

## 1.2 Instrucciones generales de mantenimiento

Los siguientes procedimientos de mantenimiento general contribuyen a una operación exitosa:

- Mantener buenas prácticas de limpieza y orden, como por ejemplo limpiar derrames y fugas, mantener limpio el equipo, mantener en buen estado el montaje y mantener la integridad de material aislante.
- Observar las precauciones de seguridad para el personal y el equipo.
- Inspeccionar todos los motores eléctricos en busca de: condiciones de temperatura en exceso del límite, vibración excesiva y ruido anormal.
- Apretar los empaques solamente lo necesario para evitar fugas. Apretarlos excesivamente puede acortar la vida de los empaques.
- Realizar inspecciones normalmente aceptadas y medidas correctivas en las válvulas, trampas, reguladores, etc. de la planta, para comprobar la facilidad de operación, la ausencia de fugas y asegurar las interconexiones.
- Anotar con precisión las actividades de mantenimiento en los formularios del propietario: secuencia, programa del ciclo, inspecciones de funcionamiento frente a inspecciones de condiciones, cantidades, tiempos y regímenes.

### 1.2.1 Mantenimiento de bombas

A continuación se presentan algunas notas generales sobre el mantenimiento de las bombas. Para obtener más información, consulte el manual de mantenimiento del proveedor.

- **Lubricación**

Las bombas que se lubrican con aceite tienen un anillo lubricante rotativo, el cual levanta el aceite del depósito y lo deposita en el eje y en los cojinetes dentro de la caja de la chumacera. Alternativamente, una bomba puede tener un salpicador de aceite, el cual crea una lluvia de rocío sobre todo el interior de la cavidad de la chumacera. Los lubricadores automáticos se ajustan en la fábrica. No ajustarlos.

Los motores que se lubrican con grasa siempre se deberán detener antes de engrasarlos. Siempre retirar el tapón de desfogue mientras se agrega grasa a los cojinetes. La causa más común de falla de los cojinetes de un motor es engrasarlos excesivamente. Usar solamente 2 a 3 chorros de la pistola de grasa. Los motores grandes necesitan más. Algunos motores tienen cojinetes sellados y no requieren lubricación. Trabajar el motor durante dos horas antes de volver a colocar el tapón de desfogue. Para motores con tubo de grasa, retirar la conexión para la grasa y poner en funcionamiento durante dos horas antes de volver a colocarla.

Consultar las especificaciones de lubricación del fabricante para saber cuáles aceites y grasas específicos se deben usar. Esta información también se puede encontrar en la Sección 1.2.5 y 1.2.6 de este manual.

En instalaciones con cambios moderados de temperatura, humedad y polvo, el aceite se debe cambiar después de aproximadamente 200 horas de operación. Posteriormente, se recomienda que el aceite se cambie regularmente cada 2,000 horas o 3 meses, lo que ocurra primero. Revisar el aceite frecuentemente en busca de humedad, polvo o indicios de "descomposición". Consultar los programas de lubricación en la Sección 1.2.5.

**ADVERTENCIA:** No aplicar aceite en exceso ya que esto causa que el cojinete se caliente. La máxima temperatura de operación deseable para cojinetes de bolas es de 180 °F (82 °C). Si la temperatura de la carcasa del cojinete excede 180 °F (82 °C) (medida con termómetro), pare la bomba para determinar la causa.

- **Alineación de motor/bomba**

En el caso de que se detecte ruido o vibración excesivos en cualquier conjunto de bombeo, inspeccionar si hay tornillos de montaje flojos o desalineación. La desalineación causa desgaste excesivo y cargas en los cojinetes que resultan en falla prematura de los cojinetes y finalmente amarre de la bomba. La desalineación puede ser angular, paralela o una combinación de éstas, y en los planos horizontal y vertical.

Los procedimientos de alineación se encuentran en el Manual de Instalación, Operación, y Mantenimiento proporcionado por el proveedor de la bomba. Estos manuales del proveedor se localizan en la Sección 2.0, Equipo mecánico, de este Manual de Mantenimiento.

- Sellos mecánicos

Los sellos mecánicos se instalan y ajustan en la fábrica. No deben trabajar en seco ni con materiales abrasivos. Para enjuagar la suspensión de salmuera de los sellos de la bomba de recirculación y de las otras bombas en servicio con salmuera se suministra agua de servicio o agua para sellos.

El sello mecánico usado para cada bomba se detalla en el Paquete de Documentos de Ingeniería para esa bomba, que se encuentra en la Sección 2.0, Equipo mecánico.

