

# Bombas e instalaciones de bombeo

Las bombas e instalaciones de bombeo son componentes esenciales y vulnerables en casi todos los sistemas de agua. El diseño, operación y mantenimiento inadecuados de los sistemas de bombeo pueden representar riesgos sanitarios graves, incluida la pérdida completa del suministro de agua. Para evaluar la seguridad, suficiencia y confiabilidad del sistema de agua, el inspector debe incluir a las bombas e instalaciones de bombeo como parte integral de la inspección sanitaria.

## Objetivos del aprendizaje

Al final de este capítulo, los participantes deben ser capaces de:

- Identificar los diversos tipos, usos y componentes de las bombas de suministro de agua.
- Conocer los reglamentos aplicables y los datos clave requeridos para realizar la inspección sanitaria de una estación de bombeo.
- Reconocer los riesgos sanitarios y peligros por falta de seguridad en las instalaciones, incluidos la estación y equipo de bombeo, accesorios y sistemas de energía de reserva.
- Reconocer los riesgos sanitarios y los peligros por falta de seguridad asociados con los procedimientos y prácticas, incluidos el manejo, operación y mantenimiento de las instalaciones de bombeo.
- Determinar si la instalación de bombeo es segura, adecuada y confiable.

## Recolección de datos

Antes de realizar la inspección de una instalación de bombeo, se deben revisar los siguientes datos disponibles:

- registros de operación proporcionados por la empresa de agua
- especificaciones usadas por la empresa de agua para la construcción, operación y mantenimiento.

Si la información no estuviese disponible, ésta se debe recolectar durante la inspección.

Una vez en el campo, durante la entrevista inicial con el operador, el inspector debe elaborar una lista de las bombas del sistema para asegurar que sean evaluadas durante la inspección sanitaria.

## Reglamentos y normas

Antes de la inspección sanitaria, el inspector debe revisar los reglamentos y normas concernientes a bombas e instalaciones de bombeo.



# Bombas e instalaciones de bombeo

## Información básica

### Introducción

Existen diversos tipos de bombas y aplicaciones en los sistemas de agua. Las bombas que se utilizan para transportar agua a través del sistema están dentro de la categoría de 'desplazamiento variable' o «centrifugas». Otras aplicaciones usan bombas de desplazamiento positivo, como en la dosificación de sustancias químicas, remoción de lodos, muestreo y compresión de aire. Este capítulo tratará las bombas referidas al agua. Las otras se abordan en capítulos posteriores.

Durante la inspección sanitaria, el inspector debe ser capaz de identificar el tipo de bomba para evaluar su uso adecuado.

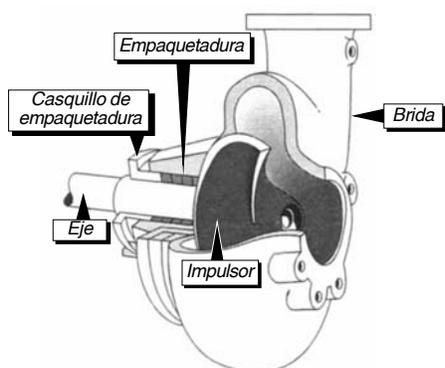
Cada categoría de bomba tiene sus propias características de operación y una serie de aplicaciones. Existen muchos tipos de bombas en cada categoría.

### Bombas de caudal variable, aplicaciones y componentes

#### Caudal variable

Las bombas de desplazamiento variable se usan para grandes volúmenes donde se requiere una tasa de caudal constante (para transportar agua a través de los sistemas de tratamiento y distribución). La tasa de descarga de esas bombas varía de acuerdo con la carga (a medida que aumenta la elevación o carga, disminuye la producción de la bomba). Estas bombas no son autocebantes; por ello, dependen de la carga de succión positiva o de un sello hermético en la entrada de la bomba si el nivel del agua que se va a bombear está por debajo del impulsor de la bomba. El tipo de bomba de desplazamiento variable más común es la centrifuga.

#### Bombas centrífugas

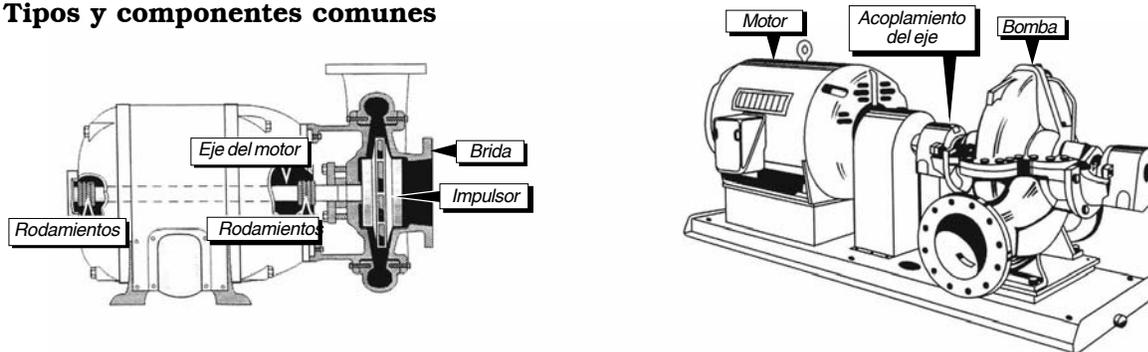


Las bombas centrífugas tienen un impulsor giratorio montado en un eje conectado a la fuente de energía. El impulsor giratorio aumenta la velocidad del agua y la descarga a una tubería diseñada para disminuir el caudal de agua y convertir la velocidad en presión. Las bombas centrífugas equipadas con un sólo impulsor se denominan bombas de una sola etapa, mientras que las que tienen dos o más impulsores se llaman bombas de múltiples etapas. Estas últimas pueden bombear a mayores alturas de descarga, pero no aumentan el caudal.

**Aplicaciones en un sistema de agua** Existen diversos tipos de bombas centrífugas con múltiples aplicaciones en los sistemas de agua. A continuación se enumeran las aplicaciones más comunes de las bombas centrífugas:

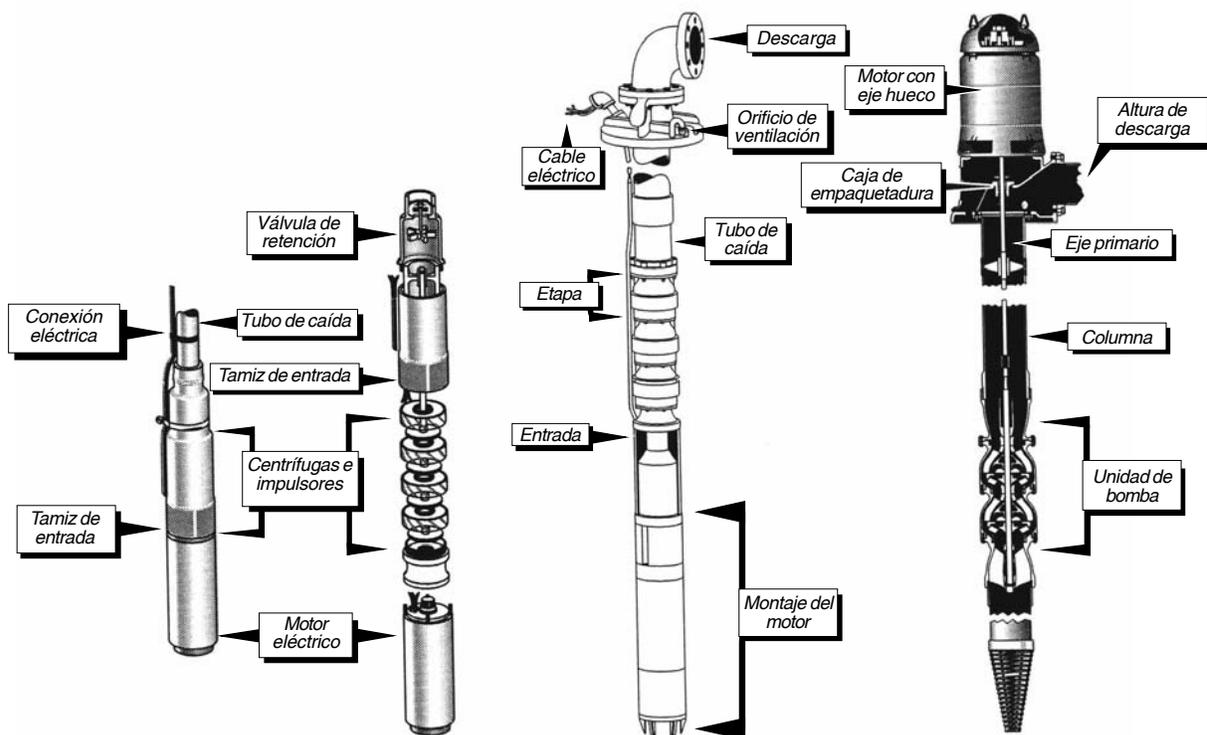
- bombas para pozo (turbina vertical y sumergible)
- bombas para agua cruda
- bombas para agua de retrolavado
- bombas para sistema de cloro gaseoso y reforzadoras de vacío
- bombas para agua tratada (de alta descarga)
- bombas reforzadoras para el sistema de distribución.

