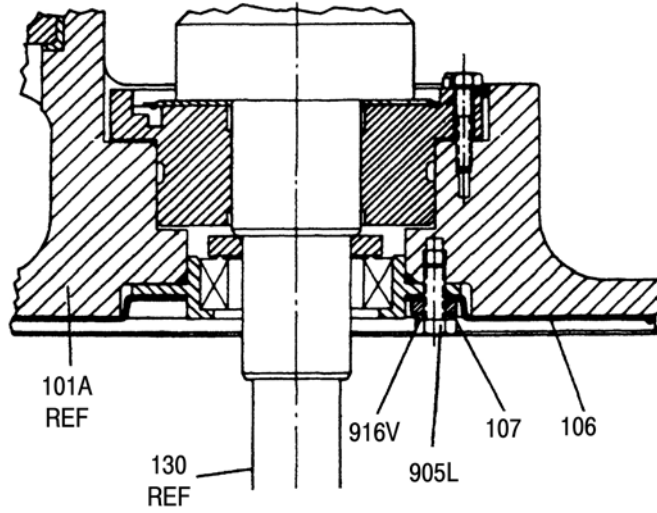
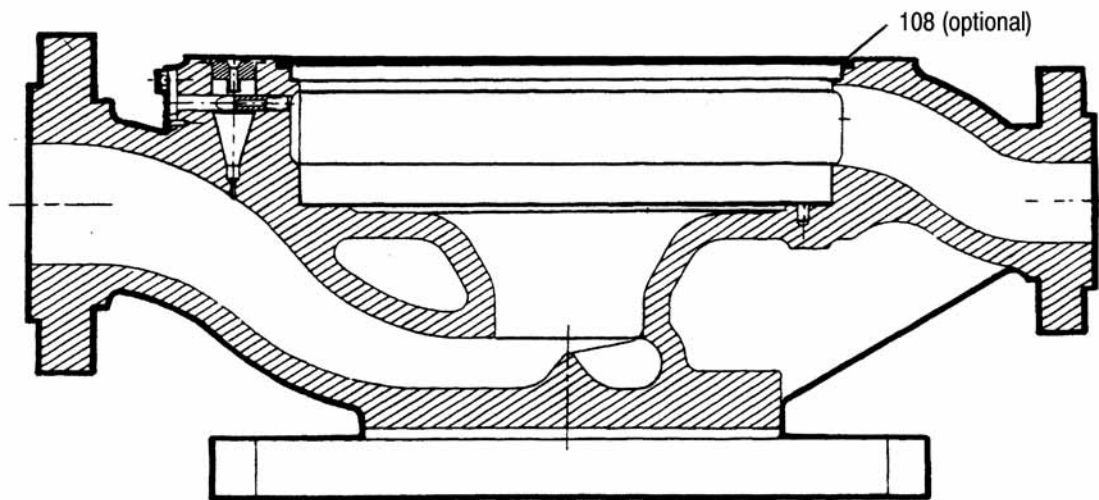


Figura 18. Empaquetadura Flexitallic (opción)