- Mantenimiento mensual

1. Comprobar la temperatura de los cojinetes con un termómetro (no con la mano). Es posible que los cojinetes estén trabajando calientes (más de 180 °F (82 °C)) debido al exceso de lubricante. Si esta condición no se corrige al cambiar el aceite, desarmar e inspeccionar los cojinetes.

- Mantenimiento de las 2000 horas (o 3 meses, lo que llegue primero)

1. Cambiar aceite en las bombas centrífugas.

- Mantenimiento semestral

1. Revisar el sello mecánico y reemplazarlo, si es necesario. Usar el sello recomendado.
2. Revisar si está rayado el eje o la camisa del eje.
3. Revisar la alineación de la bomba y el motor. Colocar calzas en las unidades si es necesario. Si con frecuencia ocurre desalineación, inspeccionar todo el sistema de tubería. Desatornillar las bridas de la tubería de succión y descarga para ver si se mueven de su lugar, lo cual indica un esfuerzo sobre la carcasa. Inspeccionar que todos los soportes de las tuberías estén firmes y soporten la carga de manera eficaz.

## Mantenimiento anual

1. Retirar el elemento rotativo. Inspeccionar completamente para ver si hay desgaste, y ordenar las piezas de repuesto si es necesario.
2. Revisar las holguras de desgaste.
3. Retirar cualquier depósito o incrustación. Limpiar el sello mecánico.

### 1.2.2 Mantenimiento de la centrífuga

Un buen programa de mantenimiento preventivo incluirá una inspección periódica de la máquina y sus componentes. Los buenos hábitos de mantenimiento prolongan la vida del equipo y posiblemente detecten condiciones anormales que podrían causar serios daños, dando como resultado largos tiempos de paro y costosas reparaciones.

La frecuencia de las inspecciones será determinada por la historia del mantenimiento, funcionamiento de la maquinaria, grados de corrosión y erosión, y disponibilidad de fuerza de trabajo y piezas de repuesto. Como una guía inicial, a continuación se suministra un programa de mantenimiento y deberá ser ajustado según la experiencia de operación real.

- Lubricación

El propósito del sistema de lubricación de los cojinetes principales es proporcionar un suministro continuo de aceite frío y limpio para lubricar y enfriar los cojinetes principales del sistema de la centrífuga.

El sistema de lubricación de los cojinetes principales consiste en depósito, bomba de aceite, enfriador, filtro, válvulas de alivio y de control, instrumentación y tubería. En el manual de producto del fabricante se incluye un dibujo del conjunto del sistema de aceite (Sección 2.0 de este manual). Este dibujo indicará el equipo proporcionado y mostrará los ajustes recomendados para los instrumentos y las válvulas.

El aceite lubricante es un aceite mineral refinado, altamente filtrado, "de calidad superior" libre de ácido, álcali, jabón, arena, resina, etc. El aceite contiene aditivos, entre ellos inhibidores de herrumbre y oxidación.

La unidad del engrane no tiene sistema de circulación de aceite. Esta unidad se llena con aceite a un nivel específico y periódicamente se revisa que tenga un nivel adecuado.

El cojinete de empuje, el cojinete del transportador, los conjuntos de sello del soporte giratorio, el cople estriado y el motor son lubricados con grasa.

Consultar el manual del fabricante para obtener la frecuencia de lubricación recomendada y las especificaciones (Sección 2.0 de este manual). También se proporciona un programa de lubricación en la Sección 1.2.5.

- **Mantenimiento**

Antes de arrancar la centrífuga debe estar en operación el sistema de lubricación de los cojinetes principales.

El suministro de aceite a los cojinetes se debe mantener a una temperatura constante después del arranque y una vez que el sistema esté caliente. Se recomienda mantener esta temperatura en 40 °C. Posiblemente se tenga que hacer un ajuste manual al flujo de agua de enfriamiento que va al cambiador de calor para mantener esta temperatura óptima del depósito de aceite. Los requisitos normales de agua de enfriamiento son de 7.5 a 11 l/min. El aceite de salida de los cojinete normalmente no debe exceder 49 °C. Si la temperatura del aceite de salida excede 71 °C, podría ser necesario aumentar el flujo de aceite a los cojinetes o aumentar el flujo de agua de enfriamiento del aceite lubricante. Consultar el manual del fabricante para obtener las instrucciones.

Es necesario cambiar el elemento del filtro de aceite cada 4 a 6 semanas.