**Tipos y componentes comunes**



**Bomba horizontal - Acoplada en forma compactada**

**Bomba horizontal de doble aspiración**

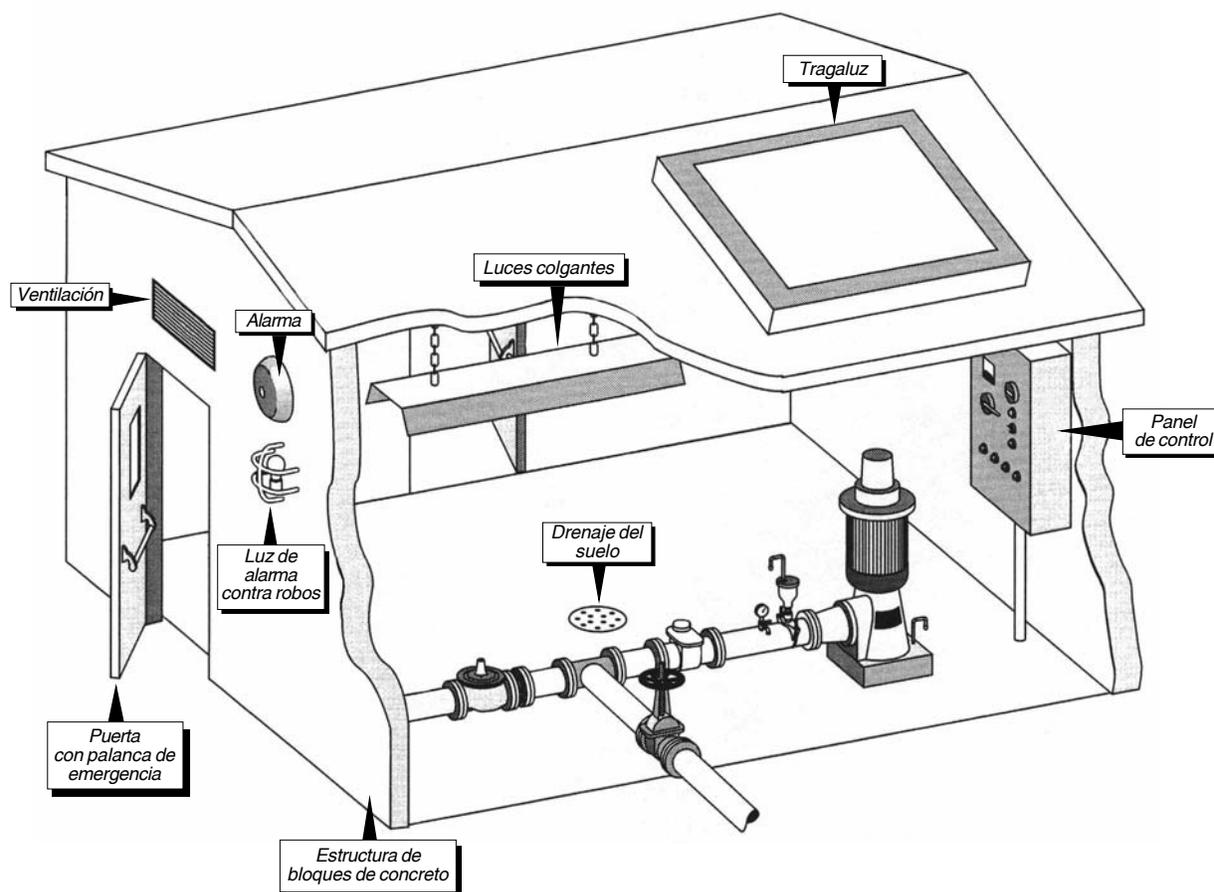


**Turbina sumergible**

**Turbina del eje de transmisión**

## Riesgos sanitarios de la estación de bombeo y la caseta del pozo

El inspector debe evaluar las instalaciones de los sistemas de bombeo, es decir, las casetas de los pozos y las estaciones de las bombas reforzadoras, de agua tratada y cruda.



### 1. ¿La seguridad es adecuada?

Las instalaciones de bombeo se deben proteger contra el vandalismo y el ingreso de personas no autorizadas. El perímetro de la propiedad debe estar cercado y las puertas y ventanas del exterior del edificio se deben cerrar con candado. Verifique la presencia de paneles eléctricos, interruptores y válvulas en los alrededores del edificio. Asegúrese de que el público no tenga acceso a ellos. Asimismo, los orificios de drenaje y ventilación en el edificio se deben proteger con mallas para prevenir el ingreso de animales.

### 2. ¿El edificio y el equipo están protegidos contra inundaciones?

La estación de bombeo se debe ubicar por lo menos a 30 cm por encima del nivel más alto de inundación. La

escorrentía superficial debe drenar lejos de la estación de bombeo. Las estaciones de bombeo se deben diseñar con drenajes adecuados para que el equipo no se inunde en caso de que se rompa una tubería. Los compartimentos que están por debajo del nivel del piso, tales como los pozos de agua y fosas secas, se deben sellar para prevenir la entrada de agua indeseable, ya sea por las paredes o por la escorrentía superficial. Las fosas secas deben incluir un sumidero y una bomba de sumidero. Asegúrese de que los controles eléctricos y motores no estén expuestos a inundaciones.

**3. ¿Cuáles son las condiciones de la estructura del edificio?**

El inspector debe verificar las condiciones de las paredes, techos, ventanas y puertas para asegurarse de que la lluvia no entre al edificio. Debe verificar que los pisos de concreto y las paredes de mampostería no tengan grietas. Las grietas alrededor de la tubería de las bombas son un indicador de las condiciones del golpe de ariete durante el inicio y final del funcionamiento de la bomba. Esto puede incrementar la presión y ocasionar fisuras en el sistema de distribución.

**4. ¿La calefacción, ventilación y alumbrado son adecuados?**

En climas fríos, el edificio se deberá calentar para prevenir la congelación de las tuberías. La ventilación es necesaria en todos los climas a fin de reducir el calor, la humedad y la corrosión. El interior del edificio debe tener alumbrado permanente para facilitar la inspección y el mantenimiento durante la noche.

**5. ¿El equipo puede recibir mantenimiento y trasladarse fuera del edificio?**

Verifique que el equipo esté accesible para la inspección y mantenimiento. Además, deben existir medios para trasladar el equipo pesado fuera del edificio. Por ejemplo, las casetas de pozos deben tener una escotilla desmontable en el techo directamente sobre el pozo. Esto facilitará el traslado del equipo mecánico con una grúa.