ÍNDICE

- Auxiliares, 3
- Bomba auxiliar de lubricación, 5
- Tolerancias del cojinetes y del eje, 33
- Unidades BMP, 11
- Chequeo del sentido de giro del motor, 4
- Chequeo de procedimientos operacionales, 5
- Utilización de sustancias químicas, 3
- Lista del control de chequeo, 5
- Control de la bomba en el arranque, 17
- Desarme de la LMV-311, 20
- Sello doble: configuración y partes, 65
- Motor y acoplamiento, 11
- Instrucciones del motor, 3
- Seguridad eléctrica, 2
- Gases atrapados, 18
- Sistema de Control Ambiental, 4
- Equipos y seguridad, 2
- Peligro de incendio y explosión, 3**
- Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk con doble engranaje, 54
- Especificaciones para el acoplamiento tipo Falk con doble engranaje vertical, 55
- Especificaciones para el acoplamiento tipo Steelflex, 54
- Protección contra caídas, 3
- Acoplamiento flexible para unidades LMV sin estructura vertical, 12
- Empaquetaduras, 72
- Caja de Engranajes, 14
- Diagnóstico de la caja de engranajes & de la bomba, 50
- Valores de torsión para la caja de engranajes y la bomba, 60
- Intercambiador de calor de la caja de engranajes, 13
- Especificaciones del aceite lubricante para la cajas de engranajes, 57
- Sello mecánico de la caja de engranajes, 32
- Lista de partes de la caja de engranajes, 58
- Partes de repuesto para la caja de engranajes, 59
- Servicio de la caja de engranajes, 5
- Sumidero de la caja de engranajes, 14
- Calentador del sumidero de la caja de engranajes, 14
- Intercambiador de calor, 5
- Eje de alta velocidad, 32
- Holgura del eje de alta velocidad, 48
- Índice, 73
- Inspeccione todos los rodamientos y cojinetes, 32
- Inspección, 8
- Inspección, limpieza y reparación, 32
- INSTALACIÓN, 8
- Lista de arranque para instalación y arranque, 6
- ISO 9001, 2
- Sistema del búfer con líquido, 10
- Caja de engranajes LMV-311 (imagen expandida), 70
- Sistema de lubricación, 13
- Familiarización con el equipo, 3
- Bomba principal de lubricación y juego de ceba para la lubricación con aceite, 15
- Mantenimiento, 20
- Sellos mecánicos, 61
- Condiciones mínimas del flujo, 18
- Montaje de unidades verticales con estructura (LMV), 11
- Montaje de unidades verticales sin estructura, 10
- Múltiples de lubricación, 13
- Presión de aceite, 15
- Operación de las bombas Sundyne, 18
- Operación en paralelo, 17, 19
- Equipo de protección personal, 2
- Conexiones de tuberías, 4
- Lista de chequeo previo al arranque y operación inicial, 3
- Presurización del circuito del fluido, 5
- Guardas de seguridad de maquinarias, 3
- Sección transversal de la bomba y de la caja de engranajes (configuración con sello sencillo), 69
- Partes del repuesto para el desarme de la bomba, 63
- Diagnóstico para el sello mecánico de la bomba, 52
- Lista de partes de las bombas, 64
- Reensamblaje, 34
- Intercambiador de calor remoto, 14
- Sistema de control ambiental en el sello, 10
- Configuraciones del separador, 68
- Ajuste de válvulas de la bomba, 5
- Camisa del eje, 33
- Operación sencilla, 17
- Sello sencillo: configuración y partes, 66
- Especificaciones, 54
- Procedimientos de arranque, 16
- Almacenamiento de su bomba a largo plazo, 8
- Almacenamiento de su bomba a corto plazo, 8
- Tubería de sección y descarga, 9
- Condiciones en la succión, 18

Filtro de aceite SundGard™ , 14
Bombas centrífugas Sundyne, 1
Curvas del cabezal del sistema, 18
Sello tándem: configuración y partes, 67
Equipos de prueba, 2
Símbolos en el texto, 1
Especificaciones del acoplamiento del
 espaciador Thomas SN tipo Vertical &
 Horizontal, 56
Especificaciones del acoplamiento tipo Thomas
 DBZ, 55
Detección de problemas, 50
Utilización del montacargas, 2



14845 W. 64th Avenue • Arvada, Colorado 80007 USA • +1-303-425-0800 • FAX: +1-303-425-0896 • www.sundyne.com
Sundyne Europe • Dijon (Longvic) • France • +33 (0) 3,80,38,33,00 • FAX: +33 (0)3,80,38,33,66
Sundyne Nikkiso • 27-10, Ebisu 2-Chome, Shibuya-Ku • Tokyo 150-0013, Japan • +81-3-3444-6475 • FAX: +81-3-3444-6806

ANSIMAG • ANYSPEED • CASTER • GSP • HMD/KONTRO • MASO/SINE • SUNDYNE COMPRESSORS • SUNDYNE • SUNFLO