

NFPA[®]

20

**Norma para la
Instalación de Bombas
Estacionarias para
Protección contra
Incendios**

2019



AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS IMPORTANTES SOBRE EL USO DE DOCUMENTOS NFPA®

Los códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías de la NFPA® (“Documentos NFPA”) son desarrollados a través del proceso de desarrollo de normas por consenso aprobado por el American National Standards Institute (Instituto Nacional Americano de Normas). Este proceso reúne a voluntarios que representan diferentes puntos de vista e intereses para lograr el consenso en temas de incendios y seguridad. Mientras que NFPA administra el proceso y establece reglas para promover la equidad en el desarrollo del consenso, no prueba de manera independiente, ni evalúa, ni verifica la precisión de cualquier información o la validez de cualquiera de los juicios contenidos en los Documentos NFPA.

La NFPA niega responsabilidad por cualquier daño personal, a propiedades u otros daños de cualquier naturaleza, ya sean especiales, indirectos, en consecuencia o compensatorios, resultado directo o indirecto de la publicación, su uso, o dependencia en los Documentos NFPA. La NFPA tampoco garantiza la precisión o que la información aquí publicada esté completa.

Al expedir y poner los Documentos NFPA a la disposición del público, la NFPA no se responsabiliza a prestar servicios profesionales o de alguna otra índole a nombre de cualquier otra persona o entidad. Tampoco se responsabiliza la NFPA de llevar a cabo cualquier obligación por parte de cualquier persona o entidad a alguien más. Cualquier persona que utilice este documento deberá confiar en su propio juicio independiente, o como sería apropiado, buscar el consejo de un profesional competente para determinar el ejercicio razonable en cualquier circunstancia dada.

La NFPA no tiene poder, ni responsabilidad, para vigilar o hacer cumplir los contenidos de los Documentos NFPA. Tampoco la NFPA lista, certifica, prueba o inspecciona productos, diseños o instalaciones en cumplimiento con este documento. Cualquier certificación u otra declaración de cumplimiento con los requerimientos de este documento no deberán ser atribuibles a la NFPA y es únicamente responsabilidad del certificador o la persona o entidad que hace la declaración. Avisos y cláusulas importantes continúan en la retirada de la contratapa.

NFPA no se hace responsable por la exactitud y veracidad de esta traducción al español. En el caso de algún conflicto entre las ediciones en idioma inglés y español, el idioma inglés prevalecerá.

SÍMBOLOS DE REVISIÓN DE IDENTIFICACIÓN DE CAMBIOS SOBRE LA EDICIÓN ANTERIOR

Las revisiones de textos están sombreadas. Un antes de un número de sección indica que las palabras dentro de la sección fueron eliminadas y un **Δ** a la izquierda del número de una tabla o figura indica una revisión a una tabla o figura existente. Cuando un capítulo es ampliamente revisado, el capítulo entero es marcado con el símbolo a lo largo del capítulo. Donde una o más secciones son eliminadas, se agrega un **•** entre las secciones restantes. Capítulos, anexos, secciones, figuras, y tablas que son nuevas están indicadas con una **N**.

Note que estos indicadores son una guía. La reordenación de secciones puede llegar a no ser captada en la marcación, pero los usuarios pueden ver los detalles completos de las revisiones en los Informes del Primer y Segundo Borrador ubicados en la sección de información de revisión archivada de cada código en www.nfpa.org/docinfo. Cualquier cambio subsiguiente a la Reunión Técnica de NFPA, Enmiendas Tentativas Interinas, y Erratas también se encuentran ahí.

AVISO: ACTUALIZACIÓN DE DOCUMENTOS NFPA

Los usuarios de los códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías de NFPA (“Normativa NFPA”) deberían tener presente que estos documentos pueden reemplazarse en cualquier momento a través de la emisión de nuevas ediciones, enmendarse a través de la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas (TIAs), o corregidos por una Errata. La intención es que, a través de revisiones y enmiendas regulares, los participantes en el proceso de desarrollo de normativa NFPA consideren la información entonces vigente y disponible sobre incidentes, materiales, tecnologías, innovaciones, y métodos a medida que estos se desarrollan y que la Normativa NFPA refleja esta consideración. Por consiguiente, cualquier edición previa de este documento ya no representa la Normativa NFPA corriente de la materia abordada. NFPA alienta el uso de la edición más actualizada de cualquier Normativa NFPA [que podría estar enmendada por TIA(s) o Erratas] para sacar provecho de experiencias y entendimiento actualizado. Una Normativa oficial de la NFPA en cualquier momento consiste de la edición actual del documento junto con cualquier TIA y Errata en efecto en ese momento.

Para poder determinar si una Normativa NFPA ha sido enmendada a través de la emisión de TIAs o corregido a través de Erratas, visite la sección de “Códigos & Normas” en www.nfpa.org.

AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS RELACIONADOS CON LOS DOCUMENTOS NFPA®

AVISOS Y CLÁUSULAS EXONERATORIAS ADICIONALES

Actualización de documentos NFPA

Los usuarios de los códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías de la NFPA (“Documentos NFPA”) deberán estar conscientes de que este documento puede reemplazarse en cualquier momento a través de la emisión de nuevas ediciones o puede ser enmendado de vez en cuando a través de la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas. Un Documento oficial de la NFPA en cualquier momento consiste de la edición actual del documento junto con cualquier Enmienda Interina Tentativa y cualquier Errata en efecto en ese momento. Para poder determinar si un documento es la edición actual y si ha sido enmendado a través de la emisión de Enmiendas Interinas Tentativas o corregido a través de la emisión de Erratas, consulte publicaciones adecuadas de la NFPA tales como el National Fire Codes® Subscription Service (Servicio de Suscripción a los Códigos Nacionales contra Incendios), visite el sitio Web de la NFPA en www.nfpa.org, o contáctese con la NFPA en la dirección a continuación.

Interpretaciones de documentos NFPA

Una declaración, escrita u oral, que no es procesada de acuerdo con la Sección 6 de la Regulaciones que Gobiernan los Proyectos de Comités no deberán ser consideradas una posición oficial de la NFPA o de cualquiera de sus Comités y no deberá ser considerada como, ni utilizada como, una Interpretación Oficial.

Patentes

La NFPA no toma ninguna postura respecto de la validez de ningún derecho de patentes referenciado en, relacionado con, o declarado en conexión con un Documento de la NFPA. Los usuarios de los Documentos de la NFPA son los únicos responsables tanto de determinar la validez de cualquier derecho de patentes, como de determinar el riesgo de infringir tales derechos, y la NFPA no se hará responsable de la violación de ningún derecho de patentes que resulte del uso o de la confianza depositada en los Documentos de la NFPA.

La NFPA adhiere a la política del Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI) en relación con la inclusión de patentes en Normas Nacionales Estadounidenses (“la Política de Patentes del ANSI”), y por este medio notifica de conformidad con dicha política:

AVISO: Se solicita al usuario que ponga atención a la posibilidad de que el cumplimiento de un Documento NFPA pueda requerir el uso de alguna invención cubierta por derechos de patentes. La NFPA no toma ninguna postura en cuanto a la validez de tales derechos de patentes o en cuanto a si tales derechos de patentes constituyen o incluyen reclamos de patentes esenciales bajo la Política de patentes del ANSI. Si, en relación con la Política de Patentes del ANSI, el tenedor de una patente hubiera declarado su voluntad de otorgar licencias bajo estos derechos en términos y condiciones razonables y no discriminatorios a solicitantes que desean obtener dicha licencia, pueden obtenerse de la NFPA, copias de tales declaraciones presentadas, a pedido. Para mayor información, contactar a la NFPA en la dirección indicada abajo.

Leyes y Regulaciones

Los usuarios de los Documentos NFPA deberán consultar las leyes y regulaciones federales, estatales y locales aplicables. NFPA no pretende, al publicar sus códigos, normas, prácticas recomendadas, y guías, impulsar acciones que no cumplan con las leyes aplicables y estos documentos no deben interpretarse como infractores de la ley.

Derechos de autor

Los Documentos NFPA son propiedad literaria y tienen derechos reservados a favor de la NFPA. Están puestos a disposición para una amplia variedad de usos ambos públicos y privados. Esto incluye ambos uso, por referencia, en leyes y regulaciones, y uso en auto-regulación privada, normalización, y la promoción de prácticas y métodos seguros. Al poner estos documentos a disposición para uso y adopción por parte de autoridades públicas y usuarios privados, la NFPA no renuncia ningún derecho de autor de este documento.

Uso de Documentos NFPA para propósitos regulatorios debería llevarse a cabo a través de la adopción por referencia. El término “adopción por referencia” significa el citar el título, edición, e información sobre la publicación únicamente. Cualquier supresión, adición y cambios deseados por la autoridad que lo adopta deberán anotarse por separado. Para ayudar a la NFPA en dar seguimiento a los usos de sus documentos, se requiere que las autoridades que adopten normas NFPA notifiquen a la NFPA (Atención: Secretaría, Consejo de Normas) por escrito de tal uso. Para obtener asistencia técnica o si tiene preguntas concernientes a la adopción de Documentos NFPA, contáctese con la NFPA en la dirección a continuación.

Mayor información

Todas las preguntas u otras comunicaciones relacionadas con los Documentos NFPA y todos los pedidos para información sobre los procedimientos que gobiernan su proceso de desarrollo de códigos y normas, incluyendo información sobre los procedimientos de cómo solicitar Interpretaciones oficiales, para proponer Enmiendas Interinas Tentativas, y para proponer revisiones de documentos NFPA durante ciclos de revisión regulares, deben ser enviados a la sede de la NFPA, dirigido a:

NFPA Headquarters
Attn: Secretary, Standards Council
1 Batterymarch Park
P.O. Box 9101
Quincy, MA 02269-9101
stds_admin@nfpa.org



Título del Documento Original:

NFPA 20

Standard for the Installation of Stationary Pumps for Fire Protection
2019 Edition

Título en Español:

NFPA 20

Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios
Edición 2019

Traducción:

Languages Worldwide (Traducción técnica)

Revisión Técnica:

Ing. Domenico Braca, *INVERTEC*

NFPA no se hace responsable por la exactitud y veracidad de esta traducción al español. En el caso de algún conflicto entre las ediciones en idioma inglés y español, el idioma inglés prevalecerá.

Derechos de autor © 2020 National Fire Protection Association®. Todos los derechos reservados.

NFPA® 20

Norma para la

Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios

Edición 2019

La presente edición de NFPA 20, *Norma para la Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios*, fue preparada por el Comité Técnico de Bombas de incendio. Fue emitida por el Consejo de Normas el 4 de mayo de 2018, con fecha de entrada en vigor el 24 de mayo de 2018, y reemplaza a todas las ediciones anteriores.

Esta edición de NFPA 20 se aprobó como Norma Nacional de los Estados Unidos el 24 de mayo de 2018.

Origen y desarrollo de NFPA 20

La primera norma de la National Fire Protection Association para rociadores automáticos fue publicada en 1896 y contenía párrafos sobre bombas contra incendio de vapor y rotativas.

El Comité de Bombas contra incendio fue organizado en 1899 con cinco miembros de asociaciones aseguradoras. En la actualidad, los miembros del comité incluyen a representantes de Underwriters Laboratories, tanto de los Estados Unidos como de Canadá, de la Oficina de Servicios de Seguros, de Factory Mutual, de la Aseguradora de Riesgos Industriales, de asociaciones nacionales de comercio, autoridades gubernamentales del estado, organizaciones de ingeniería y particulares.

Al comienzo, las bombas contra incendio eran sólo aportes secundarios para rociadores, tuberías verticales e hidrantes y se arrancaban en forma manual. En la actualidad, las bombas contra incendio se han incrementado ampliamente en cantidad y en aplicaciones: algunas constituyen el único suministro de agua, o el más importante, y casi todas se inician automáticamente. A menudo, las primeras bombas tomaban la altura de succión desde suministros de agua estancada o corriente porque la afamada Norma Nacional de Bombas contra Incendio de Vapor y los tipos rotativos se adaptaba a ese servicio. La ascendencia de la bomba centrífuga provocaba un suministro del cabezal positivo hacia bombas de eje horizontal desde los suministros de agua públicos y los tanques ubicados sobre la superficie. Más tarde, se instalaron bombas de tipo turbina de eje vertical dentro de fosos o pozos húmedos abastecidos por estanques u otras fuentes de agua subterráneas.

Las bombas impulsadas por motor a gasolina aparecieron por primera vez en esta norma en 1913. Desde un estado temprano de relativa confiabilidad y de solo uso complementario, primero con motores a gasolina con encendido a chispa y luego con los diésel con encendido por compresión han desarrollado bombas impulsadas por motor a un lugar junto a unidades impulsadas por electricidad de confiabilidad total.

La protección contra incendios ahora requiere bombas más grandes, presiones mayores y unidades más variadas para un amplio rango de sistemas que protegen tanto la vida como la propiedad. Rociadores hidráulicamente calculados y diseñados junto a sistemas especiales de protección contra incendios han cambiado los conceptos del suministro de agua por completo.

Desde la formación del presente Comité, todas las ediciones de la NFPA 20 han incorporado disposiciones adecuadas para cubrir nuevos desarrollos y han omitido las disposiciones obsoletas. Las acciones de la NFPA en ediciones sucesivas se han tomado en los siguientes años: 1907, 1910–1913, 1915, 1918–1921, 1923–1929, 1931–1933, 1937, 1939, 1943, 1944, 1946–1948, 1951, 1953, 1955, 1957, 1959–1972, 1974, 1976, 1978, 1980, 1983, 1987, 1990, 1993, 1996, 1999, 2003 y 2007.

La edición 1990 incluyó varias modificaciones en relación a algunos de los componentes clave asociados a las bombas contra incendio impulsadas por electricidad. Además, se introdujeron modificaciones para permitir que el documento preste conformidad con el Manual de Estilo de la NFPA en forma más rigurosa.

La edición 1993 incluyó modificaciones significativas a los Capítulos 6 y 7 referente a la disposición del suministro de energía hacia las bombas contra incendio impulsadas por electricidad. El objetivo de estas aclaraciones fue el de proveer los requisitos necesarios para que el sistema fuera lo más confiable posible.

La edición 1996 continuó los cambios iniciados en la edición 1993, y los Capítulos 6 y 7, que analizaban motores y controladores eléctricos, sufrieron modificaciones significativas. Nueva información fue agregada en relación a las previsiones para refrigeración de motores, protección contra terremotos y sistemas de prevención de contraflujo. El Capítulo 5 -que analizaba condiciones para edificios de gran altura- se eliminó al igual que las limitaciones de capacidad en bombas en línea y de succión final. Además, se actualizaron disposiciones relacionadas con accesorios de las tuberías de succión.