**6. ¿El local está ordenado y limpio?**

El inspector debe observar el orden y limpieza de las instalaciones de bombeo. El polvo se puede combinar con lubricantes y reducir la duración de los engranajes. Asimismo, el polvo y la humedad forman un revestimiento aislante en el bobinado del motor, lo cual puede producir calentamiento. En la mayoría de casos, la falta de orden y limpieza reflejan una operación y mantenimiento deficiente. Sin embargo, no suponga que debido a que una habitación se mantiene ordenada y limpia, se están siguiendo buenas prácticas de O&M.

**7. ¿La estación de bombeo también se usa para almacenamiento?**

La caseta del equipo de bombeo no se debe usar para almacenar materiales peligrosos, inflamables ni corrosivos. Las sustancias químicas (cloro, hipoclorito, fluoruro e hidróxido de sodio) se deben almacenar en una sala separada del equipo de bombeo y de los controles eléctricos. Para mayor información sobre la dosificación de sustancias químicas y almacenamiento, véase el capítulo 6 sobre procesos de tratamiento de agua.

**8. ¿El equipo de seguridad es adecuado?**

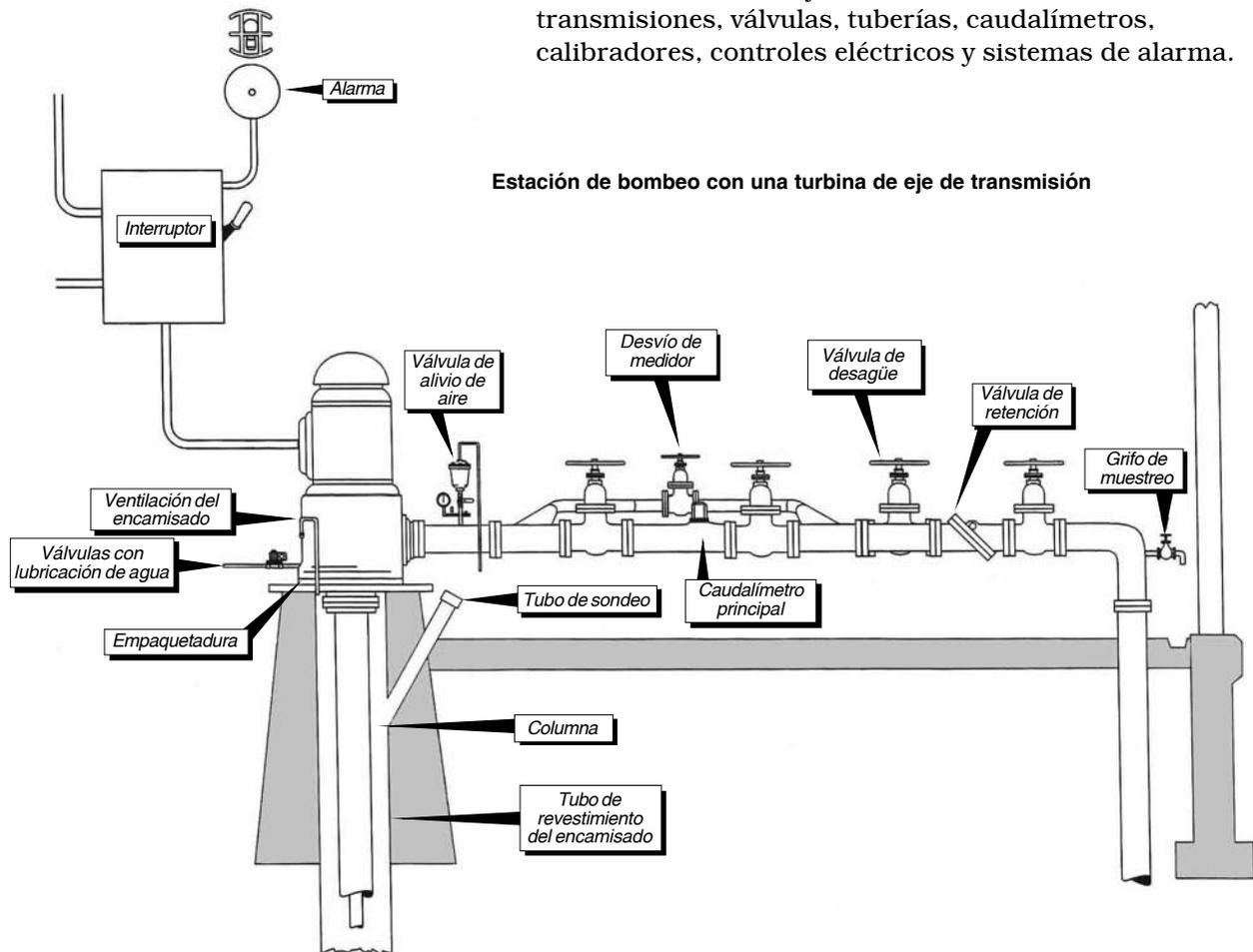
El inspector debe verificar que se hayan identificado todos los espacios confinados del sistema de agua y que cuenten con una ventilación adecuada. El operador deberá prender los ventiladores antes de ingresar. Se deben tomar todas las precauciones de seguridad antes de ingresar a espacios confinados.

Las escaleras de acceso deben estar sujetadas firmemente.

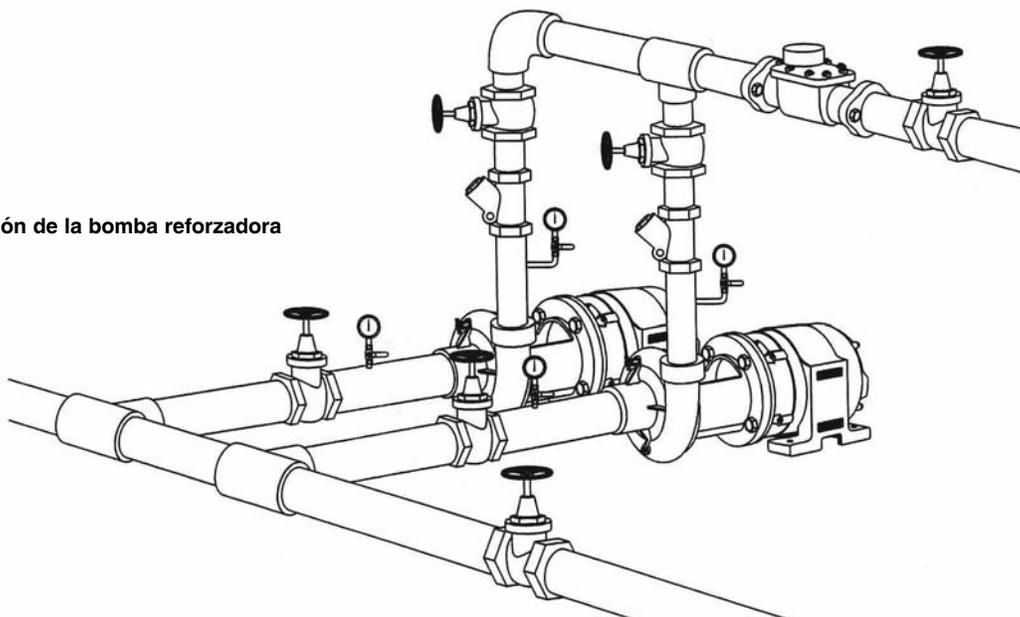
Cada estación de bombeo se debe equipar con un extinguidor de incendios de clase B (líquidos inflamables) y clase C (equipo eléctrico).