- **Mantenimiento diario**

1. Revisar el nivel del depósito de aceite lubricante de los cojinetes principales y agregar aceite según se requiera.
2. Revisar las temperaturas y presiones del sistema de aceite.
3. Revisar si hay fugas de líquidos.
4. Comparar la temperatura y vibración del cojinete con la historia de operación previa (establecer normas).
5. Revisar la regularidad de operación, cambios en las condiciones de operación del sistema y ruidos extraños.
6. Revisar si hay componentes flojos o defectuosos

- **Mantenimiento quincenal**

1. Engrasar el cojinete de empuje.
2. Engrasar el cojinete del transportador y los sellos del soporte giratorio.

- **Mantenimiento de 4 a 6 semanas**

1. Cambiar el filtro del sistema de lubricación de los cojinetes principales.

- **Mantenimiento semestral**

1. Engrasar los cojinetes del motor.
2. Cambiar el aceite de la unidad del engrane.
3. Cambiar el aceite del depósito de aceite de los cojinetes principales.

- **Mantenimiento anual**

1. Engrasar la estría del cople estriado.
2. Consultar el manual del fabricante para ver las recomendaciones de inspecciones anuales de mantenimiento preventivo de la máquina.

### 1.2.3 Mantenimiento de mezcladores

Los mezcladores generalmente no requieren mucha atención. Como con todo equipo rotativo, el operador debe escuchar para ver si hay ruidos anormales y vibraciones. También una inspección visual de la agitación del tanque dará seguridad al operador de que el mezclador está funcionando adecuadamente. Las cajas de engranes en los mezcladores más pequeños están llenos de grasa y no requerirán lubricación adicional hasta el intervalo de cambio de grasa recomendado, el cual se

recomienda cada 3 años. El nivel de aceite que contienen las cajas de engranes de los mezcladores se deberá revisar semanalmente y llenar según sea necesario con el aceite del grado recomendado. **NO LLENAR EXCESIVAMENTE.** El exceso de lubricante causará sobrecalentamiento y fuga. Los cambios regulares de aceite son esenciales para que la máquina proporcione un servicio duradero y sin problemas. Consultar la Sección 1.2.5 para obtener el programa de lubricación recomendado.

Los motores lubricados con grasa siempre se deben detener antes de engrasarlos. Siempre retirar el tapón de desfogue mientras se agrega grasa a los cojinetes. La causa más común de falla de los cojinetes de un motor es engrasarlos excesivamente. Usar solamente 2-3 chorros de la pistola de grasa. Los motores grandes necesitan más. Algunos motores tienen cojinetes sellados y no requieren lubricación. Trabajar el motor durante dos horas antes de volver a colocar el tapón de desfogue. Para motores con tubo de grasa, retirar la conexión para la grasa y poner en funcionamiento durante dos horas antes de volver a colocarla.

- Mantenimiento semanal

1. Revisar el nivel de aceite de las cajas de engranes de mezcladores llenadas con aceite. Agregar aceite según se requiera. No llenar demasiado.
2. Revisar la regularidad de operación, cambios en las condiciones de operación del sistema y ruidos extraños.

- Mantenimiento semestral

1. Engrasar los cojinetes del motor.

- Mantenimiento de las 5000 horas (o 12 meses, lo que ocurra primero)

1. Cambiar el aceite en las cajas de engranes lubricadas con aceite.

- Mantenimiento de 3 años

1. Cambiar la grasa en las cajas de engranes llenadas con grasa.

#### 1.2.4 Instrumentación

La operación y calibración adecuadas de los instrumentos de medición y control es esencial para que cualquier proceso funcione correctamente. Usar los procedimientos recomendados por los fabricantes (se proporcionan en la Sección 3.0, Instrumentación y control), revisar la calibración de todos los instrumentos requeridos en cada paro de mantenimiento o con más frecuencia, según dicte la experiencia.

- Instrumentos de campo

Todos los transmisores de campo se instalan de tal modo que se pueda efectuar la calibración “en su lugar”. Los valores de calibración para los transmisores se proporcionan en los esquemas de los circuitos en el Manual de Operación.

La mayoría de los problemas de las transmisores no están en el instrumento sino en las líneas sensoras. Es posible que una línea esté tapada, que tenga fuga o que esté jalando aire a través de una conexión floja. Considerar estos tipos de problemas antes de “desarmarla”.