La edición 1999 de la norma incluía requisitos para bombas de desplazamiento positivo para sistemas de agua nebulizada y de espuma. Se modificó el título del documento para reflejar este cambio, ya que la edición 1999 analizaba los requisitos para bombas distintas de las centrífugas. Se agregó un lenguaje enfático, especialmente en lo que respecta a la protección del equipamiento.

Las modificaciones para la edición 2003 incluyeron la actualización del documento con la última edición del Manual de Estilo para Documentos de Comités Técnicos de la NFPA. También se agregaron disposiciones para analizar el uso de impulsores de bombas contra incendio mediante un control de limitación de presión de velocidad variable. Se añadieron criterios de prueba de aceptación al documento para el reemplazo de componentes críticos de una instalación de bombas de incendios.

Para la edición 2007, se redefinieron requisitos para impulsores de velocidad variable, se agregaron requisitos para tanque de interrupción, y se incluyeron tablas de pruebas de reemplazo de componentes.

La edición 2010 agregó un nuevo capítulo sobre bombas contra incendio para edificios de gran altura. También se incorporaron requisitos para bombas dispuestas en serie en el capítulo de requisitos generales. Se reorganizó el Capítulo 11 de la norma.

La edición 2013 aclaraba y agregaba nuevos requisitos para las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada. Se reorganizó el Capítulo 5 de la norma. Se modificaron los requisitos para controladores de servicios limitados y se eliminó la tabla de reemplazo de componentes.

La edición 2016 de NFPA 20 incluía nuevos requisitos para bombas en serie relacionados con la protección del cableado de control, las señales de estado y las comunicaciones. NFPA 20 reconocía el potencial uso de bombas multietapas y multipuertos en sistemas de supresión de incendios e incluye los requisitos específicos para esa aplicación. Se eliminaron los criterios para tanques interruptores y están ahora de acuerdo con NFPA 22, *Norma para Depósitos de Agua para la Protección contra Incendios Privada*. Se agregó un nuevo anexo, el Anexo C, para proporcionar los lineamientos sobre seguridad de los controladores donde un controlador esté conectado a la internet. Se agregaron nuevos requisitos para referirse al uso de un sistema automático de mantenimiento de combustible con la instalación de una bomba contra incendios diésel. Además, los criterios de protección tanto para un cuarto de bombas contra incendio diésel como para un cuarto de bombas contra incendio eléctricas fueron definidos en el Capítulo 4.

La edición 2019 de NFPA 20 ha sido revisada con el fin de reconocer las nuevas tecnologías, entre las que se incluyen inspecciones y pruebas automatizadas, monitoreo a distancia, válvulas automatizadas y unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación. Se agregan disposiciones para requerir que una única entidad sea responsable del desempeño aceptable de las unidades de bombas contra incendio. Se agrega una nueva definición para *presión de succión más baja permisible* para una mejor comprensión del flujo máximo disponible mediante su conexión a una presión de succión. Se agregan requisitos para aclarar dónde se permite un múltiple en las tuberías para pruebas de bombas contra incendio, así como dónde se permite combinar tuberías para pruebas de bombas contra incendio con tuberías de descarga de válvulas de alivio. Se agregan nuevas definiciones para diferenciar entre *energía de reserva* y *energía alternativa* y para garantizar una apropiada aplicación de estos términos en todo el documento. Se define el término *edificio muy alto* y se amplían los requisitos correspondientes a estos edificios, entre los que se incluyen aquellos para válvulas de rellenado de tanques automáticas. Se agregan nuevos requisitos y material en los anexos para contribuir con los diseñadores de paquetes en la evaluación de sistemas elásticos de masa. Se han revisado los requisitos para sistemas de arranque hidráulico para distinguir entre sistemas que se usan como sistemas de arranque primarios y aquellos que se usan como sistemas de arranque secundarios. El Anexo C ha sido revisado significativamente para que el formateo de los datos sea más universal.

Comité Técnico de Bombas de Incendio

Gayle Pennel, *Presidente*
JENSEN HUGHES, IL [SE]

R. T. Leicht, *Secretario*
State of Delaware, DE [E]
Rep. International Fire Marshals Association

Michael E. Aaron, Hughes Associates/RJA Group, IL [SE]
Timothy Ballengee, Peerless Pump Company, NC [M]
James A. Beals, Jacobs Engineering, VA [SE]
Marinus Both, Western States Fire Protection Company, NV [IM]
Pat D. Brock, Oklahoma State University, OK [SE]
Brian Buscher, AC Fire Pump Systems, IL [M]
John D. Campbell, Global Fire Protection Group, LLC, MO [SE]
Stephen A. Clark, Jr., Allianz Risk Consulting, LLC, GA [I]
Bradford T. Cronin, Newport Fire Department, RI [E]
Mohammad Dadgardoust, LRI Engineering Inc., Canada [SE]
Mike Dawson, Cummins Sales and Service, WI [M]
Alan A. Dorini, Gulfstream Pump & Equipment, Inc., FL [IM]
Byron E. Ellis, Entergy Corporation, LA [U]
Rep. Edison Electric Institute
Christina F. Francis, The Procter & Gamble Company, AL [M]
David B. Fuller, FM Approvals, RI [I]
Bill M. Harvey, Harvey & Associates, Inc., SC [IM]
Rep. American Fire Sprinkler Association
Stephen M. Jaskolka, The DuPont Company, Inc., DE [U]
Rep. NFPA Industrial Fire Protection Section
Hatem Ezzat Kheir, Kheir Group, Egypt [IM]
John R. Kovacik, UL LLC, IL [RT]
Jennifer A. McGrath, Pentair, IL [M]

James S. Nasby, Columbia Engineering, IL [SE]
Peter Placidus Petrus, Indonesian Fire & Rescue Foundation, Indonesia [E]
Damon T. Pietraz, Underwood Fire Equipment, Inc., MI [IM]
Milosh T. Puchovsky, Worcester Polytechnic Institute, MA [SE]
Edward A. Ramirez, Chicago Bridge Iron Company, TX [SE]
Thomas Reser, Fire Lion Global LLC, WA [M]
Jeffrey R. Roberts, Global Asset Protection Services, LLC, MS [I]
Vincent Rodriguez, Apex Pumping Equipment, Inc., IL [M]
Rep. Illinois Fire Prevention Association
Michael A. Rothmier, UA Joint Apprenticeship Committee LU 669, CO [L]
Rep. United Assn. of Journeymen & Apprentices of the Plumbing & Pipe Fitting Industry
Joseph R. Sanford, Liberty Mutual Property Risk Engineering, MA [I]
Darrell A. Snyder, Patterson Pump Company, GA [M]
Rep. Hydraulic Institute
William F. Stelter, Master Control Systems, Inc., IL [M]
Rep. National Electrical Manufacturers Association
Terry L. Victor, Johnson Controls/Tyco/SimplexGrinnell, MD [IM]
Rep. National Fire Sprinkler Association
John Whitney, Clarke Fire Protection Products, Inc., OH [M]

Suplentes

Gregory A. Bartels, Sprinkler Fitters LU 669-JATC, MD [L]
(Supl. de M. A. Rothmier)
Kerry M. Bell, UL LLC, IL [RT]
(Supl. de J. R. Kovacik)
Tom de Nooij, Riskonet B.V., The Netherlands [SE]
(Supl. de John D. Campbell)
Brandon W. Frakes, Global Asset Protection Services, LLC, NC [I]
(Supl. de J. R. Roberts)
Leroy Franklin, Pentair, IL [M]
(Supl. de J. A. McGrath)
Aaron Grode, Cummins Sales and Service, WI [M]
(Supl. de Mike Dawson)
Louis Guerrazzi, National Fire Sprinkler Association, MD [IM]
(Supl. de T. L. Victor)
Andrew C. Higgins, Allianz Risk Consultants, LLC, NC [I]
(Supl. de S. A. Clark, Jr.)
Richard A. Holub, The DuPont Company, Inc., DE [U]
(Supl. de Stephen M. Jaskolka)
Steven D. Holzkopf, APEX Pumping Equipment, Inc., IL [M]
(Supl. de V. Rodriguez)
Kenneth E. Isman, University of Maryland, MD [SE]
(Supl. de M. T. Puchovsky)
Robert W. Johnson, Liberty Mutual Commercial Markets, MI [I]
(Supl. de Joseph R. Sanford)

Mohamed Ezzat Kheir, Kheir Group, Egypt [IM]
(Supl. de H. E. Kheir)
Michael Koska, National Fire Suppression/Western States Fire Protection Company, KS [IM]
(Supl. de M. Both)
Timothy J. LaRose, JENSEN HUGHES, RI [SE]
(Supl. de Gayle Pennel)
Floyd Luinstra, Oklahoma State University, OK [SE]
(Supl. de P. D. Brock)
Roger Meuer, Alliant Energy, IA [U]
(Supl. de Byron E. Ellis)
Michael R. Moran, State of Delaware, DE [E]
(Supl. de R. T. Leicht)
Michael J. Spaziani, FM Global, MA [I]
(Supl. de David B. Fuller)
Douglas A. Stephens, ASCO Power Technologies, NC [M]
(Supl. de William F. Stelter)
Kyle J. Tingle, Clarke Fire Protection, IA [M]
(Supl. de John Whitney)
Shawn C. Yates, Jacobs Engineering Group Inc., TX [SE]
(Supl. de James A. Beals)
Marvin F. Yoder, Jr., HSI/Premierflow, OK [IM]
(Supl. de Alan A. Dorini)

Sin voto

Edward D. Leedy, Naperville, IL
(Miembro Emérito)

Janna E. Shapiro, Personal de Enlace de NFPA

Esta lista representa los miembros al momento en que se convocó a la votación del Comité sobre el texto final de la presente edición. Desde ese momento, pueden haber ocurrido cambios en cuanto a los miembros. La información para las clasificaciones se encuentra al final del documento.

NOTA: Ser miembro de un comité no constituye en sí mismo un respaldo de la Asociación o de cualquier documento desarrollado por el comité en el cual participa el miembro.

Alcance del Comité: Este Comité debe tener como principal responsabilidad la elaboración de documentos sobre la selección e instalación de bombas estacionarias que abastecen de agua o aditivos especiales, que incluyen, pero no de manera limitada, concentrados de espuma para protección contra incendios privada, incluyendo tuberías de succión, válvulas y equipamientos auxiliares, equipos de control y motores eléctricos y equipos de control e impulsores de motores de combustión interna.

Contenidos

Capítulo 1 Administración	20- 7	4.35 Inspección automatizada, pruebas y dispositivos, medidores y equipos de monitoreo a distancia. ...	20- 32
1.1 Alcance	20- 7		
1.2 Propósito	20- 7		
1.3 Aplicación	20- 7	Capítulo 5 Bombas contra incendio para edificios de gran altura	20- 32
1.4 Retroactividad	20- 7	5.1 Generalidades	20- 32
1.5 Equivalencia	20- 7	5.2 Acceso a los equipos	20- 32
1.6 Unidades	20- 7	5.3 Tanques de suministro de agua	20- 32
Capítulo 2 Publicaciones de referencia	20- 8	5.4 Arreglo para la prueba de las bombas contra incendio	20- 32
2.1 Generalidades	20- 8	5.5 Energía alternativa	20- 32
2.2 Publicaciones NFPA	20- 8	5.6 Edificios muy altos	20- 32
2.3 Otras publicaciones	20- 8	Capítulo 6 Bombas centrífugas	20- 33
2.4 Referencias para fragmentos incluidos en las secciones obligatorias	20- 9	6.1 Generalidades	20- 33
Capítulo 3 Definiciones	20- 9	6.2 Desempeño en fábrica y de campo	20- 33
3.1 Generalidades	20- 9	6.3 Accesorios	20- 33
3.2 Definiciones oficiales de NFPA	20- 9	6.4 Cimentación y asentamiento	20- 34
3.3 Definiciones generales	20- 9	6.5 Conexión al motor y alineación	20- 34
Capítulo 4 Requisitos generales	20- 15	Capítulo 7 Bombas de tipo turbina de eje vertical	20- 34
4.1 Bombas	20- 15	7.1 Generalidades	20- 34
4.2 Aprobación requerida	20- 15	7.2 Suministro de agua	20- 34
4.3 Funcionamiento de la bomba	20- 15	7.3 Bomba	20- 35
4.4 Desempeño de la unidad de bombeo de incendio	20- 16	7.4 Instalación	20- 37
4.5 Prueba de taller certificada	20- 16	7.5 Motor	20- 37
4.6 Suministros líquidos	20- 17	7.6 Operación y mantenimiento	20- 38
4.7 Bombas, motores y controladores	20- 17	Capítulo 8 Bombas de desplazamiento positivo	20- 39
4.8 Unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación	20- 17	8.1 Generalidades	20- 39
4.9 Bomba multietapa y multipuerto	20- 18	8.2 Bombas para concentrados de espuma y aditivos	20- 39
4.10 Caudales de bombas contra incendio centrífugas	20- 18	8.3 Bombas para sistemas de agua nebulizada	20- 39
4.11 Placa de identificación	20- 19	8.4 Unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada	20- 39
4.12 Manómetros de presión	20- 19	8.5 Accesorios	20- 40
4.13 Válvula de alivio de circulación	20- 19	8.6 Motores de bombas	20- 40
4.14 Protección del equipamiento	20- 19	8.7 Controladores	20- 41
4.15 Tubería y accesorios	20- 21	8.8 Cimentación y asentamiento	20- 41
4.16 Tubería de succión y accesorios	20- 21	8.9 Conexión y alineación del impulsor	20- 41
4.17 Tubería de descarga y accesorios	20- 23	8.10 Dispositivos de prueba de flujo	20- 41
4.18 Supervisión de válvulas	20- 23	Capítulo 9 Motor eléctrico para bombas	20- 41
4.19 Protección de las tuberías contra daños debidos al movimiento	20- 24	9.1 Generalidades	20- 41
4.20 Válvulas de alivio para bombas centrífugas	20- 24	9.2 Energía normal	20- 41
4.21 Bombas dispuestas en serie	20- 25	9.3 Energía alternativa	20- 42
4.22 Dispositivos de prueba de flujo de agua	20- 26	9.4 Caída de voltaje	20- 43
4.23 Confiabilidad del suministro de energía de vapor	20- 27	9.5 Motores	20- 43
4.24 Pruebas de taller	20- 28	9.6 Sistemas de generador auxiliar en sitio	20- 45
4.25 Rotación del eje de la bomba	20- 28	9.7 Cajas de conexiones (Juntion boxes)	20- 45
4.26 Otras señales	20- 28	9.8 Sistema listado de protección de circuitos eléctricos para el cableado del controlador	20- 45
4.27 Bombas de mantenimiento de presión (reforzadoras o de compensación)	20- 28	9.9 Terminaciones del conduit para tuberías eléctricas	20- 45
4.28 Resumen de los datos de bombas contra incendio centrífugas	20- 28	Capítulo 10 Controladores y accesorios para motores eléctricos	20- 46
4.29 Dispositivos de prevención de contraflujo y válvulas de retención	20- 28	10.1 Generalidades	20- 46
4.30 Protección contra terremotos	20- 30	10.2 Ubicación	20- 46
4.31 Conjuntos de montaje de bombas contra incendio empaquetadas	20- 31	10.3 Construcción	20- 46
4.32 Líneas sensoras de presión del controlador accionado por presión	20- 31	10.4 Componentes	20- 47
4.33 Tanques interruptores	20- 32	10.5 Arranque y control	20- 50
4.34 Prueba de aceptación de campo de las unidades de bombas	20- 32	10.6 Controladores certificados en exceso de 600 V.	20- 52
		10.7 Controladores de servicio limitado	20- 53
		10.8 Transferencia de energía para suministro de energía alternativa	20- 53