## Riesgos sanitarios del equipo y accesorios de bombeo

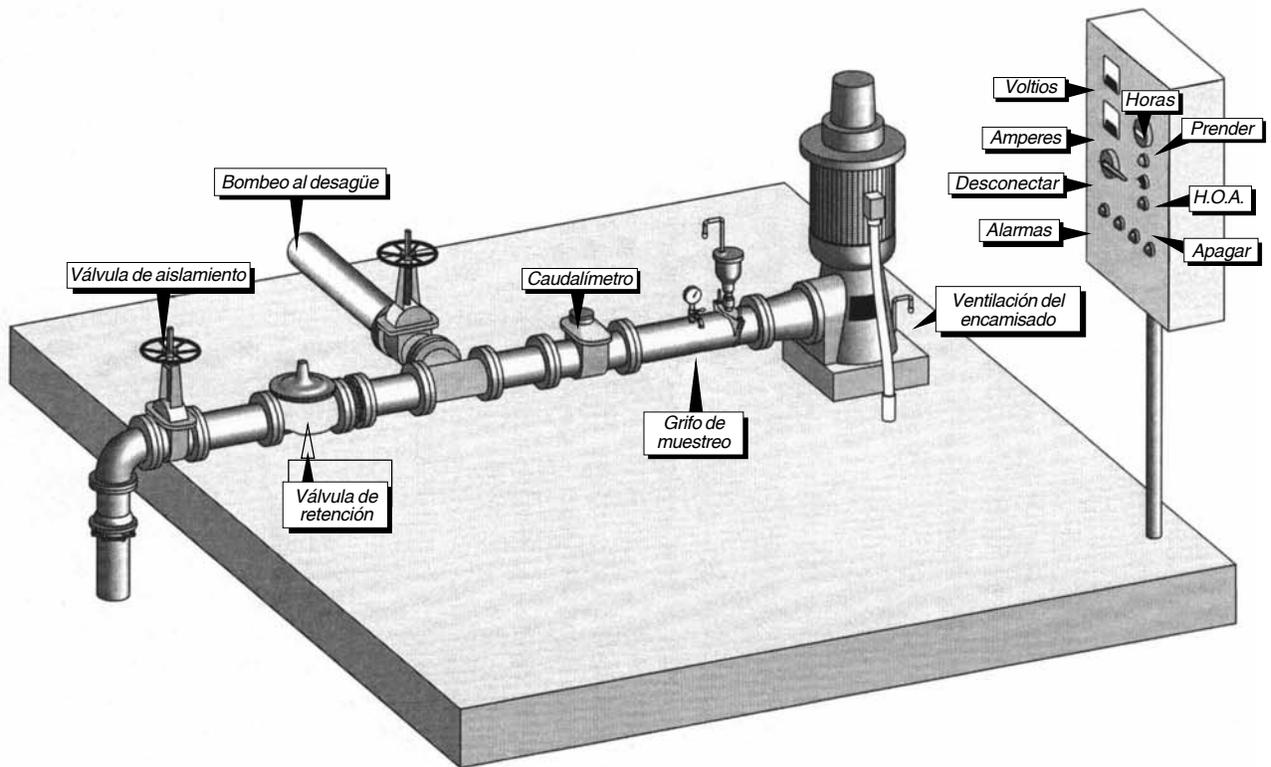
El inspector debe evaluar el equipo de bombeo y sus accesorios. Ello incluye a las bombas, motores, transmisiones, válvulas, tuberías, caudalímetros, calibradores, controles eléctricos y sistemas de alarma.



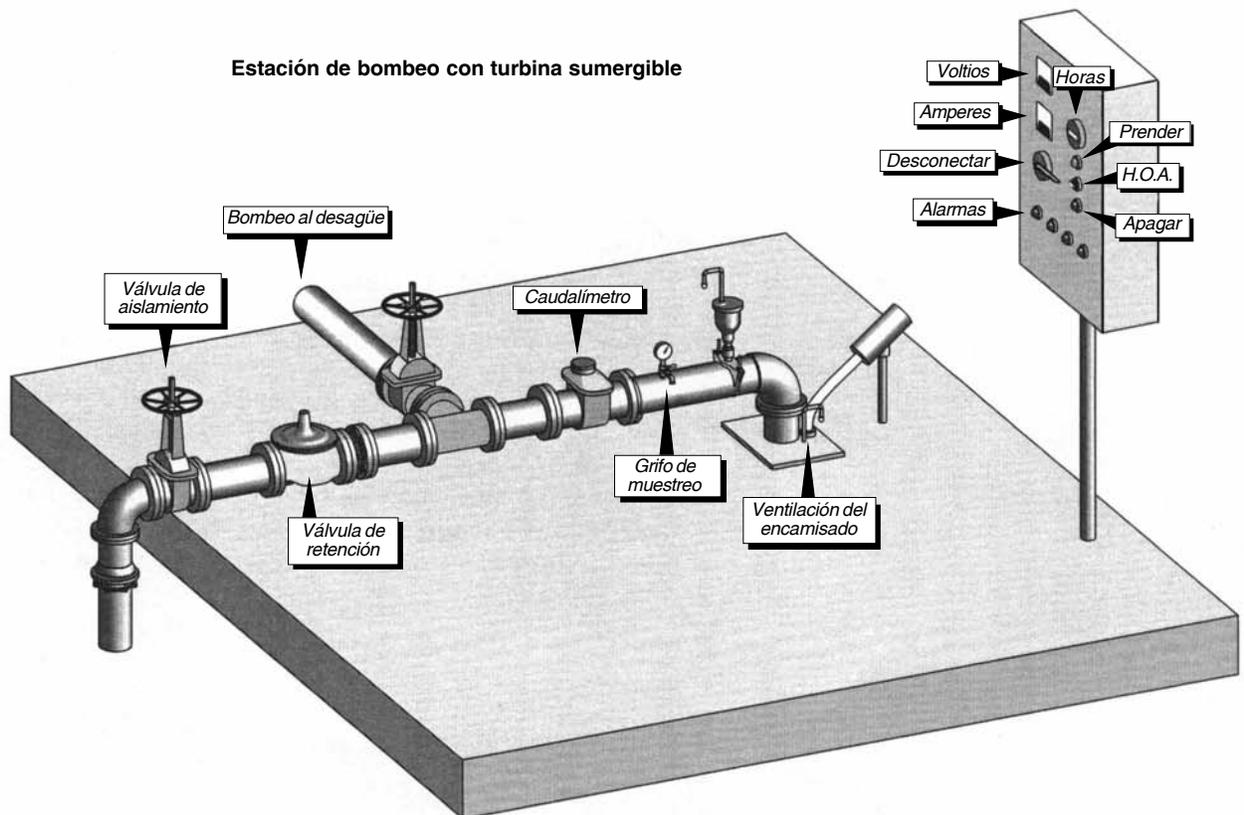
Estación de la bomba reforzadora



Estación de bombeo con una turbina de eje de transmisión



Estación de bombeo con turbina sumergible



## Bombas y motores

### 1. ¿Cuántas bombas hay (incluidas las reservas), de qué tipo y dónde están?

Cada aplicación debe tener por lo menos una unidad alterna de bombeo, excepto en el caso de bombas para pozos donde otro sistema completo proporciona la reserva apropiada. Es importante identificar la bomba adecuada para cada aplicación. Por ejemplo, las bombas centrífugas (de desplazamiento variable) no se deben usar para dosificar sustancias líquidas cuando se requiere una dosificación precisa respecto a un desplazamiento variable. El operador y una revisión de los diagramas de la planta pueden proporcionar esa información.

### 2. ¿La capacidad real de la estación de bombeo es adecuada para satisfacer la demanda?

Las bombas deben tener amplia capacidad para satisfacer las demandas máximas. La capacidad de reserva necesaria para las bombas puede variar de un estado a otro; sin embargo, una regla general para la aplicación de bombas múltiples y velocidad constante para el abastecimiento de agua es: *Si la bomba más grande no funciona, las otras disponibles deben satisfacer la demanda promedio diaria en un tiempo máximo de bombeo combinado de 18 horas.* La información se puede obtener de los registros de operación del sistema de bombeo.