- Sensores de pH

Los sensores de pH, bajo la mejor de las circunstancias, requieren más atención que la instrumentación normal. Cuando el operador hace sus vueltas diarias debe revisar la exactitud del sensor de pH, para lo cual debe llevar una muestra del agua de alimentación tratada al laboratorio para hacer una comparación con el análisis de pH. Si aparecen discrepancias repetitivas el sensor de pH se debe revisar y recalibrar (use estabilizadores de pH de 4.0 y 7.0). Si el sensor está recubierto o sucio, limpiar como sigue:

1. Retirar el sensor del proceso.
2. Limpiar el bulbo de vidrio con una tela o gasa limpia y suave que no tenga pelusa. Si esto no quita la suciedad o costra, ir al paso 3.
3. Lavar el bulbo en una solución de detergente fuerte y enjuagarlo con agua limpia. Los detergentes eliminan aceite y grasa. Si esto no limpia el bulbo de vidrio, ir al paso 4.
4. Lavar el bulbo de vidrio en una solución diluida de ácido clorhídrico al 5% y enjuagar con agua limpia. El remojar completamente el sensor en la solución de ácido puede mejorar la acción limpiadora.

**PRECAUCIÓN:** La solución usada en este paso es un ácido y se debe manejar con cuidado. Seguir las instrucciones del fabricante del ácido. Ponerse el equipo protector adecuado. No permitir que la solución entre en contacto con la piel o la ropa. Si entra en contacto con la piel, enjuagar inmediatamente con agua limpia.

Reemplazar el sensor si no se puede limpiar.

- Válvulas de control del proceso

Los procedimientos de mantenimiento de las válvulas automáticas se proporcionan en la Sección 3.0 del Manual de Mantenimiento. Consultar las hojas de especificaciones de la Sección 1.3 para obtener las especificaciones de las válvulas individuales. Consultar los Diagramas de Tubería e Instrumentación (P & ID) (M4-1) para obtener la acción por falla de las válvulas (FO = Abre al fallar; FC = Cierra al fallar). Al calibrar las válvulas, ajustar los vástagos para levantar a 4.5 mA. Esto garantizará que la válvula esté cerrada a 4.0 mA. Si es posible, ajustar la válvula mientras la línea esté bajo presión normal, o sea, que la bomba esté trabajando.

Tomar nota que el indicador de abierto-cerrado en la válvula no es una buena indicación de que la válvula esté asentada. El indicador se debe volver a colocar después que se sepa que la válvula está asentada.

Siempre recubrir el vástago de la válvula con aceite ligero para evitar que haya corrosión o se manche. Observar la empaquetadura de la válvula en busca de fugas. Revisar el suministro de aire a la válvula para ver si hay fugas. Soplar con frecuencia la purga del filtro del regulador para liberar la acumulación de agua. Dar servicio a la válvula, al

actuador y al posicionador en base a un programa regular.

#### 1.2.5 Programa de lubricación

En la Tabla 1.2.5 se muestra un programa de lubricación recomendado, el cual incluye la partida de equipo, el rótulo, tipo de lubricante (ver las notas en la tabla), cantidad, e intervalo de cambio.

Tabla 1.2.5 Programa de lubricación recomendado

<u>Partida de equipo</u>	<u>Rótulo</u>	<u>LS<sup>1</sup></u>	<u>Cantidad</u>	<u>Intervalo de cambio</u>
Bombas de recirculación del evaporadores <sup>2</sup> Motor	P-1 a P-6 1	8 --	3 litros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de alimentación primaria <sup>2</sup>	P-007 Motor	8 1	3 litros --	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de condensado de proceso <sup>2</sup> Motor	P-111 1	8 --	3 litros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de condensado del condensador <sup>2</sup> Motor	P-116A/B 1	8 --	1250 mililitros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de condensado primario <sup>2</sup> Motor	P-121 1	8 --	1250 mililitros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de simiente <sup>2</sup> Motor	P-140 1	8 --	400 mililitros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de desecho <sup>2</sup> Motor	P-301 1	8 --	1250 mililitros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de recirculación del cristizador <sup>2</sup> Motor	P-321 1	8 --	3 litros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses
Bomba de producto centrifugado <sup>2</sup> Motor	P-342 1	8 --	1250 mililitros	2000 horas <sup>4</sup> 6 meses

<sup>1</sup> Consultar la Sección 1.2.6 Especificaciones de lubricantes

<sup>2</sup> Cambiar el aceite después de las 200 horas iniciales de operación.

<sup>3</sup> Cambiar el aceite después de las 500 horas iniciales de operación.

<sup>4</sup> O 3 meses lo que llegue primero.