10.9	Controladores para motores de bombas de aditivos.	20- 55	13.2	Turbina.	20- 74
10.10	Controladores con control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable.	20- 55	13.3	Instalación.	20- 75
Capítulo 11	Impulsor con motor diésel	20- 57	Capítulo 14	Pruebas de aceptación, desempeño y mantenimiento	20- 75
11.1	Generalidades.	20- 57	14.1	Pruebas hidrostáticas y lavado.	20- 75
11.2	Motores.	20- 57	14.2	Pruebas de aceptación en campo.	20- 75
11.3	Cuarto de bombas.	20- 64	14.3	Planos de registro, informes de pruebas, manuales, herramientas especiales y piezas de repuesto.	20- 79
11.4	Suministro de combustible y arreglos.	20- 64	14.4	Inspección, prueba y mantenimiento periódicos.	20- 79
11.5	Escape del motor.	20- 67	14.5	Reemplazo de componentes.	20- 79
11.6	Funcionamiento del sistema con motor diésel.	20- 67	Anexo A	Material explicativo	20- 80
Capítulo 12	Controladores para motor diésel	20- 68	Anexo B	Posibles causas de problemas en las bombas	20- 133
12.1	Aplicación.	20- 68	Anexo C	Conectividad del cuarto de bombas contra incendio	20- 136
12.2	Ubicación.	20- 68	Anexo D	Material extraído de NFPA 70, Artículo 695	20- 197
12.3	Construcción.	20- 69	Anexo E	Referencias Informativas	20- 199
12.4	Componentes.	20- 69	Índice	20- 201
12.5	Recarga de baterías.	20- 71			
12.6	Cargadores de baterías.	20- 71			
12.7	Arranque y control.	20- 71			
12.8	Controladores de motor de arranque con aire.	20- 73			
Capítulo 13	Motor de turbina de vapor	20- 74			
13.1	Generalidades.	20- 74			

NFPA 20

Norma para la

Instalación de Bombas Estacionarias de Protección contra Incendios

Edición 2019

NOTA IMPORTANTE: Este documento de la NFPA está disponible para su uso, sujeto a avisos importantes y cláusulas exoneratorias. Dichos avisos y cláusulas exoneratorias aparecen en todas las publicaciones que contienen al presente documento y pueden encontrarse bajo el título "Avisos importantes y cláusulas exoneratorias relacionados con las normas de la NFPA". También pueden obtenerse solicitándolos a la NFPA o en www.nfpa.org/disclaimers.

ACTUALIZACIONES, ALERTAS, Y FUTURAS EDICIONES: Las nuevas ediciones de los códigos, normas, prácticas recomendadas y guías (es decir, normas de NFPA) se publican en los ciclos de revisión programados. La presente edición puede ser reemplazada por una edición posterior o puede ser enmendada fuera de este ciclo de revisión programado mediante la emisión de una enmienda interina tentativa (TIA). Una norma NFPA oficial consiste, en todo momento, en la edición vigente del documento, junto con cualquiera de las TIA y erratas en vigor. Para verificar que este documento sea la edición vigente o para determinar que ha sido enmendado por alguna TIA o errata, consultar el Servicio de suscripción a los Códigos Nacionales de Incendio (National Fire Codes®) o consultar las páginas de Información de los Documentos (DocInfo) en el sitio web de NFPA www.nfpa.org/docinfo. Además de las TIA y erratas, las páginas de DocInfo también incluyen la opción de suscribirse a las Alertas de cada documento y de participar en la elaboración de la próxima edición.

AVISO: Un asterisco (*) seguido del número o letra que designa un párrafo indica que puede encontrarse material explicativo sobre el párrafo en el Anexo A.

Una referencia entre corchetes [] a continuación de una sección o párrafo indica material que ha sido extraído de otro documento de la NFPA. Como una ayuda para el usuario, los títulos y las ediciones completos de los documentos fuente para los textos extraídos en las secciones obligatorias del documento están enumerados en el Capítulo 2 y aquellos correspondientes a los textos extraídos de las secciones informativas están dados en el Anexo E. Los textos extraídos pueden estar editados para ser consistentes y mantener el estilo, también pueden incluir la revisión de referencias internas al párrafo y otras referencias según resulte apropiado. Las solicitudes de interpretaciones o revisiones del texto extraído deben enviarse al comité técnico responsable del documento fuente.

Puede encontrarse información sobre las publicaciones de referencia en el Capítulo 2 y en el Anexo E.

Capítulo 1 Administración**1.1* Alcance**

1.1.1 Esta norma trata lo relativo a la selección e instalación de bombas que suministran líquido a sistemas privados de protección contra incendios.

1.1.2 El alcance de este documento debe incluir suministros de líquidos; succión, descarga, y equipamiento auxiliar; suministros de energía, incluidos arreglos de suministro de energía; motores y controladores eléctricos; motores y controladores

diésel; motores y controladores de turbinas de vapor; y pruebas de aceptación y operación.

1.1.3 Esta norma no cubre los requisitos de caudal y presión del sistema de suministro de líquidos, ni tampoco cubre los requisitos de inspección periódica, pruebas y mantenimiento de sistemas de bombas contra incendio.

1.1.4 Esta norma no cubre los requisitos de instalación del cableado de las unidades de bombas contra incendio.

1.2 Propósito. El propósito de esta norma es proveer un grado razonable de protección contra incendios a la vida y la propiedad a través de requisitos de instalación de bombas estacionarias para protección contra incendios basados en principios de ingeniería, datos de prueba y experiencia de campo.

1.3 Aplicación.

1.3.1 Esta norma debe aplicarse a bombas centrífugas de una etapa y multietapas de diseño de eje horizontal o vertical y bombas de desplazamiento positivo de diseño de eje horizontal o vertical.

1.3.2 Se establecen requisitos para el diseño e instalación de bombas de etapa única y multietapas, motores de bombas y equipamiento asociado.

1.4 Retroactividad. Las disposiciones de la presente norma reflejan un consenso de lo que es necesario para brindar un grado aceptable de protección contra los riesgos analizados en este código en el momento de su edición.

1.4.1 A menos que se lo especifique de otra manera, las disposiciones de esta norma no deben aplicarse a instalaciones, equipamiento o estructuras existentes o que fueron aprobadas para la construcción o instalación con anterioridad a la fecha efectiva del código. Donde así se lo especifique, las condiciones de esta norma deben ser retroactivas.

1.4.2 En los casos en los que la autoridad competente determine que la situación existente presenta un grado inaceptable de riesgo, la autoridad competente debe poder aplicar de manera retroactiva las secciones de la presente norma que considere apropiadas.

1.4.3 Los requisitos retroactivos de esta norma deben modificarse si su aplicación fuera claramente impráctica según la opinión de la autoridad competente, y sólo donde sea evidente que se provee un grado razonable de seguridad.

1.5 Equivalencia. Ningún elemento de la presente norma intenta evitar el uso de sistemas, métodos o dispositivos de calidad, potencia, resistencia al fuego, efectividad, durabilidad y seguridad equivalentes o superiores a los que se señalan en la presente norma.

1.5.1 La documentación técnica debe someterse a la consideración de la autoridad competente a fin de demostrar la equivalencia.

1.5.2 El sistema, método, o dispositivo debe ser aprobado para el uso pretendido por la autoridad competente.

1.6 Unidades.

1.6.1 Las unidades de medición en la presente norma se encuentran en conformidad con el sistema métrico moderno conocido como el Sistema Internacional de Unidades (SI).

1.6.2 Para esta norma, litro y bar se encuentran fuera de pero están reconocidas por el SI.

1.6.3 Las unidades están listadas en la Tabla 1.6.3 con sus factores de conversión.

Tabla 1.6.3 Sistema de unidades

Nombre de unidad	Abreviación de unidad	Factor de conversión
Metro(s)	m	1 pie = 0.3048 m
Pie(s)	pie	1 m = 3.281 pie
Milímetro(s)	mm	1 pulg. = 25.4 mm
Pulgada(s)	pulg.	1 mm = 0.03937 pie.
Litro(s)	l	1 gal = 3.785 l
Galón(es) (U.S.)	gal	1 l = 0.2642 gal
Decímetro(s) cúbico(s)	dm ³	1 gal = 3.785 dm ³
Metro(s) cúbico(s)	m ³	1 pie ³ = 0.0283 m ³
Pie(s) cúbico(s)	pie ³	1 m ³ = 35.31 pie ³
Pascal(s)	Pa	1 psi = 6894.757 Pa; 1 bar = 10 ⁵ Pa
Libras(s) por pulgada cuadrada	psi	1 Pa = 0.000145 psi; 1 bar = 14.5 psi
Bar	bar	1 Pa = 10 ⁻⁵ bar; 1 psi = 0.0689 bar

Nota: Para obtener información y conversiones adicionales, ver IEEE/ASTM SI 10, *Norma para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): El Sistema Métrico Moderno* [Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System].

1.6.4 Conversión. El procedimiento de conversión se basa en multiplicar la cantidad por el factor de conversión y luego redondear el resultado a un número apropiado de dígitos significativos.

1.6.5 Tamaños comerciales. Donde la industria utiliza dimensiones nominales para representar materiales, productos o desempeño, no se han usado conversiones directas y se han incluido tamaños comerciales apropiados.

Capítulo 2 Publicaciones de referencia

2.1 Generalidades. Los documentos o partes de los mismos nombrados en este capítulo tienen referencia dentro de esta norma y deben considerarse como parte de los requisitos del presente documento.

2.2 Publicaciones NFPA. Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association o NFPA), 1 Batterymarch Park, Quincy, MA02169-7471.

NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, edición 2019.

NFPA 22, *Norma para Tanques de Agua para Protección contra Incendios Privada*, edición 2018.

NFPA 24, *Norma para la Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*, edición 2019.

NFPA 25, *Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a Base de Agua*, edición 2017.

NFPA 37, *Norma para la Instalación y Uso de Motores de Combustión Estacionarios y Turbinas a Gas*, edición 2018.

NFPA 51B, *Norma para Prevención de Incendios durante Soldadura, Corte y otros Trabajos en Caliente*, edición 2019.

NFPA 70®, *Código Eléctrico Nacional*, edición 2017.

NFPA 70E®, *Norma para la Seguridad Eléctrica en Lugares de Trabajo*, edición 2018.

NFPA 72®, *Código Nacional de Alarmas de Incendio y Señalización*, edición 2019.

NFPA 110, *Norma para Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva*, edición 2019.

NFPA 1963, *Norma para Conexiones de Mangueras contra Incendios*, edición 2014.

2.3 Otras publicaciones.

2.3.1 Publicación AGMA. Asociación de Fabricantes de Engranajes de los Estados Unidos (American Gear Manufacturers Association o AGMA), 1001 N. Fairfax Street, Suite 500, Alexandria, VA 22314-1587.

ANSI/AGMA 2011-B14, *Tolerancia y Métodos de Inspección de Engranajes de Tornillos Sinfín Cilíndricos (Cylindrical Wormgearing Tolerance and Inspection Methods)*, 2014.

2.3.2 Publicaciones ANSI. Instituto Nacional de Normas de los Estados Unidos (American National Standards Institute, Inc. o ANSI), 25 West 43rd Street, 4th Floor, New York, NY 10036.

ANSI B11.19, *Requisitos de Desempeño para Medios de Protección (Performance Requirements for Safeguarding)*, 2010.

2.3.3 Publicaciones ASCE. Sociedad de Ingenieros Civiles de los Estados Unidos (American Society of Civil Engineers o ASCE), 1801 Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4400.

ASCE/SEI 7, *Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y Otras Estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*, 2010.

2.3.4 Publicaciones ASME. ASME Internacional (ASME International), Two Park Avenue, Nueva York, NY 10016-5990.

Código para Calderas y Recipientes a Presión (Boiler and Pressure Vessel Code), 2015.

2.3.5 Publicaciones AWS. Sociedad de Soldadura de los Estados Unidos (American Welding Society o AWS), 8669 NW 36 Street, Suite 130, Miami, FL 33166-6672.

AWS D1.1/D1.1M, *Código de Soldadura Estructural — Acero (Structural Welding Code — Steel)*, 2015.

2.3.6 Publicaciones HI. Instituto de Hidráulica (Hydraulic Institute o HI), 6 Campus Drive, First Floor North, Parsippany, NJ 07054-4406.

ANSI/HI 1.4, *Bombas Rotodinámicas Centrífugas para Manuales que Describen su Instalación, Funcionamiento y Mantenimiento (Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance)*, 2014.

ANSI/HI 3.6, *Pruebas de Bombas Rotativas (Rotary Pump Tests)*, 2016.

2.3.7 Publicaciones IEEE. IEEE, Three Park Avenue, Piso 17, Nueva York, NY 10016-5997.

IEEE/ASTM SI 10, *Norma para el Uso del Sistema Internacional de Unidades (SI): El Sistema Métrico Moderno [Standard for Use of the International System of Units (SI): The Modern Metric System]*, 2010.

ANSI/IEEE C62.1, *Norma IEEE para Supresores de Transientes de Carburo de Silicio con Intersticios para Circuitos de Alimentación de CA (IEEE Standard for Gapped Silicon-Carbide Surge Arresters for AC Power Circuits)*, 1989.

ANSI/IEEE C62.11, *Norma IEEE para Supresores de Transientes de Óxido de Metal para Circuitos de Corriente Alterna (>1kV), [IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Power Circuits (>1 kV)]*, 2012.

ANSI/IEEE C62.41, *Práctica Recomendada de IEEE para Voltajes de Transientes en Circuitos de Alimentación de CA de Baja Tensión (IEEE Recommended Practice for Surge Voltages in Low-Voltage AC Power Circuits)*, 1991.