### 3. ¿Cuándo y cómo se determina la capacidad de la bomba?

El inspector debe conocer los resultados de cualquier prueba realizada a las bombas, cuándo fue la última prueba y si se empleó el método correcto. Esto es muy importante cuando se utilizan medidores del tiempo de bombeo para estimar la producción de agua. Por ejemplo, hace 10 años la bomba podía haber operado un promedio de 8 horas al día. Ahora, la misma opera un promedio de 12 horas diarias. La pregunta es: ¿el incremento del tiempo de operación se debe al aumento del caudal, a un cambio en la estrategia de operación o se ha reducido la capacidad de producción de la bomba por un incremento en la carga de operación o desgaste mecánico? Esto sólo se puede verificar con un caudalímetro en servicio, manómetros y registros adecuados de operación. Cuando se revisan los registros de operación y prueba de las bombas, el inspector debe determinar si dos bombas similares tienen la misma producción.

#### 4. ¿Cuál es la condición del equipo?

- **TODAS las unidades funcionan**

Todas las bombas deben funcionar. Si sólo una de las dos bombas para agua cruda funciona, representa un grave riesgo para la salud. El inspector debe averiguar cómo operan las bombas. Pregunte con qué frecuencia se prueban las unidades de reserva. Si no ocasionan ninguna interrupción en la operación, el inspector debe pedir que se opere cada unidad, una a la vez, para poder hacer las observaciones. Cuando la bomba esté en operación, el inspector debe observar cualquier ruido, vibración, calor u olor excesivos y fugas de agua o lubricante. El inspector también debe buscar signos de humedad y polvo alrededor de los orificios de ventilación del motor.

- **Ruido, vibración, calor y olor excesivos**

Mientras está en funcionamiento, el motor de la bomba debe tener un sonido suave y no debe calentarse excesivamente. El ruido, vibración y calor excesivos indican problemas graves, como falla en los rodamientos, falta de alineación del eje, cavitación de la bomba, desgaste del impulsor o avería del motor. El calor, el olor del ozono o de la quema de la empaquetadura representan problemas que incluyen fallas en las bobinas del motor, energía deficiente o excesiva, conexiones flojas y deficiencias en el sistema de control del motor. Todos los aspectos enumerados indican que es necesario un mantenimiento inmediato.

- **Fugas de agua**

Si bien la caja de empaquetadura de la bomba requiere un goteo constante a través del casquillo, este no debe ser excesivo, no debe generar humedad alrededor del motor, no debe crear condiciones inseguras alrededor de la caseta ni facilitar el ingreso de contaminantes al agua cuando se paraliza la bomba y se puedan crear vacíos en la caja de empaquetadura.

- **Polvo y suciedad**

El inspector deber buscar huellas de polvo alrededor de las aspas de ventilación del motor y en las entradas de aire. El polvo inhibe el flujo de aire necesario para enfriar las bobinas del motor.

- **Fuga de lubricante**

Las bombas y motores no se deben lubricar en exceso, ya que pueden producir fallas en los rodamientos y calentar el motor. Los signos de lubricación excesiva e inapropiada son la grasa que sale de los sellos de los rodamientos y la acumulación de grasa o aceite alrededor de la bomba o motor.

**5. ¿Se usan los tipos correctos de lubricante?**

Se deben usar lubricantes aprobados siempre que exista contacto con el suministro de agua (por ejemplo, en la caja de empaquetadura, rodamiento de los ejes del pozo, válvulas de retención). No es necesario usar lubricantes aprobados en componentes que no tienen contacto directo con el agua (rodamientos del motor, ejes y rodamientos externos de la bomba). Todos los lubricantes usados deben cumplir con las recomendaciones del fabricante del equipo.

**6. ¿La frecuencia y cantidad de lubricación son adecuadas?**

El inspector debe observar el nivel y apariencia del aceite en los depósitos de lubricante de la bomba y del motor para determinar si la lubricación es adecuada. Si el aceite presenta una apariencia lechosa significa que está contaminado con humedad. En el caso de bombas para pozos, el tipo y cantidad de lubricación son sumamente importantes. Algunos sistemas de bombeo con turbinas verticales se diseñan con ejes de rodamiento lubricados con aceite. Si el tubo de sellado se avería alrededor de uno de esos rodamientos, se producirá la entrada de aceite al agua. El inspector debe averiguar la cantidad de aceite que el operador agrega regularmente y compararla con la cantidad utilizada cuando el equipo estaba nuevo. Un aumento significativo de aceite es un signo claro de que el sello está roto.

Para rodamientos lubricados, una señal de que no siguen los procedimientos de lubricación adecuados es pintura intacta sobre las copas o dispositivos de grasa y los tapones de salida.

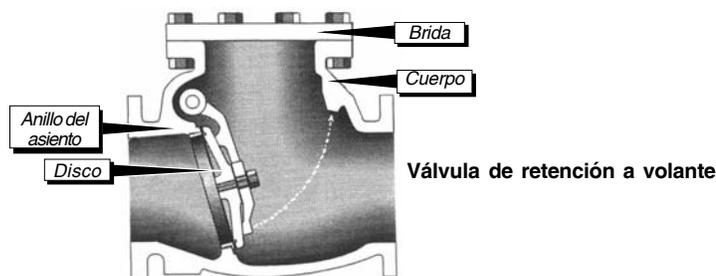
Un plan de mantenimiento preventivo debe incluir un programa de lubricación.

## Accesorios

**1. ¿Los sistemas de bombeo se equipan con:**

**a. ¿válvulas de retención?**

Cada bomba debe tener una válvula de retención en los sistemas de bomba centrífuga.

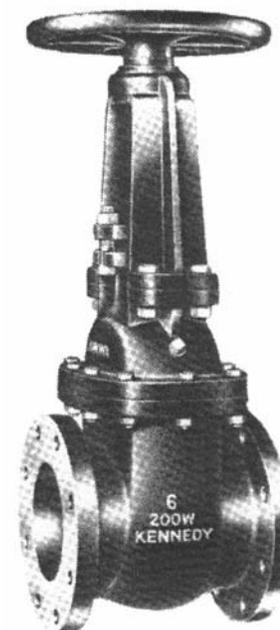


Durante la inspección sanitaria, mientras observa la operación de cada unidad de bombeo, se debe prestar

atención al comportamiento de la válvula de retención durante el encendido y apagado de las unidades. La válvula de retención no se debe abrir ni cerrar bruscamente. Si esto sucede, se puede producir un golpe de ariete o carga de presión en el sistema de distribución, lo cual podría ocasionar rupturas en la tubería matriz o en la de servicio. Cuando la bomba no está en operación, el eje de propulsión no debe girar hacia atrás. La rotación hacia atrás indica que la válvula de retención no funciona y, en algunos casos, podría hacer que el impulsor se desconecte del eje de propulsión.

**b. ¿válvulas de aislamiento?**

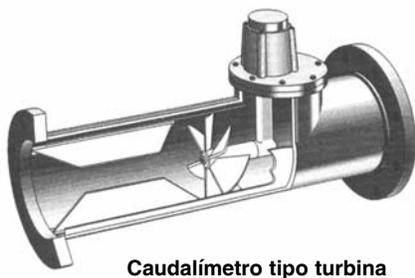
Cada bomba debe tener una válvula de aislamiento en la tubería de descarga. En sistemas donde el nivel de captación de agua está por encima del impulsor de la bomba (aplicación de “succión inundada” o “carga de succión”), también se requiere una válvula de aislamiento en la entrada de cada bomba. Las válvulas de aislamiento facilitan la remoción de la bomba para su mantenimiento. La existencia de una válvula no implica necesariamente que esté en operación. El inspector debe preguntar con qué frecuencia se utilizan las válvulas y debe solicitar al operador que abra y cierre una o más válvulas.



Válvula esclusa

**c. ¿manómetros?**

Cada bomba debe tener un manómetro en la descarga para medir las condiciones reales de la carga durante la operación. El manómetro y caudalímetro son importantes para determinar la capacidad de la bomba y detectar cambios en las condiciones de operación. Las bombas reforzadoras del sistema de distribución se deben equipar no sólo con manómetros en la descarga, sino también con caudalímetros compuestos ubicados en la entrada de la bomba. Los caudalímetros compuestos miden las presiones positivas y negativas. La presión en la entrada de las bombas reforzadoras de distribución no debe estar por debajo de las 20 libras por pulgada cuadrada, ya que las presiones más bajas pueden causar problemas de contracorriente en el sistema de distribución aguas arriba de la bomba reforzadora.