<sup>5</sup> O 12 meses lo que llegue primero.



Tabla 1.2.5 Programa de lubricación recomendado (continuación)

<u>Partida de equipo</u>	<u>Rótulo</u>	<u>LS<sup>1</sup></u>	<u>Cantidad</u>	<u>Intervalo de cambio</u>
Bombas de ácido del evaporador	P-009A/B	6	1 litro	6 meses
Bombas de antiincrustante del evaporador	P-015A/B	6	1 litro	6 meses
Bombas de antiespumante del cristalizador	P-018A/B	6	1 litro	6 meses
Bomba de antiespumante del cristalizador	P-018C	6	1 litro	6 meses
Bombas de sosa cáustica del cristalizador	P-025A/B	6	1 litro	6 meses
Centrífuga	CF-351			
Cojinete principal		7	24.6 litros	6 meses
Cojinetes de empuje		3	1 kilogramo	
Cojinetes transp. y sellos del soporte giratorio		3	0.5 kilogramos	
Unidad del engrane		5	9.7 litros	6 meses <sup>3</sup>
Cople estriado		3	--	
Motor		1	--	6 meses
Mezc. tanque de alimentación	MX-003	2	4 litros	5000 horas <sup>5</sup>
Motor		1	--	6 meses
Mezc. tanque antiespumante cristalizador	MX-019	5	1.5 kilogramos	3 años
Motor		1	--	6 meses
Mezc. tanque antiespumante evaporador	MX-022	5	1.5 kilogramos	3 años
Motor		1	--	6 meses
Mezclador del tanque de simiente	MX-052	5	1.5 kilogramos	3 años
Motor		1	--	6 meses
Mezclador del tanque de desecho	MX-302	2	4 litros	5000 horas <sup>5</sup>
Motor		1	--	6 meses
Mezclador del tanque de centrifugado	MX-343	5	1.5 kilogramos	3 años
Motor		1	--	6 meses

<sup>1</sup> Consultar la Sección 1.2.6 Especificaciones de lubricantes

<sup>2</sup> Cambiar el aceite después de las 200 horas iniciales de operación.

<sup>3</sup> Cambiar el aceite después de las 500 horas iniciales de operación.

<sup>4</sup> ó 3 meses lo que llegue primero.

<sup>5</sup> ó 12 meses lo que llegue primero.

## 1.2.6 Especificaciones de lubricantes (LS)

### LS #1: NLGI #2, Polyureo based grease

Equivalente:	Chevron .....	SRI No. 2
	Texaco .....	Premium RB
	Shell .....	Dolium R
	Exxon .....	Unirex N2

### LS #2: David Brown Grade No. 8G Worm Gear Oil

Equivalente:	Exxon.....	Glycolube 320
	Shell.....	Tivela SC
	Texaco.....	Meropa 320

### LS #3: Mobilith SHC 222 de Mobil

### LS #4: UNIREX N3 de ESSO o equivalente

### LS #5: ISO 320 Oil- Mobil DTE AA o equivalente

Equivalente:	Mobil .....	Mobilith 22
	Texaco .....	Premium RB Grease
	Shell .....	Dolium Grease R

### LS #6: ISO 68 EP Gear Oil Norton Petroleum Corporation o equivalente

### LS #7: ISO 68 Turbine Oil

Equivalente:	Exxon .....	Teresstic 68
	Mobil .....	Mobil Heavy Medium
	Shell.....	Turbo T 68
	Texaco .....	Regal R&O 68

### LS #8: ISO V6 68

Equivalente:	Exxon .....	Teresstic EP 68
	Mobil .....	Mobil DTE 26 300 SSU @ 100° F
	Chevron .....	GTS Oil 68
	Gulf .....	Gulf Harmony 68
	Phillips .....	Mangus Oil Grade 315
	Phillips .....	MM Motor Oil SAE 20-20W
	Phillips .....	HDS Motor Oil SAE 20-20W

### 1.2.7 Inventario de lubricantes recomendado

<u>Lubricante</u>	<u>LS#</u>	<u>Inventario recomendado</u>
Grasa para motor	1	20 kilogramos
Bombas centrífugas	8	100 litros
Bombas de alimentación de químicos	6	24 litros
Centrífuga	7	100 litros
	3	20 kilogramos
Mezcladores	5	10 kilogramos
	2	30 litros
(lubricantes misceláneos):		
Vástagos de válvulas, control	WD-40	12 botes
Operadores de válvulas de globo	Contra amarres	1 bote