2.3.8 Publicaciones ISO. Organización Internacional de Normalización (International Organization for Standardization o ISO), Secretaría Central ISO, BIBC II, Chemi de Blandonnet 8, CP 401, 1214 Vernier, Geneva 20, Switzerland.

ISO 15540, *Resistencia al Fuego de los Conjuntos de Montaje de Mangueras No Metálicos y Compensadores No Metálicos - Métodos de Prueba (Fire Resistance of Non-Metallic Hose Assemblies and Non-Metallic Compensators - Test Methods)*, 2ª edición, 2016.

2.3.9 Publicaciones NEMA. Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association o NEMA), 1300 North 17th Street, Suite 900, Arlington, VA 22209.

NEMA MG-1, *Motores y Generadores (Motors and Generators)*, 2014.

2.3.10 Publicaciones UL. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pfingsten Road, Northbrook, IL 60062-2096

ANSI/UL 142, *Norma para Tanques de Acero Superficiales, para Líquidos Inflamables y Combustibles (Standard for Steel Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids)*, 2013.

ANSI/UL 508, *Norma para Equipos Industriales de Control (Standard for Industrial Control Equipment)*, 2013.

ANSI/UL 1449, *Norma para Dispositivos de Protección contra Sobretensiones (Standard for Surge Protective Devices)*, 2016.

2.3.11 Otras publicaciones. *Diccionario de la Lengua Española, Vigésima Tercera Edición*, publicado por la Real Academia Española (2014).

2.4 Referencias para fragmentos incluidos en las secciones obligatorias. NFPA 14, *Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y de Mangueras*, edición 2016.

NFPA 37, *Norma para la Instalación y Uso de Motores de Combustión Estacionarios y Turbinas a Gas*, edición 2018.

NFPA 70®, *Código Eléctrico Nacional*, edición 2017.

NFPA 110, *Norma para los Sistemas de Energía de Emergencia y de Reserva*, edición 2019.

NFPA 1451, *Norma para el Programa de Entrenamiento en Operaciones de Vehículos de los Servicios contra Incendios y de Emergencia*, edición 2018.

NFPA 5000®, *Código de Seguridad y Construcción de Edificios*, edición 2018.

Capítulo 3 Definiciones

3.1 Generalidades. Las definiciones contenidas en este capítulo deben aplicarse a los términos usados en esta norma. Donde los términos no están definidos en este capítulo ni dentro de otro capítulo, deben definirse utilizando sus significados comúnmente aceptados dentro del contexto en el cual son utilizados. La fuente de consulta para los significados usualmente aceptados debe ser el *Diccionario de la Lengua Española, Vigésima Tercera Edición*, publicado por la Real Academia Española (2014).

3.2 Definiciones oficiales de NFPA

3.2.1* Aprobado (Approved). Aceptable para la autoridad competente.

3.2.2* Autoridad Competente (AC) [Authority Having Jurisdiction (AHJ)]. Una organización, oficina o individuo responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o norma, o de aprobar equipos, materiales, una instalación o un procedimiento.

3.2.3* Listado (Listed). Equipos, materiales o servicios incluidos en una lista publicada por una organización que es aceptable para la autoridad competente y que está relacionada con la evaluación de productos o servicios, que mantiene inspecciones periódicas de la producción de los equipos o materiales listados, o evaluaciones periódicas de los servicios, y que por medio del listado establece que los equipos, materiales o servicios cumplen con normas designadas apropiadas o que han sido ensayados y considerados aptos para un propósito específico.

3.2.4 Debe (Shall). Indica un requisito obligatorio.

3.2.5 Debería (Should). Indica una recomendación o aquello que es aconsejable pero no requerido.

3.2.6 Norma (Standard). Una norma NFPA, cuyo texto principal contiene únicamente disposiciones obligatorias que emplean la palabra “debe” para indicar los requisitos y que está diseñada de una manera generalmente adecuada para ser utilizado como referencia obligatoria por otra norma o código o para su adopción como ley. Las disposiciones no obligatorias no han de ser consideradas parte de los requisitos de una norma y deben estar incluidas en un apéndice, anexo, nota al pie, nota informativa o en otros medios, según lo permitido en los Manuales de estilo de NFPA. Cuando se usa en un sentido genérico, como en la frase “proceso de elaboración de normas” o “actividades de elaboración de normas”, el término “normas” incluye a todas las normas NFPA, entre ellas Códigos, Normas, Prácticas Recomendadas y Guías.

3.3 Definiciones generales.

3.3.1 Aditivo (Additive). Líquido tal como concentrados de espuma, emulsificadores y líquidos de supresión de vapores peligrosos y agentes espumosos que se inyectan en la corriente de agua a o por encima de la presión de agua.

N 3.3.2 Energía alternativa (Alternate Power). Ver 3.3.46.1.

3.3.3 Acuífero (Aquifer). Una formación subterránea que contiene suficiente material permeable saturado para producir cantidades significativas de agua.

3.3.4 Análisis de desempeño del acuífero (Aquifer Performance Analysis). Una prueba diseñada para establecer la cantidad de agua subterránea disponible en un campo determinado y el espaciamiento adecuado del pozo para evitar interferencia en dicho campo. Básicamente, los resultados de las pruebas brindan información relacionada con la transmisibilidad y coeficiente de almacenamiento (volumen de agua disponible) del acuífero.

N 3.3.5 Inspección y pruebas automatizadas (Automated Inspection and Testing). La realización de inspecciones y pruebas a una distancia del sistema o componente que está siendo inspeccionado o probado, mediante el uso de equipos o dispositivos electrónicos instalados para ese propósito.

3.3.6 Interruptor de transferencia automática (Automatic Transfer Switch). Ver 3.3.67.2.1.

3.3.7 Circuito ramal (Branch Circuit). Ver 3.3.10.1.

3.3.8 Tanque interruptor (Break Tank). Un tanque que suministra succión a una bomba contra incendio cuya capacidad es menor que la demanda para la protección contra incendios (tasa de flujo multiplicada por la duración del flujo).

3.3.9 Caudal cero (Churn). Ver 3.3.42, Sin flujo (caudal cero, válvula de descarga al sistema cerrada).

3.3.10 Circuito (Circuit).

3.3.10.1 Circuito Ramal (Branch Circuit). Los conductores del circuito entre el dispositivo final contra sobrecorriente que protegen el circuito y los tomacorrientes. [70: Art. 100]

3.3.10.2 Circuito de control externo tolerante a las fallas (Fault Tolerant External Control Circuit). Aquellos circuitos de control, tanto los que entran como los que salen del panel del controlador de la bomba contra incendio, que si se rompen, desconectan o entran en corto no impedirán que el controlador ponga en marcha la bomba contra incendio desde otros medios internos o externos y pueden provocar que el controlador ponga en marcha la bomba bajo estas condiciones.

3.3.11 Válvula de alivio de circulación (Circulation Relief Valve). Ver 3.3.75.4.1.

3.3.12 Material resistente a la corrosión (Corrosion-Resistant Material). Materiales como bronce, cobre, Monel®, acero inoxidable u otros materiales equivalentes resistentes a la corrosión.

3.3.13 Motor diésel (Diesel Engine). Ver 3.3.18.1.

3.3.14 Presión de descarga (Discharge Pressure). Ver 3.3.47.1.

3.3.15 Medios de desconexión (Disconnecting Means). Dispositivo, o grupo de dispositivos, u otros medios a través de los cuales los conductores de un circuito pueden ser desconectados de su fuente de suministro. [70: Art. 100]

N 3.3.16 Monitoreo a distancia (Distance Monitoring). El monitoreo de las diversas condiciones de un sistema o componente desde una ubicación distante del componente, mediante el uso de dispositivos electrónicos, medidores o equipos instalados para ese propósito.

3.3.17 Descenso de nivel (Drawdown). La diferencia vertical entre el nivel del agua de bombeo y el nivel de agua estática.

3.3.18 Motor (Engine).

3.3.18.1* Motor diésel (Diesel Engine). Un motor de combustión interna en el cual el combustible se enciende mediante el calor proveniente de la compresión del aire suministrado para la combustión.

3.3.18.1.1 Motor de combustión interna (Internal Combustion Engine). Cualquier motor en el cual el medio de trabajo consista en los productos de combustión del aire y del combustible suministrado.

N 3.3.19 Batería de motor (Engine Battery). Una batería que se usa para proveer suficiente energía eléctrica para que el motor se encienda y arranque y obtener la energía necesaria para los controles del sistema.

3.3.20 Circuito de control externo tolerante a las fallas (Fault Tolerant External Control Circuit). Ver 3.3.10.2.

3.3.21 Alimentador (Feeder). Todos los conductores de circuito entre el equipamiento de servicio, la fuente de un sistema derivado separadamente u otra fuente de suministro de energía y el dispositivo final de sobrecorriente del circuito ramal. [70: Art. 100]

3.3.22 Alarma de la bomba contra incendio (Fire Pump Alarm). Una señal de supervisión indicadora de una condición anormal que requiere atención inmediata.

3.3.23 Controlador de la bomba contra incendio (Fire Pump Controller). Un grupo de dispositivos que sirven para controlar, de una manera predeterminada, el arranque y parada del motor de la bomba contra incendio, y monitorear e indicar el estado y condición de la unidad de bombeo contra incendio.

3.3.24 Unidad de bombeo contra incendio (Fire Pump Unit). Una unidad ensamblada que consta de una bomba contra incendio, un motor, un controlador y accesorios.

3.3.25 Eje de conexión flexible (Flexible Connecting Shaft). Un dispositivo que incorpora dos juntas flexibles y un elemento telescópico.

3.3.26 Acople flexible (Flexible Coupling). Un dispositivo utilizado para conectar ejes u otros componentes de transmisión de torque desde un motor a la bomba, y que permite desalineaciones angulares y paralelas menores a las restringidas por los fabricantes de bombas y de acoples.

3.3.27 Succión positiva (Flooded Suction). La condición en la que el agua fluye desde una fuente atmosférica ventilada hacia la bomba sin que la presión promedio en la brida de succión de la bomba caiga por debajo de la presión atmosférica con la bomba funcionando a un 150 por ciento de su capacidad nominal.

3.3.28 Agua subterránea (Groundwater). Agua que se encuentra disponible desde un pozo, dirigida hacia capas subterráneas acuíferas (acuífero).

3.3.29* Cabezal (Head). Una cantidad utilizada para expresar una forma (o una combinación de formas) del contenido de energía del agua por unidad de peso del agua referida a cualquier nivel (datum) arbitrario.

Δ 3.3.29.1 Cabezal de succión positiva neta (NPSH) (h_w) [Net Positive Suction Head (NPSH) (h_w)]. El cabezal de succión total en pies (metros) de líquido absoluto, determinada en la brida de succión, y referida al nivel de referencia (datum)

menos la presión de vapor del líquido en pies (metros) absolutos.

3.3.29.2 Cabezal total de descarga (h_d) [Total Discharge Head (h_d)]. La lectura de un medidor de presión en la descarga de la bomba, convertida a pies (metros) de líquido, y referida al nivel de referencia, más el cabezal de velocidad en el punto de conexión del manómetro.

3.3.29.3 Cabezal total (Total Head).

3.3.29.3.1* Cabezal total (H), bombas horizontales [Total Head (H), Horizontal Pumps]. La medida del aumento de trabajo, por libra (kilogramo) de líquido, impartida al líquido por la bomba, y por lo tanto, la diferencia algebraica entre el cabezal de descarga total y el cabezal de succión total. La altura total, según lo determinado en la prueba donde existe la altura de succión, es la suma de la altura de descarga total y la altura de succión total. Donde existe una cabeza de succión positiva, la cabeza total es la cabeza de descarga total menos la cabeza de succión total.

△ **3.3.29.3.2* Cabezal total (H), bombas de turbina vertical [Total Head (H), Vertical Turbine Pumps].** La distancia desde el nivel de bombeo de líquido hasta el centro del manómetro de descarga más el cabezal total de descarga.

3.3.29.4 El cabezal total desarrollado al caudal nominal (Total Rated Head). El cabezal total desarrollado al caudal nominal y a la velocidad nominal para una bomba centrífuga.

△ **3.3.29.5 Cabezal total de succión (Total Suction Head).** El cabezal de succión existe donde el cabezal de succión total está por encima de la presión atmosférica. La altura de succión total, según lo determinado en la prueba, es la lectura de un manómetro en la succión de la bomba, convertida a pies (metros) de líquido y referida a un nivel (datum), más el cabezal de la velocidad en el punto de conexión del medidor.

3.3.29.6* Cabezal de velocidad (h_v) [Velocity Head (h_v)]. La energía cinética del peso unitario de un fluido que se mueve con velocidad (v), determinada en el punto de conexión del manómetro.

3.3.30 Edificio de gran altura (High-Rise Building). Edificio en donde el piso de una planta ocupable se encuentra a más de 75 pies (23 m) por encima del nivel más bajo de acceso de los vehículos del cuerpo de bomberos. [5000, 2018]

3.3.31 A la vista desde (al alcance de la vista desde, al alcance de la vista) [In Sight From (Within Sight From, Within Sight)]. Donde en este Código se especifica que un equipo debe estar "a la vista desde", "al alcance de la vista desde" o "al alcance de la vista de", y otras expresiones similares, el equipo especificado tiene que estar visible y a no más de 15 m (50 pies) de distancia del otro. [70: Art. 100]

3.3.32 Motor de combustión interna (Internal Combustion Engine). Ver 3.3.18.1.1.

3.3.33 Interruptor de aislamiento (Isolating Switch). Ver 3.3.67.1.

3.3.34 Líquido (Liquid). A los efectos de la presente norma, líquido hace referencia a agua, solución de espuma-agua, concentrados de espuma, aditivos de agua u otros líquidos utilizados con el objetivo de suplir a sistemas contra incendio.

3.3.35 Nivel de Líquido (Liquid Level).

3.3.35.1 Nivel de líquido de bombeo (Pumping Liquid Level). El nivel, respecto de la bomba, de la masa de líquido de la cual toma succión cuando la bomba se encuentra en funcionamiento. Las mediciones se realizan de la misma manera que con el nivel de líquido estático.

3.3.35.2 Nivel de líquido estático (Static Liquid Level). El nivel, respecto de la bomba, de la masa de líquido de la cual toma succión cuando la bomba no se encuentra en funcionamiento. Para bombas de tipo turbina de eje vertical, la distancia respecto del nivel de líquido se mide en forma vertical desde la línea central horizontal del cabezal o la T de descarga.

3.3.36 Pérdida de fase (Loss of Phase). La pérdida de una o más, pero no de todas, las fases de una fuente de energía polifásica.