Caudalímetro tipo turbina

#### d. ¿caudalímetro?

El inspector debe observar si la bomba tiene un caudalímetro y si funciona adecuadamente. Además de proporcionar la cantidad exacta de agua bombeada, el medidor puede ayudar al operador a detectar cambios en el sistema y tomar medidas correctivas antes de que se produzca un problema grave. Los caudalímetros se deben equipar con totalizadores para registrar la cantidad total de agua bombeada durante un período dado.

#### e. ¿tubería de descarga?

Los sistemas de bombeo, especialmente las bombas para pozo y agua cruda, se deben equipar con válvulas de aislamiento y tuberías para permitir la descarga libre y no a la tubería de suministro de agua. Esto facilita la limpieza de la fuente de agua más próxima así como la prueba de la bomba.

## Bombas para pozos

#### f. ¿válvula de alivio al vacío o a presión?

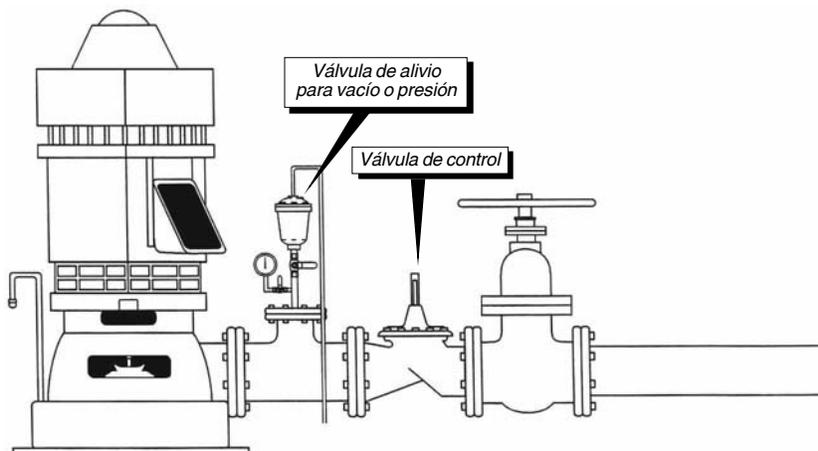
Los sistemas de bombeo de pozos se deben equipar con una válvula de pie (bombas sumergibles) o unidades de alivio de aire o vacío (bombas con turbina vertical) para prevenir la entrada de aire al sistema de distribución cuando se activan y para evitar el vacío y posible colapso de la tubería cuando se desactivan. El inspector debe verificar que la válvula de alivio se abra adecuadamente después de apagar la bomba y se cierre apropiadamente luego de encender la bomba. La tubería de descarga en la válvula de alivio debe estar girada hacia abajo, tener una rejilla y terminar con un adecuado espacio sobre el piso.

### 2. ¿Existen conexiones cruzadas?

Las conexiones cruzadas en los sistemas de bombeo se pueden encontrar en:

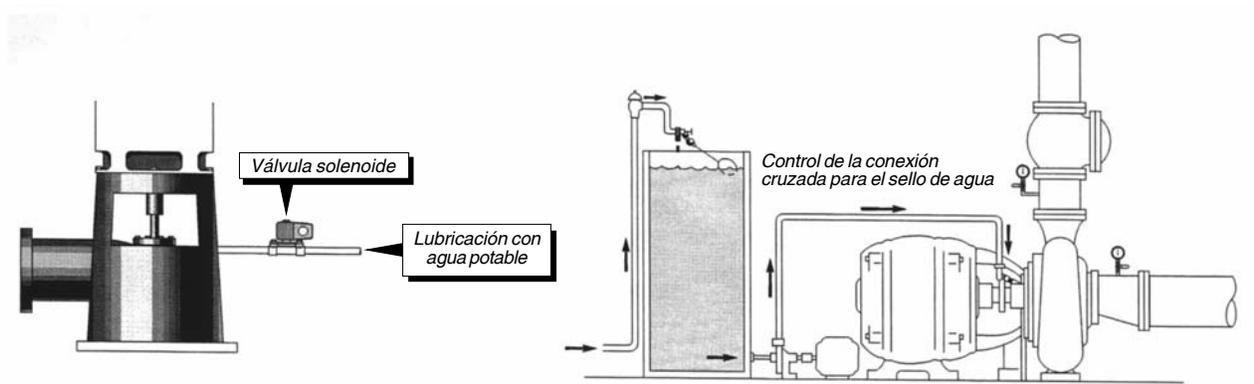
- sistemas de agua con rodamientos lubricados

Turbina con transmisión de eje con válvula de alivio



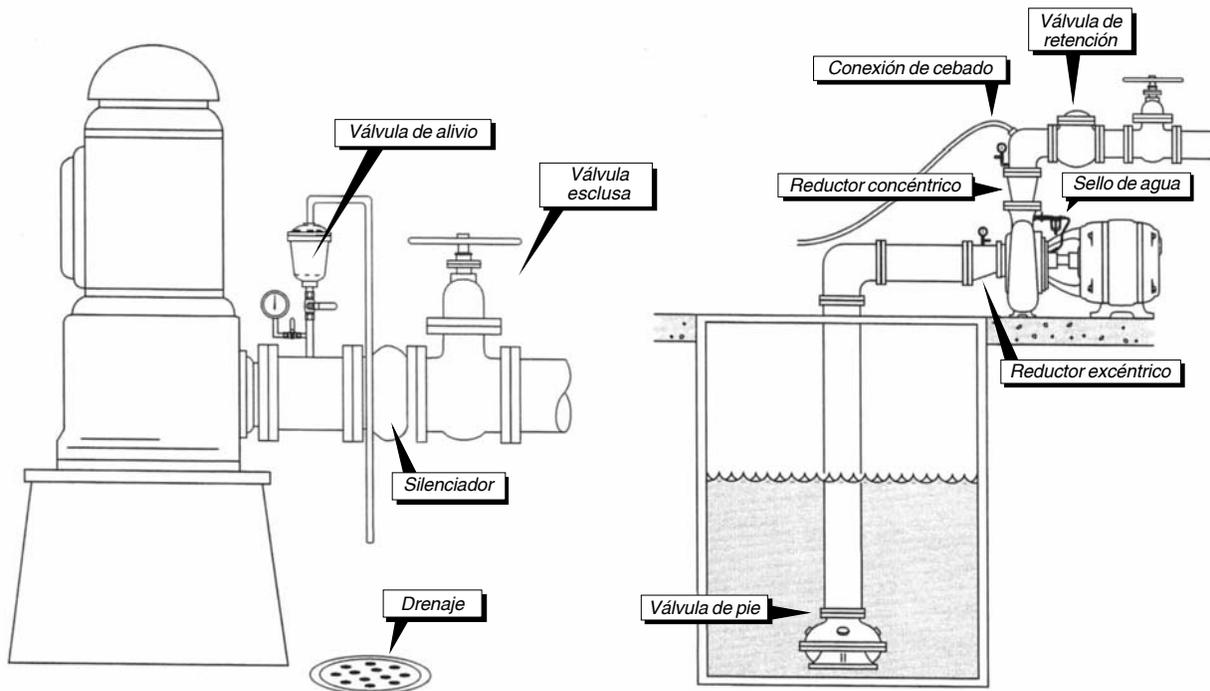
- sistemas de bombeo con lubricación en el sello de agua
- tuberías de descarga al vacío y a presión
- tuberías de cebado para bombas de aspiración.

En todos estos casos, si se usa agua tratada como fuente para estos sistemas, se puede producir una contracorriente. Por ello, se deben proteger adecuadamente con un intervalo de aire o dispositivo aprobado de prevención de contracorrientes. En el capítulo 8 se describe detalladamente las conexiones cruzadas con los ejemplos respectivos.



Lubricación de rodamientos con agua

Sistema de bombeo de agua cruda con sello de agua



Tubería de alivio para vacío o presión

Tubería de cebado en bomba de aspiración

## Controles

### 1. Los sistemas de control del motor:

#### a. ¿Están diseñados adecuadamente y son confiables?

La mayoría de los sistemas de agua están equipados con sistemas automáticos para controlar los ciclos de bombeo. El inspector debe evaluar el sistema de control y determinar si es apropiado para la aplicación, si funciona adecuadamente y si está equipado con un interruptor manual de invalidación. Las bombas que suministran agua al sistema de distribución se deben controlar automáticamente de acuerdo con la presión del sistema. Las bombas para agua tratada controladas sólo por relojes son un ejemplo de aplicación inapropiada del sistema de control. En ese caso, las bombas no suministrarán agua adicional si existe una demanda excepcionalmente alta por ruptura de una tubería principal o para el control de incendios. Esto podría causar baja presión o pérdida total del suministro de agua. Una pregunta que el inspector debe hacer al operador es: ¿con qué frecuencia se reconectan automáticamente los controles del motor u opera las bombas manualmente para mantener la presión del sistema?

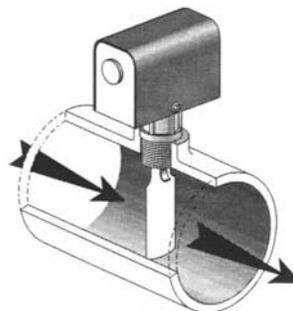
#### b. ¿Hay alarmas en caso de fallas?

El sistema de control de bombas debe estar equipado con sistemas de alarma en caso de fallas. Si la bomba no se activa o se detiene por cualquier motivo que no sea el apagado normal del ciclo automático, se debe activar un sistema de alarma. También se debe considerar el tipo de alarma. Muchas estaciones de bombeo están equipadas con alarmas de luces intermitentes o bocinas ubicadas fuera del edificio que se activan en caso haya fallas en el sistema. Este tipo de sistema requiere que alguien observe y escuche la alarma para que luego llame al operador del sistema de agua. Desde luego, éste no es un sistema infalible. Un sistema más confiable consta de una alarma conectada a una línea telefónica que marca automáticamente números programados hasta que conteste quien pueda solucionar el problema.

#### c. ¿Hay dispositivos de seguridad en caso de fallas?

Se debe evaluar la secuencia de control del equipo que funciona conjuntamente con la bomba y el motor principal. Por ejemplo, el suministro eléctrico de un dosificador de sustancias químicas que se activa automáticamente con el motor de la bomba de agua debe tener un dispositivo que lo apague automáticamente en caso de que no haya bombeo de agua. Esto se puede lograr al instalar un interruptor de parada de “caudal bajo” o de “presión baja” entre la bomba y la válvula de retención. Este dispositivo debe ser sensible al caudal o

presión de agua para poder activar el dosificador de sustancias químicas. En muchos casos, la ausencia de ese dispositivo ha producido una excesiva **dosificación**.



**d. ¿Están equipados con contadores de tiempo (CT)?**

Cada bomba de los sistemas de control del motor debe tener un CT. Un CT es similar a un odómetro de automóvil y registra el tiempo de funcionamiento de los motores de la bomba. El operador puede usar esta información para programar el mantenimiento, calcular la producción de la bomba y comparar los ciclos de funcionamiento y la eficiencia de las unidades de bombeo.

**e. ¿Están protegidos adecuadamente?**

El inspector debe observar el estado general de los dispositivos de control y verificar que el equipo se mantenga en cabinas protegidas. Las cabinas de control ubicadas fuera del edificio se deben asegurar y deben tener protección contra cambios climáticos. El público no debe tener acceso a los interruptores de control, tales como interruptores de apagado o reconexión automático o manual.

**f. ¿Se mantienen adecuadamente?**

Los sistemas de control se deben incluir en el plan de mantenimiento preventivo del sistema de agua. El mantenimiento de estos sistemas requiere experiencia en controles industriales. El operador debe estar capacitado en esta área o debe contar con la ayuda de un experto para solucionar cualquier falla en el sistema.

## Seguridad

**1. ¿El equipo rotatorio y eléctrico tiene protectores?**

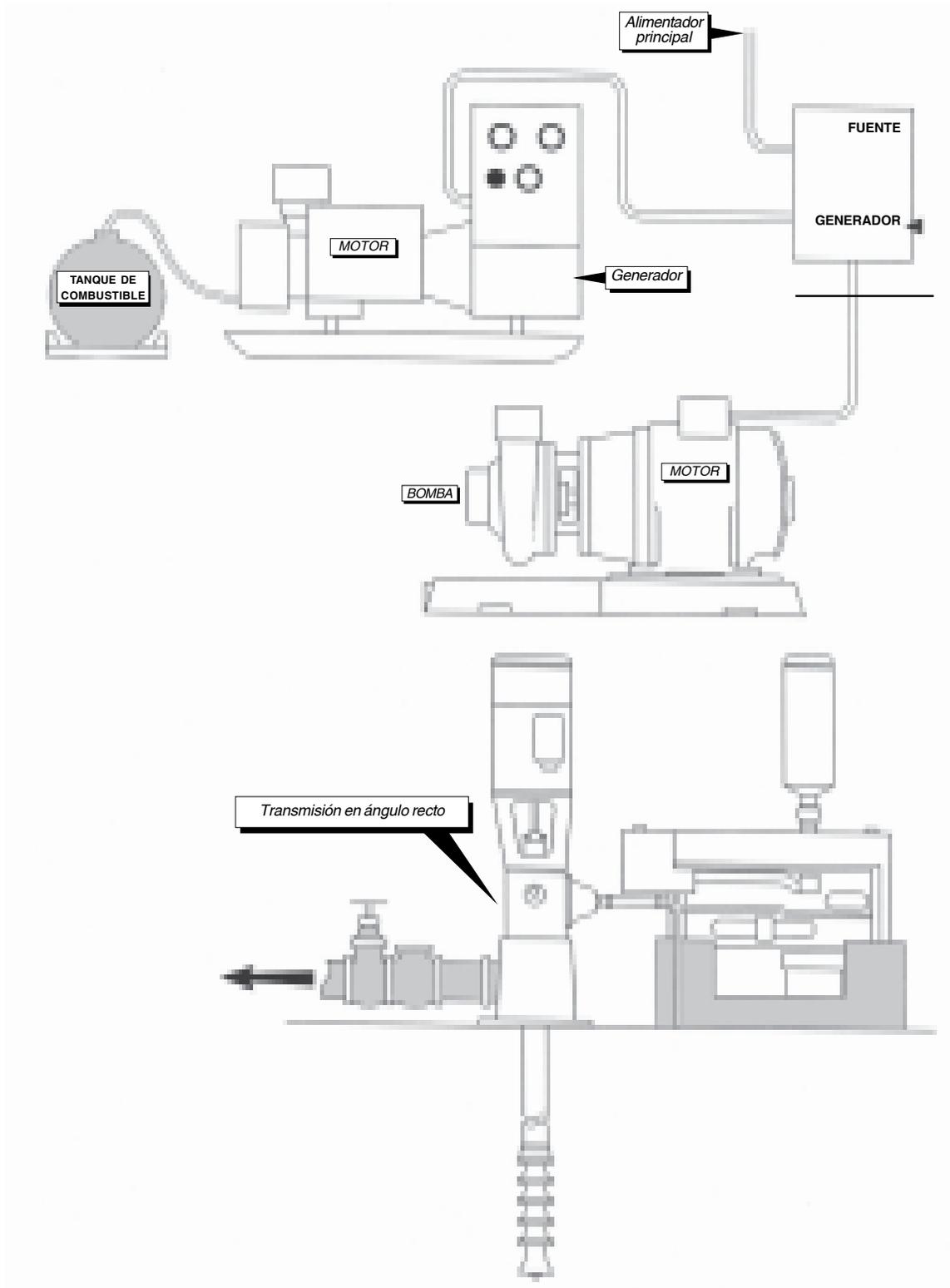
El inspector se debe preocupar no sólo por los aspectos sanitarios del equipo sino también por los aspectos de seguridad. Debe verificar que las cintas, engranajes, ejes rotatorios e instalaciones eléctricas se protejan adecuadamente para prevenir cualquier accidente.