3.3.37 Interruptor de transferencia manual (Manual Transfer Switch). Ver 3.3.67.2.2

3.3.38 Máxima potencia al freno en caballos de fuerza de la bomba (Maximum Pump Brake Horsepower). La potencia al freno en caballos de fuerza máxima requerida para impulsar la bomba a la velocidad nominal. El fabricante de bombas lo determina mediante una prueba de taller llevada a cabo bajo condiciones de succión y descarga previstas. Las condiciones de campo reales pueden diferir de las condiciones de taller.

3.3.39 Motor (Motor).

3.3.39.1 Motor protegido a prueba de goteo (Drip-proof Guarded Motor). Una máquina a prueba de goteo cuyas aperturas de ventilación se encuentran protegidas según la definición de motor a prueba de goteo.

3.3.39.2 Motor a prueba de goteo (Drip-proof Motor). Un motor abierto en el cual las aperturas de ventilación se encuentran construidas de manera que el funcionamiento no resulta afectado cuando gotas de líquido o partículas sólidas golpean o ingresan a la carcasa a cualquier ángulo desde 0 a 15 grados por debajo de la vertical.

3.3.39.3 Motor a prueba de ignición de polvo (Dust-Ignition-Proof Motor). Un motor totalmente cerrado cuya carcasa se encuentra diseñada y construida para excluir cantidades de polvo inflamables o cantidades que podrían afectar el desempeño o la certificación y que no permitirán que arcos, chispas o el calor generado o liberado dentro de la carcasa puedan provocar la ignición de acumulaciones externas o suspensiones atmosféricas de un polvo específico localizado sobre o cerca de la carcasa.

3.3.39.4 Motor eléctrico (Electric Motor). Un motor clasificado según protección mecánica y métodos de enfriamiento.

3.3.39.5 Motor a prueba de explosiones (Explosionproof Motor). Un motor completamente cerrado cuya carcasa se encuentra diseñada y construida para soportar una explosión de un gas o vapor especificado que podría ocurrir en su interior, y para prevenir la ignición del gas o vapor especificado que rodean el motor mediante chispas, destellos o explosiones del gas o vapor especificado que podrían ocurrir dentro de la carcasa del motor.

3.3.39.6 Motor protegido (Guarded Motor). Un motor abierto cuyas aperturas con acceso directo a metales con corriente o piezas giratorias (con excepción de las superficies giratorias lisas) se encuentran limitadas en tamaño por las piezas estructurales o por pantallas, deflectores, parrillas, metal expandido u otros medios a fin de prevenir el contacto accidental con piezas peligrosas. Las aperturas con acceso directo a tales piezas con corriente viva o giratorias no deben permitir el paso de una varilla cilíndrica de 19 mm (0.75 pulg.) de diámetro.

3.3.39.7 Motor abierto (Open Motor). Un motor con aperturas de ventilación que permiten el paso de aire externo de ventilación por encima y alrededor del bobinado del motor. Donde se aplica a aparatos grandes sin calificación, el término designa a un motor sin restricción de ventilación excepto la necesaria por la construcción mecánica.

3.3.39.8 Motor enfriado por ventilador totalmente cerrado (Totally Enclosed Fan-Cooled Motor). Un motor totalmente cerrado equipado para enfriamiento externo mediante un ventilador o ventiladores integrados al motor pero externos a las piezas de la carcasa.

3.3.39.9 Motor totalmente cerrado (Totally Enclosed Motor). Un motor cerrado para prevenir el libre intercambio de aire entre las partes interna y externa de la carcasa pero no lo suficientemente cerrado para recibir la denominación de hermético.

3.3.39.10 Motor no ventilado totalmente cerrado (Totally Enclosed Nonventilated Motor). Un motor totalmente cerrado no equipado para el enfriamiento a través de medios externos a las piezas de la carcasa.

3.3.40 Cabezal de succión positiva neta (NPSH) (h_w) [Net Positive Suction Head (NPSH) (h_w)]. Ver 3.3.29.1.

3.3.41 Presión neta (presión diferencial) [Net Pressure (Differential Pressure)]. Ver 3.3.47.3.

3.3.42* Sin flujo (flujo cero, cerrado) [No flow (Churn, Shutoff)]. La condición de flujo cero, cuando la bomba contra incendio está funcionando, pero la única agua que pasa a través de la bomba es un pequeño flujo que se descarga a través de la válvula de alivio de circulación de la bomba o se usa para el enfriamiento del motor diésel.

3.3.43 Instalaciones de producción de energía en sitio (On-Site Power Production Facility). Ver 3.3.47.3.

▲ 3.3.44* Generador auxiliar en sitio (On-Site Standby Generator). Ver 3.3.47.4.

3.3.45* Carga máxima (Peak Load). En lo que corresponde a las pruebas de aceptación que se describen en esta norma, la potencia máxima requerida para impulsar la bomba a cualquier tasa de flujo hasta el 150 por ciento de la capacidad nominal (flujo).

N 3.3.46 Energía (Power).

N 3.3.46.1 Energía alternativa (Alternate Power). Una fuente de energía que es independiente del suministro de energía primaria.

N 3.3.46.2 Instalaciones de producción de energía en sitio (On-Site Power Production Facility). Un suministro normal de energía eléctrica en sitio que se espera que produzca energía de manera constante.

N 3.3.46.3 Generador de reserva en sitio (On-Site Standby Generator). Una instalación que produce energía eléctrica en sitio como suministro alternativo de energía eléctrica. Se diferencia de una instalación de producción de energía en sitio en que no produce energía de manera constante. [70:695.2]

N 3.3.46.4 Energía de reserva (Standby Power). Una fuente de energía alternativa que está normalmente inactiva, pero que se activa siempre que se pierde la energía primaria.

3.3.47 Presión (Pressure).

3.3.47.1 Presión de descarga (Discharge Pressure). La presión total disponible en la brida de descarga de la bomba contra incendio.

N 3.3.47.2* Presión de succión más baja permisible (Lowest Permissible Suction Pressure). La presión de succión más baja permitida por esta norma y por la autoridad competente.

3.3.47.3* Presión neta (presión diferencial) [Net Pressure (Differential Pressure)]. Para bombas contra incendio de turbina vertical, la presión total en la brida de descarga de la bomba contra incendio más la elevación por succión total. Para otras bombas contra incendio, la presión total en la brida de descarga de la bomba contra incendio menos la presión total en la brida de succión de la bomba contra incendio.

3.3.47.4 Presión nominal (Rated Pressure). La presión neta (presión diferencial) con caudal nominal y velocidad nominal, según lo indicado en la placa de identificación del fabricante.

3.3.47.5 Presión de succión (Suction Pressure). La presión total disponible en la brida de succión de la bomba contra incendio.

3.3.48 Dispositivo de regulación de presión (Pressure-Regulating Device). Un dispositivo diseñado para reducir, regular, controlar o restringir la presión de agua. [14, 2016]

3.3.49 Bomba (Pump).

3.3.49.1 Bomba para aditivos (Additive Pump). Una bomba que se utiliza para inyectar aditivos a la corriente de agua.

3.3.49.2 Bomba de lata (Can Pump). Una bomba de tipo turbina de eje vertical en una lata (recipiente de succión) instalada en una tubería para elevar la presión de agua.

3.3.49.3 Bomba centrífuga (Centrifugal Pump). Una bomba en la que la presión se desarrolla principalmente mediante la acción de una fuerza centrífuga.

3.3.49.4 Bomba de succión axial (End Suction Pump). Una bomba de succión única con la boquilla de succión ubicada en el lado opuesto de la carcasa desde el prensaestopas y con la cara de la brida de succión en forma perpendicular al eje longitudinal de la bomba.

3.3.49.5 Bomba contra incendio (Fire Pump). Una bomba que proporciona fluido líquido y presión dedicados a la protección contra incendios.

3.3.49.6 Bomba de concentrado de espuma (Foam Concentrate Pump). Ver 3.3.49.1, Bomba para aditivos.

3.3.49.7 Bomba de engranajes (Gear Pump). Una bomba de desplazamiento positivo caracterizada por el uso de dientes de engranaje y de carcasa para desplazar líquidos.

3.3.49.8 Bomba horizontal (Horizontal Pump). Una bomba con el eje normalmente ubicado en una posición horizontal.

3.3.49.9 Bomba horizontal de carcasa partida (Horizontal Split-Case Pump). Una bomba centrífuga caracterizada por una carcasa que se encuentra dividida en forma paralela al eje.

3.3.49.10 Bomba en línea (In-Line Pump). Una bomba centrífuga en la cual su motor es soportado por la bomba teniendo sus bridas de succión y de descarga aproximadamente sobre la misma línea central.

3.3.49.11* Bomba multietapa y multipuerto (Multistage Multiport Pump). Bomba multietapa y multipuerto (Multistage Multiport Pump). Bomba de motor único con múltiples impulsores (impellers) que funcionan en serie donde la descarga desde cada impulsor (impeller), excepto el último impulsor (impeller), es la succión para el impulsor (impeller) siguiente y los impulsores (impellers) de descarga se proveen después de los múltiples impulsores (impellers).

△ **3.3.49.12 Conjunto de montaje de bombas contra incendio empaquetadas (Packaged Fire Pump Assembly).** Componentes de la unidad de bombeo contra incendios ensamblados en una instalación de embalaje y enviados como una unidad al sitio de instalación. El alcance de los componentes enumerados (donde se requiere que estén listados en esta norma) en un paquete premontado incluye la bomba, el motor, el controlador y otros accesorios identificados por el responsable del empaquetado, montados sobre una base con o sin un gabinete.

3.3.49.13 Bomba de émbolo de pistón (Piston Plunger Pump). Una bomba de desplazamiento positivo caracterizada por el uso de un pistón o émbolo y un cilindro para desplazar líquidos.

3.3.49.14 Bomba de desplazamiento positivo (Positive Displacement Pump). Una bomba caracterizada por un método de producir caudal al captar un volumen específico de fluido por revolución de la bomba y reducir el vacío de fluido mediante medios mecánicos para desplazar el fluido bombeado.

3.3.49.15 Bomba de mantenimiento de presión (reforzadora o sostenedora) [Pressure Maintenance (Jockey o Make-Up) Pump]. Bomba diseñada para mantener la presión en los sistemas de protección contra incendios entre los límites previamente configurados cuando en el sistema no circula agua.

3.3.49.16 Bomba de lóbulo giratorio (Rotary Lobe Pump). Una bomba de desplazamiento positivo caracterizado por el uso de un lóbulo giratorio utilizado para llevar fluido entre el vacío del lóbulo y la carcasa de la bomba desde la entrada hasta la salida.

3.3.49.17 Bomba de álabes giratorios (Rotary Lobe Pump). Una bomba de desplazamiento positivo caracterizada por el uso de un solo rotor con álabes que se mueven con la rotación de la bomba para crear un vacío y así desplazar líquido.

3.3.49.18 Bomba de turbina vertical con eje en línea (Vertical Lineshaft Turbine Pump). Una bomba centrífuga de eje vertical con un impulsor o impulsores giratorios y con una descarga desde el elemento de bombeo coaxial con el eje. El elemento de bombeo se encuentra suspendido por el sistema conductor, el que encierra un sistema de ejes verti-

cales utilizados para transmitir energía a los impulsores, y la fuerza motriz principal es externa al flujo del caudal.

3.3.49.19* Unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada (Water Mist Positive Displacement Pumping Unit). Bombas de desplazamiento positivo múltiples, diseñadas para funcionar en paralelo, que descargan en un único sistema común de distribución de agua nebulizada.

3.3.50 Nivel de bombeo de líquido (Pumping Liquid Level). Ver 3.3.35.1.

3.3.51 Persona calificada (Qualified Person). Persona que, por tener un título o certificado otorgado por una institución acreditada, reconocimiento profesional o habilidades específicas, y que, por sus conocimientos, capacitación y experiencia, ha demostrado tener capacidad para resolver problemas relacionados con el tema, el trabajo o el proyecto. [1451, 2018]

3.3.52 Caudal nominal (Rated Flow). El caudal de la bomba a la velocidad nominal y a la presión nominal, según lo indicado en la placa de identificación del fabricante.

3.3.53 Presión nominal (Rated Pressure). Ver 3.3.47.4.

3.3.54 Plano de registro (conforme a obra) [Record Drawing (As-built)]. Diseño, plano de trabajo o plano como construido conforme a obra que se presenta como el registro de documentación final para el proyecto.

3.3.55* Unidad de bombas contra incendio en serie (Series Fire Pump Unit). Todas las unidades de bombas contra incendio ubicadas dentro del mismo edificio, que funcionan en un arreglo en serie en el que la primera bomba succiona directamente de un suministro de agua y cada una de las bombas de la secuencia succionan con la presión de bombeo de la bomba precedente. Dos bombas que funcionan en serie a través de tanque(s) o de tanque(s) de interrupción no se consideran parte de una unidad de bombeo contra incendio en serie.

3.3.56* Servicio (Service). Los conductores y equipamiento utilizados para suministrar energía eléctrica desde la central de servicio hacia el sistema de cableado de las instalaciones abastecidas. [70: Art. 100]

3.3.57* Equipamiento de servicio (Service Equipment). El equipamiento necesario, que a menudo consiste de interruptor(es) de circuito o interruptor(es), fusible(s) y sus accesorios, conectados al extremo de carga de los conductores de servicio a un edificio u otra estructura, o un área designada, cuyo objetivo es constituir el control y corte principales del suministro. [70: Art. 100]

3.3.58 Factor de servicio (Service Factor). Un multiplicador para un motor de corriente alterna que, cuando se aplica a la potencia nominal en caballos de fuerza, indica una carga permisible que puede sostenerse a la tensión, frecuencia y temperatura nominales. Por ejemplo, el multiplicador 1.15 señala que el motor puede sobrecargarse 1.15 veces por sobre la potencia nominal.

3.3.59* Presión establecida (Set Pressure). Tal como se la aplica a bombas de velocidad variable, la presión establecida para ser mantenida por el sistema de control de limitación de presión de velocidad variable.

3.3.60 Apagado (sin flujo, caudal cero) [Shutoff (No Flow, Churn)]. Ver 3.3.42. Sin flujo (flujo cero, válvula cerrada).

3.3.61* Señal (Signal). Un indicador de estado.

3.3.62 Velocidad (*Speed*).

3.3.62.1 Velocidad del motor diésel (*Engine Speed*). La velocidad señalada en la placa del motor diésel.

3.3.62.2 Velocidad del motor eléctrico (*Motor Speed*). La velocidad señalada en la placa del motor eléctrico.

3.3.62.3 Velocidad nominal (*Rated Speed*). La velocidad para la cual la bomba contra incendio está listada y que aparece en la placa de la misma.