**(Nota: Mientras realice la inspección sanitaria, el inspector no debe usar ropa holgada ni corbata).**



## Riesgos sanitarios de la energía auxiliar

El inspector debe evaluar la necesidad de contar con energía auxiliar y si es necesario, el diseño, condición y O&M de las unidades de energía auxiliar (UEA).



**1. ¿Se requiere y proporciona energía auxiliar?**

La energía auxiliar puede ser necesaria para la operación continua de un sistema de agua. Es especialmente importante en áreas donde las interrupciones del suministro eléctrico son frecuentes y cuando el almacenamiento de agua es limitado. El inspector debe evaluar la frecuencia y duración de las interrupciones previas del suministro eléctrico y los efectos sobre el abastecimiento de agua. También se deben consultar las normas estatales de diseño para determinar la necesidad de energía auxiliar.

**2. ¿Qué tipo de energía auxiliar se provee y cómo se activa?**

Se puede suministrar energía de emergencia con un generador auxiliar operado con motores de petróleo o gasolina o motores conectados directamente al eje de la bomba a través de un mecanismo de transmisión en ángulo recto. La unidad de energía auxiliar (UEA) se debe activar automáticamente después del corte de energía. Debe haber un «interruptor de transferencia automática» que transfiera la carga actual a la unidad de energía auxiliar. Si hay un corte de energía, no se debe requerir que el operador encienda manualmente la UEA y que transfiera la carga, aunque también se debe contar con dispositivos para la operación manual.

**3. ¿La unidad de energía auxiliar abastece a todos los sistemas eléctricos de la estación de bombeo?**

Además del motor de la bomba, la UEA debe suplir de energía eléctrica a toda la estación de bombeo, incluidas las luces, calefacción, ventilación, controles automáticos y, más importante aún, cualquier sistema de dosificación de sustancias químicas. Sin embargo, existe un problema con los sistemas operados mecánicamente (con transmisión en ángulo recto), porque sólo generan energía para la bomba de agua. En ese caso, durante las principales interrupciones de suministro eléctrico, el agua no tratada o parcialmente tratada se bombea al sistema de distribución.

**4. ¿Dónde está el tanque de combustible?**

¿El tanque de combustible de la UEA está bajo tierra? En ese caso, ¿existe riesgo de fuga de combustible hacia el suministro de agua? Si el tanque de combustible está a nivel del suelo, se debe montar dentro de un contenedor contra derrames.

**5. ¿La unidad de energía auxiliar se usa y prueba de manera regular y adecuada?**

El inspector debe evaluar la frecuencia y método de uso y prueba de la UEA. El sistema se debe probar una vez por semana como mínimo en presencia de un operador.

Si la UEA se prueba automáticamente sin la presencia del operador, no hay forma de monitorear el rendimiento del sistema ni de detectar pequeños problemas antes de que se acentúen. Por otro lado, esos sistemas se deben probar con una carga. La UEA se debe usar como fuente de energía para la instalación de bombeo durante el período de prueba. Este procedimiento asegura que todas las funciones de la UEA se evalúen y se ejecuten adecuadamente. Se debe guardar los registros de prueba de la UEA, incluidas las lecturas del motor y del generador.

**6. ¿La unidad de energía auxiliar se mantiene en buen estado y se protege?**

El inspector debe verificar que la UEA se incluya en el programa de mantenimiento preventivo. El mantenimiento regular se debe realizar según las recomendaciones del fabricante. El inspector debe verificar visualmente el estado general de la unidad con el fin de encontrar rastros de líquidos o lubricantes derramados. La UEA debe estar cercada si se encuentra en el exterior. Los orificios de ventilación se deben proteger con mallas para prevenir el ingreso de animales. El público no debe tener acceso a la UEA.

**7. ¿Existen conexiones cruzadas entre la energía auxiliar y el agua potable?**

Algunos motores para la UEA usan agua de bebida para el sistema de enfriamiento. El inspector debe determinar cómo se enfría el motor. Si se usa agua de bebida, el refrigerante no debe regresar al sistema potable y la conexión entre el agua y el motor se debe proteger con una trampa o dispositivos aprobados para la prevención de contracorrientes.

## Riesgos sanitarios de la operación y mantenimiento

En este capítulo se ha tratado aspectos de O&M para equipos específicos. Durante la inspección sanitaria, el inspector también debe evaluar el enfoque general de la O&M en relación con los sistemas de bombeo desde el punto de vista programático.

**1. ¿El número y capacitación del personal son adecuados para operar y mantener las instalaciones de bombeo?**

La evaluación del personal administrativo y de operación se debe realizar según las recomendaciones del capítulo 10. Se debe capacitar al personal responsable para que solucione las fallas de los sistemas de bombeo y mantenimiento de los sistemas eléctricos y mecánicos. Si no hay personal competente en esas áreas, el mantenimiento debe estar a cargo de contratistas.

**2. ¿Se mantienen registros adecuados de operación para las estaciones de bombeo?**

Cada unidad de bombeo incluiría, pero no se limitaría a: presiones de succión y descarga, horas de operación, lecturas del caudalímetro y lecturas de amperaje y voltaje.

**3. ¿Los procedimientos estandarizados de operación están disponibles por escrito? ¿Se siguen?**

Se debe proporcionar instrucciones de operación por escrito a todos los operadores. Los procedimientos pueden ser tan complejos como un manual de operaciones o tan sencillos como una página de instrucciones. Deben considerar aspectos tales como la operación e inspección diaria (lista de verificación), procedimientos de encendido y apagado y respuesta a fallas del equipo y otras condiciones de emergencia (planes de contingencia).

**4. ¿Se cuenta con un programa documentado de mantenimiento preventivo (MP)?**

Las prácticas inadecuadas de mantenimiento pueden producir fallas en el sistema y deficiencias sanitarias. Se debe establecer y seguir un programa escrito de MP para cada equipo de la instalación de bombeo. Este programa debe estar basado en las tareas de mantenimiento recomendadas por el fabricante y se deben mantener los registros correspondientes. En general, los pequeños sistemas de agua necesitan programas de MP menos sofisticados; sin embargo, todos los sistemas de agua deben tener un programa, aunque sea básico. El inspector debe determinar si existen componentes específicos de un programa de MP y debe solicitarlos. Los componentes esenciales de un programa de MP incluyen:

<b>Inventario del equipo</b>	Registro con datos como: números de modelo y serie, registros de los fabricantes y especificaciones del rendimiento.
<b>Información técnica de los fabricantes</b>	Los fabricantes incluyen datos técnicos sobre el equipo, tales como especificaciones de O&M, diagramas y listas de repuestos.
<b>Tareas y cronograma del MP por escrito</b>	Incluye una lista de tareas de MP (de los manuales de O&M), un cronograma e instrucciones para cumplir las tareas. Pueden estar computarizados o, en sistemas más pequeños, se pueden registrar simplemente en tarjetas.
<b>Registros del mantenimiento</b>	En sistemas pequeños se pueden registrar en tarjetas. El inspector debe buscar las más recientes y compararlas con la lista de tareas.
<b>Lista de recursos técnicos</b>	Debe incluir representantes de servicios y fabricantes de repuestos, especialistas locales para mantenimiento de instrumentos, electricistas, mecánicos especialistas y contratistas de construcción.
<b>Herramientas</b>	El operador debe tener un equipo completo de herramientas para el mantenimiento básico.
<b>Inventario de repuestos</b>	Las piezas importantes y de reemplazo frecuente se deben incluir en el inventario del sistema de agua. Los materiales que no estén en el almacén se deben obtener de proveedores locales o representantes autorizados.