N 3.3.63 Energía de reserva (*Standby Power*). Ver 3.3.46.4.

3.3.64 Nivel de líquido estático (*Static Liquid Level*). Ver 3.3.35.2.

N 3.3.65 Difusor de succión (*Suction Diffuser*). Un dispositivo que provee un flujo uniforme en el lado de succión de una bomba, equivalente a 10 diámetros de tubería de una tubería recta.

3.3.66 Presión de succión (*Suction Pressure*). Ver 3.3.47.5.

3.3.67 Interruptor (*Switch*).

3.3.67.1 Interruptor de aislamiento (*Isolating Switch*). Un interruptor utilizado para aislar un circuito eléctrico de su fuente de energía. No posee certificación de interrupción, y se pretende que funcione únicamente después de que el circuito ha sido abierto por otros medios

3.3.67.2 Interruptor de transferencia (*Transfer Switch*).

3.3.67.2.1 Interruptor de transferencia automática (*ATS*) [*Automatic Transfer Switch (ATS)*]. Equipo autónomo para la transferencia de la carga conectada desde una fuente de energía a otra. [110, 2019]

3.3.67.2.2 Interruptor de transferencia manual (*Manual Transfer Switch*). Un interruptor operado directamente por la mano del hombre utilizado para transferir una o más conexiones de conductores de carga desde una fuente de energía a otra.

N 3.3.68 Acoplamiento torsional (*Torsional Coupling*). Un componente de la línea de transmisión que tiene la capacidad de transmitir par de torsión con una constante de resorte muy baja a lo largo del eje de rotación para desentonar la línea de transmisión y mover cualquier resonancia perjudicial de manera segura por debajo de la velocidad de operación.

3.3.69 Cabezal total de descarga (h_d) [*Total Discharge Head (h_d)*]. Ver 3.3.29.2.

3.3.70 Cabezal total (H), bombas horizontales [*Total Head (H), Horizontal Pumps*]. Ver 3.3.29.3.1.

3.3.71 Cabezal total (H), bombas de turbina vertical [*Total Head (H), Vertical Turbine Pumps*]. Ver 3.3.29.3.2.

3.3.72 Cabezal nominal total (*Total Rated Head*). Ver 3.3.29.4.

3.3.73 Cabezal total de succión (h_s) [*Total Suction Head (h_s)*]. Ver 3.3.29.5.

3.3.74 Altura de succión total (h) [*Total Suction Lift (h)*]. La altura de succión que existe donde el cabezal de succión total se encuentra por debajo de la presión atmosférica. La altura de succión total, como se determina en las pruebas, es la lectura de un manómetro líquido en la brida de succión de la bomba, convertida a metros (pies) de líquido, y referida a un nivel

(datum), menos el cabezal de velocidad en el punto de conexión del manómetro.

3.3.75 Válvula (*Valve*).

3.3.75.1 Válvula de vaciado (*Dump Valve*). Una válvula automática instalada en el lado de descarga de una bomba de desplazamiento positivo para aliviar la presión con anterioridad a que el impulsor de la bomba alcance la velocidad de funcionamiento.

3.3.75.2 Válvula de control de presión (*Pressure Control Valve*). Una válvula de reducción de presión operada por piloto diseñada con el fin de reducir la presión de agua corriente abajo a un valor específico bajo condiciones de flujo (residual) y de no flujo (estático). [14, 2016]

3.3.75.3 Válvula de reducción de presión (*Pressure-Reducing Valve*). Una válvula diseñada con el fin de reducir la presión de agua corriente abajo bajo condiciones de flujo (residual) y de no flujo (estático). [14, 2013]

3.3.75.4 Válvula de alivio (*Relief Valve*). Un dispositivo que permite la desviación de líquido para limitar la presión excesiva en un sistema.

3.3.75.4.1 Válvula de alivio de circulación (*Circulation Relief Valve*). Una válvula utilizada para enfriar una bomba mediante la descarga de una pequeña cantidad de agua. Esta válvula está separada y es independiente de la válvula de alivio principal.

3.3.75.5 Válvula reguladora de la presión de succión (*Suction Pressure Regulating Valve*). Una válvula operada por piloto instalada en la tubería de descarga que mantiene presión positiva en la tubería de succión, mientras monitorea la presión en la tubería de succión a través de una línea sensora.

3.3.75.6 Válvula de descarga (*Unloader Valve*). Una válvula diseñada para aliviar el flujo excesivo por debajo de la capacidad de la bomba a la presión establecida.

3.3.76 Bombas y controladores de presión de velocidad variable (*Variable Speed Pumps and Controllers*). Un sistema de control de velocidad utilizado para limitar la presión de descarga total al reducir la velocidad del motor de la bomba de la velocidad nominal.

N 3.3.76.1 Control de autorregulación (*Self-Regulating Control*). La parte de una unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación que controla la velocidad y potencia de la bomba.

N 3.3.76.2* Unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación (*Self-Regulating Variable Speed Fire Pump Unit*). Una unidad de bombeo contra incendio construida en fábrica que consta de una bomba, motor y unidad de control de velocidad variable, configurada para mantener la presión establecida hasta alcanzar el consumo máximo de energía, mientras actúa como un control de limitación de presión de velocidad variable y/o un control de limitación de succión de velocidad variable.

N 3.3.76.3 Control de limitación de presión de velocidad variable (*Variable Speed Pressure Limiting Control*). Un sistema de control de velocidad utilizado para limitar la presión de descarga total al reducir la velocidad del motor de la bomba de la velocidad nominal.

N 3.3.76.4 Bomba de velocidad variable (Variable Speed Pump). Una bomba contra incendio con control de limitación de presión de velocidad variable o una unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación.

3.3.76.5 Control de limitación de succión de velocidad variable (Variable Speed Suction Limiting). Sistema de control de la velocidad que se utiliza para mantener una presión de succión positiva mínima en la entrada de la bomba, mediante la reducción de la velocidad en el motor de la bomba a la vez que se monitorea la presión en la tubería de succión a través de una línea sensora.

3.3.77 Cabeza de velocidad (h_v) [Velocity Head (h_v)]. Ver 3.3.29.6.

N 3.3.78 Zona vertical de protección contra incendios (Vertical Fire Protection Zone). Una zona vertical dentro de un edificio de gran altura que es abastecida desde una o más bombas contra incendio y/o uno o más tanques de almacenamiento de agua.

N 3.3.79 Edificio muy alto (Very Tall Building). Un edificio de gran altura donde la demanda de agua para protección contra incendios excede la capacidad de bombeo del cuerpo de bomberos.

3.3.80 Pozo húmedo (Wet Pit). Un recinto de madera, hormigón o mampostería con una entrada filtrada que se mantiene parcialmente lleno con agua mediante un cuerpo de agua abierto como una laguna, lago o arroyo.

Capítulo 4 Requisitos generales

4.1 Bombas. Esta norma debe aplicarse a bombas centrífugas de una etapa y a bombas centrífugas multietapas de diseño de eje horizontal o vertical y bombas de desplazamiento positivo de diseño de eje horizontal o vertical.

4.2* Aprobación requerida.

4.2.1 Las bombas estacionarias deben seleccionarse en base a las condiciones bajo las cuales van a ser instaladas y utilizadas.

4.2.2 El fabricante de bombas o su representante autorizado deben recibir información completa sobre las características del líquido y del suministro de energía.

4.2.3 Deben prepararse para su aprobación un plano completo e información detallada sobre la bomba, motor, controlador, suministro de energía, accesorios, conexiones de succión y descarga, y condiciones de almacenamiento de líquido.

Δ 4.2.3.1 Los planos deben ser dibujados a una escala indicada, en hojas de un tamaño uniforme, y deben mostrar, como mínimo, los ítems de la lista siguiente que corresponden al diseño del sistema:

- (1) Nombre/s del propietario y del ocupante
- (2) Ubicación, incluido el domicilio
- (3) Orientación
- (4) Nombre y domicilio del contratista responsable de la instalación
- (5) Marca y número de modelo de la bomba
- (6) Potencia de la bomba _____ gpm @ _____ psi _____ rpm
- (7) Tamaño de succión principal, longitud, ubicación, tipo, clase/cédula del material y punto de conexión con el

suministro de agua, así como la profundidad hasta la parte superior de la tubería situada por debajo del nivel del terreno

- (8) Tanque de almacenamiento de agua, si es aplicable
- (9) Tamaño y tipo de válvulas, reguladores, medidores y pozos de válvulas, si es aplicable
- (10) Información sobre el suministro de agua, incluyendo la siguiente información de pruebas de flujo, si es aplicable:
 - (a) Ubicación y elevación del manómetro de pruebas estáticas y residuales con respecto al punto de referencia de la elevación
 - (b) Ubicación del flujo
 - (c) Presión estática, psi (bar)
 - (d) Presión residual, psi (bar)
 - (e) Flujo, gpm (l/min)
 - (f) Fecha
 - (g) Hora
 - (h) Nombre de la persona que condujo la prueba o suministró la información
 - (i) Otras fuentes de suministro de agua, con presión o elevación
- (11) Otras fuentes de suministro de agua, con presión o elevación
- (12) Detalles del impulsor de la bomba, entre ellos fabricante y caballos de fuerza
- (13) Voltaje para bombas impulsadas por motores eléctricos
- (14) Detalles del sistema de combustible para bombas impulsadas por diésel
- (15) Fabricante, tipo y potencia del controlador
- (16) Tubería de succión y de descarga, accesorios y tipos de válvulas
- (17) Tuberías y válvulas de conexiones para pruebas
- (18) Detalles del medidor de flujo, si es aplicable
- (19) Disposición de bombas de mantenimiento de presión y controladores, incluidos los detalles de las líneas de detección, si es aplicable

4.2.4 Cada bomba, impulsor, equipamiento de control, suministro y disposición de energía, y suministro de líquido debe ser aprobado por la autoridad competente para las condiciones de campo específicas que se encuentren.

4.3 Funcionamiento de la bomba.

4.3.1* Deben proveerse medios para que personal calificado determine que la bomba contra incendio está operando de manera satisfactoria durante su funcionamiento.

4.3.2 Diseñador del sistema.

4.3.2.1 El diseñador del sistema debe estar identificado en los documentos de diseño del sistema.

4.3.2.2 Debe suministrarse una evidencia mínima aceptable de las calificaciones o certificación, cuando sea requerido por la autoridad competente.

4.3.2.3 El personal calificado debe incluir, aunque no de manera limitada, uno o más de los siguientes:

- (1) Personal capacitado en fábrica y certificado para el diseño de bombas contra incendio del tipo específico y la marca del sistema que se está diseñando
- (2)* Personal certificado por una organización de certificación en protección contra incendios reconocida a nivel nacional, aceptable para la autoridad competente

(3) Personal registrado, licenciado o certificado por una autoridad estatal o local

4.3.2.4 Debe permitirse a la autoridad competente requerir evidencia adicional de la calificación o certificación.

4.3.3 Instalador del sistema.

4.3.3.1 El personal a cargo de la instalación debe estar calificado o debe ser supervisado por personas calificadas en la instalación, inspección y prueba de sistemas de protección contra incendios.

4.3.3.2 Debe suministrarse una evidencia mínima de las calificaciones o certificación cuando sea requerido por la autoridad competente.

4.3.3.3 El personal calificado debe incluir, aunque no de manera limitada, uno o más de los siguientes:

- (1) Personal capacitado en fábrica y certificado para la instalación de los sistemas de bombas contra incendio del tipo y la marca específicos del sistema que se está diseñando
- (2)* Personal certificado por una organización de certificación en protección contra incendios reconocida a nivel nacional, aceptable para la autoridad competente
- (3) Personal registrado, licenciado o certificado por una autoridad estatal o local

4.3.3.4 Debe permitirse a la autoridad competente requerir evidencia adicional de la calificación o certificación.

4.3.4* Calificaciones y experiencia del personal de servicio.

4.3.4.1 El personal de servicio debe estar calificado y tener experiencia en la inspección, prueba y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios.

4.3.4.2 El personal calificado debe incluir, aunque no de manera limitada, uno o más de los siguientes:

- (1) Personal capacitado en fábrica y certificado para el servicio de los sistemas de bombas contra incendio del tipo y la marca específicos del sistema que se está diseñando
- (2)* Personal certificado por una organización de certificación en protección contra incendios reconocida a nivel nacional, aceptable para la autoridad competente
- (3) Personal registrado, licenciado o certificado por una autoridad estatal o local
- (4) Personal empleado y calificado por una organización listada por un laboratorio de pruebas reconocido a nivel nacional, para la reparación de sistemas de protección contra incendios

4.3.4.3 Debe permitirse a la autoridad competente requerir evidencia adicional de la calificación o certificación.

4.4 Desempeño de la unidad de bombeo de incendio.

4.4.1 La unidad de bombeo contra incendio, que consta de una bomba, un motor y un controlador, debe funcionar de conformidad con la presente norma como una unidad completa cuando haya sido instalada o cuando los componentes hayan sido reemplazados.

4.4.2 La unidad de bombeo contra incendio entera debe someterse a una prueba de campo que apruebe su desempeño adecuado de conformidad con las condiciones de la presente norma. (Ver Sección 14.2).

N 4.4.3* Debe designarse una única entidad como responsable del desempeño aceptable de la unidad de bomba, motor, controlador y equipo de interruptor de transferencia, según lo requerido en esta norma.

4.5 Prueba de taller certificada.

4.5.1 El fabricante debe entregar al comprador las curvas de las pruebas de taller certificadas que muestren la capacidad del cabezal y la potencia al freno en caballos de fuerza de la bomba.

4.5.1.1 Para unidades de bomba de desplazamiento positivo de agua nebulizada, deben suministrarse los datos de las pruebas de taller certificadas, incluido el caudal, la presión y los caballos de fuerza de cada bomba independiente.

4.5.1.2 Para una bomba multietapa y multipuerto, los datos de las pruebas de taller certificadas que incluyen flujo, presión y caballos de fuerza deben ser suministrados para cada salida.

4.5.1.3 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, deben suministrarse los datos de las pruebas de taller certificadas, incluido el caudal, la presión y los caballos de fuerza también de la unidad de la bomba contra incendio con las características de velocidad variable desactivadas.

4.5.1.3.1 Los datos de las pruebas de taller certificadas de la unidad de bombeo contra incendio deben elaborarse mediante la activación de las bombas contra incendio individuales en la misma secuencia operativa que utilizará el controlador.

4.5.1.4 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, deben suministrarse los datos de las pruebas de taller certificadas, incluyendo el caudal, la presión y los caballos de fuerza, también de la unidad de la bomba contra incendio con las características de velocidad variable activadas.

4.5.1.4.1 Los datos de las pruebas de taller certificadas de la unidad de bombas contra incendio deben elaborarse mediante la activación de las bombas contra incendio individuales en la misma secuencia operativa que utilizará el controlador.

N 4.5.1.5* Para unidades de bombeo de velocidad variable de autorregulación, deben incluirse dos curvas de prueba certificadas adicionales que muestren el flujo, presión neta, potencia y velocidad de cada bomba que funciona en las siguientes condiciones:

- (1) En modo velocidad variable de autorregulación con la unidad de bombeo funcionando a una presión de descarga constante, medida por el transductor de presión de descarga, hasta alcanzar la demanda de diseño, pasando por todas las tasas de flujo, desde flujo cero hasta más allá del 150 por ciento del flujo nominal, que se alcanza la máxima potencia
- (2) En el modo de velocidad variable de autorregulación con la unidad de bombeo funcionando a una presión de sobrealimentación constante hasta alcanzar la demanda de diseño, pasando por todas las tasas de flujo desde flujo cero hasta más allá del 150 por ciento del flujo nominal, que se alcanza la máxima potencia

4.5.2 El comprador debe entregar la información requerida en 4.5.1 a la autoridad competente.

4.6 Suministros líquidos.

4.6.1* Confiabilidad.

4.6.1.1 La aceptabilidad y confiabilidad de la fuente de agua son de importancia vital y deben determinarse por completo, con la debida tolerancia a su confiabilidad en el futuro.

4.6.1.2 Donde se utilice una prueba de flujo de agua para determinar que el suministro de agua conectado sea el apropiado, la prueba debe estar terminada no más de 12 meses antes de la presentación de los planos de trabajo, a menos que esté permitido de otro modo por la autoridad competente.

4.6.2* Fuentes.

4.6.2.1 Debe permitirse cualquier fuente de agua adecuada en cantidad, calidad y presión que funcione como suministro de una bomba contra incendio.

4.6.2.2 Donde el suministro de agua de una tubería pública principal no resulte adecuado en cantidad, cantidad o presión, debe suministrarse una fuente de agua alternativa.

4.6.2.3 La aceptabilidad del suministro de agua debe determinarse y evaluarse con anterioridad a la especificación e instalación de la bomba contra incendio.

4.6.2.3.1* Donde el flujo máximo disponible de la tubería principal de suministro de agua no pueda proveer un caudal del 150 por ciento del flujo nominal de la bomba a la presión de succión más baja permisible, pero el suministro de agua pueda proveer el mayor entre el 100 por ciento del flujo nominal o la demanda de flujo máxima del (los) sistema(s) de protección contra incendios a la presión de succión más baja permisible, el suministro de agua debe considerarse adecuado.

4.6.2.3.2 El flujo disponible en la descarga de la bomba contra incendio a la presión de succión más baja disponible debe ser de un mínimo del 100 por ciento de flujo nominal..

N 4.6.2.3.3 El flujo y la presión disponibles en la descarga de la bomba contra incendio deben ser adecuados para cumplir con la máxima demanda para protección contra incendios.

4.6.2.4 Para líquidos que no sean agua, la fuente de líquido para la bomba debe ser adecuada para suministrar la tasa máxima de flujo requerido para cualquier demanda simultánea por la duración requerida y el número requerido de descargas.

4.6.3 Nivel. El nivel mínimo de agua de un pozo o foso húmedo debe determinarse bombeando a no menos de 150 por ciento del caudal nominal de la bomba contra incendio.

4.6.4* Suministro almacenado.

4.6.4.1 Un suministro almacenado más un rellenado automático confiable deben ser suficientes para satisfacer la demanda requerida para la duración del diseño.

4.6.4.2 Debe proveerse un método confiable para reponer el suministro.

4.6.5 Cabezal.

4.6.5.1 Excepto lo establecido en 4.6.5.2, el cabezal disponible desde un suministro de agua debe ser calculada en función de un flujo del 150 por ciento del caudal nominal de la bomba contra incendio.

4.6.5.2 Donde el suministro de agua no pueda proveer un caudal del 150 por ciento del flujo nominal de la bomba a la

presión de succión más baja permisible, pero pueda proveer la mayor parte entre el 100 por ciento del flujo nominal o la demanda de caudal del (los) sistema(s) de protección contra incendios a la presión de succión más baja permisible, debe permitirse que el cabezal disponible desde el suministro de agua sea calculado en función del caudal máximo disponible a la presión de succión más baja permisible.

4.6.5.3 El cabezal descrito en 4.6.5.1 y 4.6.5.2 debe ser el indicado en una prueba de flujo.

4.7 Bombas, motores y controladores.

4.7.1* Las bombas contra incendio deben estar dedicadas al servicio de la protección contra incendios y listadas para dicha actividad.

4.7.2 Motores aceptables para las bombas en una única instalación deben ser eléctricos, diésel, turbinas de vapor o una combinación de éstos.

4.7.3* Una bomba no debe ser equipada con más de un motor.

4.7.4 Cada bomba contra incendio debe tener su propio motor dedicado, salvo que se permita lo contrario en 8.6.3.1.

4.7.5 Cada uno de los motores o unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada debe tener su propio controlador dedicado.

4.7.6* El motor debe ser seleccionado de acuerdo con lo establecido en 9.5.2 (motores eléctricos), 11.2.2 (motores diésel) o 13.1.2 (turbinas de vapor), a fin de que provea la energía requerida para el funcionamiento de la bomba a la velocidad nominal y la carga máxima de la bomba bajo cualquier condición del caudal.

4.7.7* Presión máxima para bombas centrífugas.

4.7.7.1 La presión neta de cierre (flujo cero) de la bomba más la presión máxima de succión estática, ajustada para elevación, no debe superar la presión para la que los componentes del sistema están certificados.

4.7.7.2* Las válvulas de alivio de presión y los dispositivos reguladores de presión en la instalación de la bomba contra incendio no deben utilizarse como medio para cumplir los requisitos de 4.7.7.1

4.7.7.3 Bomba de velocidad variable.

4.7.7.3.1 Las bombas de velocidad variable, tal como se las define en esta norma, deben ser aceptables para limitar la presión del sistema.

4.7.7.3.2* La presión establecida más la máxima variación de presión durante la operación de la velocidad variable y ajustada para elevación no debe exceder la certificación de presión de ningún componente del sistema.

N 4.8 Unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación.

N 4.8.1 Cada unidad de control de autorregulación de velocidad variable debe mantener los datos de prueba certificados en fábrica para las condiciones de operación de la velocidad variable.

- N 4.8.2** Una unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe ser ensamblada en fábrica y listada como una unidad.
- N 4.8.3** Cada unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe estar provista de un controlador de bomba contra incendio a través de la línea (across-the-line o ATL) de acuerdo con el Capítulo 10.
- N 4.8.4** Cuando se emplea energía alternativa para la bomba, debe proveerse una combinación a través de la línea de controlador de bomba contra incendio/interruptor de transferencia diseñada e instalada de acuerdo con el Capítulo 10.
- N 4.8.5** Como mínimo, cada unidad de control del variador de velocidad debe ser provista en un cerramiento impermeable, Tipo 4, de la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association o NEMA), con una certificación de protección de ingreso (ingress protection o IP) de IP66.
- N 4.8.6** Cada unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe estar provista de una reactancia de línea de un mínimo del 5 por ciento en la entrada.
- N 4.8.7** No debe excederse la certificación de corriente del variador de frecuencia variable (variable frequency drive o VFD) cuando se opera en el factor de servicio del motor.
- N 4.8.8** Las unidades de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación deben monitorear la presión de succión, la presión de descarga, el consumo de energía y la tasa de flujo calculada y emitir una señal de alarma de supervisión para el controlador siempre que los resultados no coincidan con la curva de diseño de la unidad.
- N 4.8.9** Las unidades de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación deben monitorear el variador de velocidad y emitir una señal de alarma de supervisión para el controlador siempre que ocurra alguna de las siguientes condiciones:
- (1) Bomba en funcionamiento
 - (2) Alta temperatura
 - (3) Sobrecorriente
 - (4) Sobretensión
 - (5) Baja tensión
 - (6) Falla a tierra
 - (7) Pérdida de fase
 - (8)* Presión establecida no alcanzada
 - (9) Sobrepresión
 - (10) Modo de derivación (Bypass)
- N 4.8.9.1** Deben proveerse contactos remotos que se cierren para indicar una alarma para la conexión con el controlador.
- N 4.8.10** Una unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe tener una pantalla visible que tenga la capacidad de mostrar, como mínimo, presión establecida, consumo de energía máximo permisible, todas las tensiones fase a fase, todos los amperajes de fase, presión de sobrealimentación, rpm calculadas, flujo calculado, alertas y fallas con una precisión que esté dentro de ± 2 por ciento.
- N 4.8.11** Deben proveerse transductores de succión y descarga para unidades de bombeos contra incendio de velocidad variable de autorregulación, que deben estar protegidos contra daños mecánicos.
- N 4.8.12** Las unidades de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación deben capturar y mantener toda la información de las operaciones durante un mínimo de 2 años.
- N 4.8.13** Debe dejarse un espacio de trabajo libre mínimo de acuerdo con 110.26(A)(1) de *NFPA 70* para la bomba, variador de velocidad variable y unidad de control de autorregulación.
- N 4.8.14** La unidad no debe tener ninguna velocidad crítica armónica resonante de primer orden por debajo del 120 por ciento de la velocidad de operación máxima en el modo ya sea de autorregulación o bien de operador manual, el que sea mayor.
- N 4.8.15** Deben proveerse medios en cada unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación para el ajuste de campo de la presión establecida.
- N 4.8.15.1** El ajuste debe estar asegurado mediante protección con contraseña u otro medio equivalente.
- N 4.8.16*** Cuando se opera en condiciones sin flujo, cada unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe funcionar a una velocidad que provea al menos el 25 por ciento de su presión nominal.
- N 4.8.17** Dentro de los 20 segundos posteriores a una demanda de arranque, las bombas deben suministrar y abastecer y mantener una presión de descarga estable (± 10 por ciento) en todo el rango de operación.
- N 4.8.18** Todos los contactores de arranque del motor deben cumplir con 10.4.5.1.
- N 4.8.19** Debe proveerse una derivación (bypass) automática de acuerdo con 10.10.3 y 10.10.4.2.
- N 4.8.20** Debe proveerse un control mecánico de funcionamiento de emergencia de acuerdo con 10.5.3.2.
- N 4.8.21** Debe proveerse protección de circuitos en la vía del variador de frecuencia variable (VFD) de acuerdo con 10.10.5.
- N 4.8.22** El conjunto de montaje debe estar señalizado con la certificación de corriente de cortocircuito.
- N 4.8.23** El control local debe estar de acuerdo con 10.10.7.1 y 10.10.7.3.
- N 4.8.24** La frecuencia de operación máxima no debe exceder la frecuencia de línea.
- 4.9 Bomba multietapa y multipuerto.**
- 4.9.1** Las bombas contra incendio multietapas y multipuertos deben instalarse de acuerdo con lo establecido en esta norma.
- 4.9.2** No debe requerirse una válvula de cierre entre los impulsores de una bomba multietapa y multipuerto.
- 4.10* Caudales de bombas contra incendio centrífugas.**
- 4.10.1** Debe seleccionarse una bomba contra incendio centrífuga de modo que la mayor demanda individual de cualquier sistema de protección contra incendios conectado a la bomba sea inferior o equivalente al 150 por ciento de la capacidad nominal (caudal) de la bomba.

4.10.2* Las bombas contra incendio centrífugas deben tener uno de los caudales nominales en gpm (l/min.) identificadas en la Tabla 4.10.2 y deben estar certificadas para presiones netas de 40 psi (2.7 bar) o más.

4.10.3 Las bombas contra incendio centrífugas con caudales superiores a 5000 gpm (18,925 l/min) deben estar sujetas a la revisión individual de la autoridad competente o del laboratorio responsable del listado.

4.11 Placa de identificación.

4.11.1 Las bombas deben contar con una placa de identificación.

4.11.2 La placa de identificación debe estar hecha y colocada con un material resistente a la corrosión.

N 4.11.3 La placa de identificación debe indicar la demanda máxima de caballos de fuerza de la bomba requerida para alimentar la bomba cualquiera sea el flujo, lo que incluye flujos por lo que incluye flujos por encima del 150 por ciento del caudal nominal.

4.12 Manómetros de presión.

4.12.1 Descarga.

4.12.1.1 Un manómetro de presión con una carátula no menor a 3.5 pulg. (89 mm) de diámetro debe conectarse cerca de la brida de descarga con una válvula para manómetro de 0.25 pulg. (6 mm) nominal.

4.12.1.2 El cuadrante debe indicar la presión de por lo menos el doble de la presión de trabajo nominal de la bomba pero no menor a 200 psi (13.8 bar).

4.12.1.3 El frente del indicador debe leerse en bar, libras por pulgada cuadrada (psi) o ambos, con las graduaciones estándar del fabricante.

4.12.2* Succión.

4.12.2.1 A menos que se cumplan los requisitos de 4.12.2.4, debe conectarse un manómetro con un reloj de no menos de 3.5 pulg. (89 mm) de diámetro a la tubería de succión cercana a la bomba con una válvula para manómetro de 0.25 pulg. (6 mm) nominales.

4.12.2.1.1 Donde la presión mínima de succión de la bomba sea inferior a 20 psi (1.3 bar) bajo cualquier condición de caudal, el manómetro de succión debe ser un manómetro de presión y vacío compuesto.

Δ Tabla 4.10.2 Caudales de bombas contra incendio centrífugas

gpm	L/min	gpm	L/min
25	95	1,000	3,785
50	189	1,250	4,731
100	379	1,500	5,677
150	568	2,000	7,570
200	757	2,500	9,462
250	946	3,000	11,355
300	1,136	3,500	13,247
400	1,514	4,000	15,140
450	1,703	4,500	17,032
500	1,892	5,000	18,925
750	2,839		

4.12.2.2 En el frente del manómetro deben leerse los valores en pulg. de mercurio (milímetros de mercurio) o psi (bar) para el rango de succión.

4.12.2.3 El manómetro debe tener un rango de presión equivalente al doble de la presión nominal máxima de succión de la bomba.

4.12.2.4 Los requisitos de 4.12.2 no deben aplicarse en bombas tipo turbina de eje vertical que toman succión de un pozo o foso húmedo abierto.

4.13 Válvula de alivio de circulación.

4.13.1 Requisitos generales.

4.13.1.1* Donde se instala una bomba eléctrica de velocidad variable, la válvula de alivio de circulación automática debe abrirse a la velocidad mínima.

4.13.1.2 A menos que se cumplan los requisitos de 4.13.1.8, todas las bombas deben contar con una válvula de alivio automática listada para el servicio de bomba contra incendio, instalada y ajustada por debajo de la presión de cierre a la presión de succión mínima esperada.

4.13.1.3 La válvula debe instalarse en el lado de descarga de la bomba antes de la válvula de retención de descarga.

4.13.1.3.1 Para bombas multietapas y multipuertos, la válvula de alivio de circulación automática debe ser instalada antes que la válvula de retención de descarga para el último puerto y debe configurarse por debajo de la presión de flujo cero del primer puerto.

4.13.1.4 La válvula debe proveer un flujo de agua suficiente para evitar que la bomba se recaliente cuando funciona sin descarga.

4.13.1.5 Deben tomarse previsiones para que se realice la descarga en un drenaje.

4.13.1.6 Las válvulas de alivio de circulación no deben estar conectadas con la caja de empaque o con drenajes de bordes de goteo.

Δ 4.13.1.7 La válvula de alivio automática debe tener un tamaño nominal de 0.75 pulg. (19 mm) para bombas de un caudal nominal que no supere los 2500 gpm (9462 l/min) y debe tener un tamaño nominal de 1 pulgada (25 mm) para bombas de un caudal nominal de 3000 gpm a 5000 gpm (11,355 l/min a 18,925 l/min).

4.13.1.8 Los requisitos de 4.13.1 no deben aplicarse a bombas impulsadas por motor diésel para las cuales el agua de enfriamiento del motor sea obtenida de la descarga de la bomba.

4.14* Protección del equipamiento.

4.14.1* Requisitos generales. La bomba contra incendio, el motor, el controlador, el suministro de agua y el suministro de energía deben estar protegidos contra la posible interrupción del servicio debido a daños causados por explosiones, incendios, inundaciones, terremotos, roedores, insectos, tormentas de viento, congelamiento, vandalismo y otras condiciones adversas

4.14.1.1* Unidades de bomba contra incendio internas.

4.14.1.1.1 Excepto según lo permitido en 4.14.1.1.3, las unidades de bombeo contra incendio para edificios de gran altura

deben estar protegidas de las ocupaciones circundantes por medio de construcciones con una certificación de resistencia al fuego mínima de dos horas o separadas físicamente del edificio protegido por una distancia mínima de 50 pies (15.3 m).

4.14.1.1.2* Excepto según lo permitido en 4.14.1.1.3, los cuartos de bombas contra incendio internas de edificios que no sean de gran altura o de edificios independientes para bombas contra incendio deben estar físicamente separados o protegidos por construcciones resistentes al fuego, de acuerdo con lo especificado en la Tabla 4.14.1.1.2.

4.14.1.1.3* Las unidades de bombeo contra incendio que abastecen a uno o más sistemas de protección contra incendios de aplicación local deben estar físicamente separadas del riesgo que está siendo protegido en una manera que evite que un incendio asociado directamente con el riesgo exponga a la unidad de bombeo.

4.14.1.1.4 La ubicación y el acceso al cuarto de bombas contra incendio deben ser previamente planificado con el cuerpo de bomberos.

4.14.1.1.5* Excepto según lo permitido en 4.14.1.1.6, los cuartos que contengan bombas contra incendio deben estar libres de materiales almacenados, equipos y penetraciones que no sean esenciales para el funcionamiento de la bomba y de los componentes relacionados.

4.14.1.1.6* Debe permitirse que los equipos relacionados con la distribución del agua de consumo estén ubicados dentro del mismo cuarto en el que se encuentran los equipos de bombas contra incendio.

4.14.1.1.7 El cuarto de bombas o la caseta de bombas debe ser dimensionado de un tamaño suficiente para acomodar todos los componentes necesarios para el funcionamiento de la bomba contra incendio y que permita lo siguiente:

- (1) Espacio libre entre los componentes para instalación y mantenimiento
- (2) Espacio libre entre un componente y el muro para instalación y mantenimiento
- (3) Espacio libre entre equipos eléctricos energizados y otros equipos, de acuerdo con lo establecido en *NFPA 70*
- (4) Orientación de la bomba hacia la tubería de succión, con el fin de poder cumplir con lo establecido en 4.16.6.3

4.14.1.2 Unidades de bombas contra incendio externas.

△ **4.14.1.2.1** Las unidades de bombas contra incendio que se encuentren en espacios exteriores deben estar ubicadas a una distancia de al menos 50 pies (15.3 m) de cualquier edificio y otras exposiciones al fuego.

△ Tabla 4.14.1.1.2 Protección del equipo

Cuarto/casa de la bomba	Edificios que exponen el cuarto/casa de la bomba	
	Sin rociadores	Con rociadores
Sin rociadores	Sin rociadores	Certificación ignífuga de 2 horas
Sin rociadores	Con rociadores	o
Con rociadores	Sin rociadores	50 pies (15.3 m)
Con rociadores	Con rociadores	Certificación ignífuga de una hora o 50 pies (15.3 m)

4.14.1.2.2 Debe requerirse que las instalaciones exteriores estén provistas de medios de protección contra posibles interrupciones, de acuerdo con lo establecido en 4.14.1.

4.14.1.3 Edificios o cuartos de bombas contra incendio con motores diésel. Los edificios o cuartos de bombas contra incendio en los que hubiera bombas contra incendio con motores diésel y tanques de uso diario deben estar protegidos con un sistema de rociadores automáticos instalado de acuerdo con NFPA 13 como una ocupación de Riesgo Extra Grupo 2.

4.14.1.4 Edificios o cuartos de bombas contra incendio con motores eléctricos. Para edificios que se requiera estén provistos de rociadores, los edificios o cuartos de bombas contra incendio en los que hubiera bombas contra incendio con motores eléctricos deben estar protegidos con un sistema de rociadores automáticos instalado de acuerdo con NFPA 13 como una ocupación de Riesgo Ordinario Grupo 1.

4.14.2 Acceso a los equipos.

4.14.2.1 La ubicación y el acceso al(los) cuarto(s) de bombas contra incendio deben ser previamente planificados con el cuerpo de bomberos.

4.14.2.1.1 Excepto según lo establecido en 4.14.2.1.1.1, los cuartos de bombas contra incendio que no tengan un acceso directo desde el exterior deben ser accesibles a través de un corredor con certificación de resistencia al fuego desde una escalera cubierta o una salida exterior.

4.14.2.1.1.1 Las unidades de bombeo contra incendio que abastecen únicamente a los sistemas de protección contra incendios de aplicación local deben ser accesibles mediante una vía que no esté sujeta a exposición por un incendio en cualquier riesgo protegido por la bomba contra incendio.

■ **4.14.2.1.1.2** Donde se instale una bomba contra incendio en un garaje de estacionamiento o alguna otra parte de un edificio separada del resto del edificio por una construcción con una certificación de resistencia al fuego equivalente a la del cuarto de bombas, y la parte del edificio que contiene la bomba contra incendio está protegida por un sistema de rociadores que no depende de la bomba contra incendio, no debe requerirse el acceso protegido al cuarto de bombas.

4.14.2.1.2 Las partes de edificio necesarias para el acceso, según lo requerido en 4.14.2.1.1, deben tener una certificación de resistencia al fuego no menor que la certificación de resistencia al fuego del cuarto de bombas contra incendio.

4.14.3 Calefacción.

4.14.3.1 Debe proveerse una fuente de calor aprobada o listada para mantener la temperatura de un cuarto o casa de bomba, donde así se requiera, por encima de 40°F (4°C).

4.14.3.2 Deben seguirse los requisitos de 11.6.5 para las condiciones de temperaturas más elevadas para motores de combustión interna.

4.14.4 Iluminación normal. Los cuartos o casas de bomba deben contar con luz artificial.

4.14.5 Iluminación de emergencia.

4.14.5.1 Los cuartos de bombas deben estar provistos con iluminación de emergencia.

4.14.5.2 La intensidad de la iluminación en el(los) cuarto(s) de bombas debe ser de 3.0 pies-candelas (32.3 lux), a menos que estuviera especificado de otro modo por un requisito reconocido por la autoridad competente.

4.14.5.3 Las luces de emergencia no deben estar conectadas a una batería de arranque de motor.

4.14.5.4 La iluminación de emergencia debe ser capaz de mantener el nivel de iluminación durante un mínimo de dos horas.

4.14.6 Ventilación. Debe proveerse de ventilación para un cuarto o casa de bomba.

4.14.7* Drenaje.

4.14.7.1 Los pisos deben construirse con inclinación que permita un drenaje adecuado el cual dirija el agua liberada lejos del equipo crítico tal como bombas, motores, controladores, etc.

4.14.7.2 Los cuartos o cabinas de bomba deben contar con un drenaje de piso con descarga a una ubicación libre de congelamiento.

4.14.8 Protecciones. Deben instalarse acoples y ejes de conexión flexible con una protección para el acople de conformidad con la Sección 7 de ANSI B11.19, *Requisitos de Desempeño para Medios de Protección*.

4.15 Tubería y accesorios.

4.15.1* Tubería de acero.

4.15.1.1 Debe utilizarse tubería de acero sobre el nivel de piso excepto para la conexión a tuberías de succión subterránea y tuberías de descarga subterráneas.

4.15.1.2 Donde existan condiciones de agua corrosiva, las tuberías de succión de acero deben ser galvanizadas o pintadas en el interior antes de la instalación con una pintura recomendada para superficies sumergidas.

4.15.1.3 No deben utilizarse revestimientos bituminosos gruesos.

4.15.2* Método de conexión.

4.15.2.1 Las secciones de tuberías de acero deben conectarse por medios roscados, juntas mecánicas ranuradas, bridas u otros accesorios aprobados.

4.15.2.2 Debe permitirse la instalación de accesorios deslizables donde se instalen como se indica en 4.16.6, y donde la tubería se asegura de manera mecánica para evitar los deslizamientos.

N 4.15.2.3 Las tuberías alrededor de válvulas de retención instaladas de acuerdo con 4.32.4.1, uniones de orificios, placas de orificio, medidores de flujo y otros dispositivos que tengan orificios de restricción deben tener un medio para llevar a cabo una inspección interna o un medio para desmontar la tubería para permitir la inspección interna del(los) orificio(s) de restricción.

N 4.15.3 Identificación de los orificios de restricción. Las válvulas de retención instaladas de acuerdo con 4.32.4.1, uniones de orificios, placas de orificio y otros dispositivos con un orificio de restricción deben tener una etiqueta permanente u otro

medio de identificación en el que se indique la presencia de un orificio de restricción.

4.15.4 Tuberías para concentrados y aditivos.

4.15.4.1 Las tuberías para concentrados o aditivos de espuma deben ser de un material que no sufra corrosión durante el servicio.

4.15.4.2 No deben utilizarse tuberías galvanizadas para concentrados de espuma.

4.15.5 Tubería de drenaje. Debe permitirse que la tubería de drenaje y sus accesorios que efectúen la descarga en la atmósfera estén contruidos con materiales metálicos o poliméricos.

4.15.6* Tuberías, soportes colgantes y arriostramiento antisísmico.

4.15.6.1 El soporte de las tuberías y los accesorios deben cumplir con los requisitos del Capítulo 17 de NFPA 13.

4.15.6.2 La protección antisísmica, donde sea aplicable, de las tuberías y accesorios debe cumplir con los requisitos del Capítulo 18 de NFPA 13.

4.15.7* Corte y soldadura. Debe permitirse el corte con soplete o la soldadura dentro de la cabina de la bomba como un medio para modificar o reparar la tubería de la cabina cuando se realice de acuerdo con NFPA 51B.

4.16 Tubería de succión y accesorios.

4.16.1* Componentes.

Δ 4.16.1.1 Los componentes de succión deben consistir de todas las tuberías, válvulas y accesorios desde la brida de succión de la bomba hasta la conexión de la tubería de servicio de agua público o privado, tanque de almacenamiento, o reservorio, etc., que suministra agua a la bomba.

4.16.1.2 Donde las bombas se instalan en serie, la tubería de succión para las bombas subsecuentes deben comenzar en el lado del sistema de la válvula de descarga de la bomba anterior.

4.16.2 Instalación. La tubería de succión debe instalarse y ponerse a prueba de acuerdo con NFPA 24.

4.16.3 Tamaño de succión.

4.16.3.1 A menos que se cumplan los requisitos de 4.16.3.2, el tamaño de la tubería de succión para una única bomba o de la tubería del cabezal de succión para bombas múltiples (diseñadas para funcionar en forma conjunta) debe ser tal que, con todas las bombas funcionando al caudal máximo (150 por ciento del caudal nominal o el caudal máximo disponible del suministro de agua a la presión de succión más baja permisible, como se ha descrito en 4.6.2.3.1), la presión del manómetro en las bridas de succión de la bomba debe ser de 0 psi (0 bar) o más alta.

Δ 4.16.3.2* No deben aplicarse los requisitos de 4.16.3.1 donde el suministro es un tanque de succión con su base a la misma elevación de la bomba, o por encima, y debe permitirse que la presión del manómetro en la brida de la succión de la bomba descienda hasta -3 psi (-0.2 bar) al 150 por ciento del caudal nominal con el nivel más bajo de agua después de que la máxima demanda y duración del sistema hayan sido provistas.

4.16.3.3 El tamaño de esa porción de la tubería de succión ubicada dentro de los 10 diámetros de tubería antes de la brida

de succión de la bomba no debe ser menor al especificado en la Sección 4.28.

4.16.4* Bombas con desviaciones (bypass).

4.16.4.1 Donde el suministro de succión tiene la presión suficiente para ser de importancia sin la bomba, ésta debe instalarse con una desviación (bypass). (Ver Figura A.4.16.4.)

4.16.4.2 Para bombas multietapas y multipuertos, debe instalarse una desviación (bypass) entre la succión de la bomba y el primer puerto de salida y entre los puertos de salida secuenciales dondequiera que la desviación pueda proveer una presión que sea de un valor material sin el impulsor. (Ver Figura A.4.16.4.)

4.16.4.3 El tamaño de la desviación debe tener por lo menos el tamaño de tubería requerido para la tubería de descarga como se señala en la Sección 4.28.

4.16.5* Válvulas.

4.16.5.1 En la tubería de succión debe instalarse una válvula de compuerta tipo vástago ascendente (OS&Y) listada.

N 4.16.5.2 Tiempo de cierre de las válvulas.

N 4.16.5.2.1 Las válvulas indicadoras listadas no deben cerrarse en menos de 5 segundos cuando son puestas en funcionamiento a la máxima velocidad posible desde la posición totalmente abierta.

N 4.16.5.2.2 Las válvulas con un medio automático para su operación no deben cerrarse en menos de 5 segundos cuando son puestas en funcionamiento a la máxima velocidad posible desde la posición totalmente abierta.

N 4.16.5.3 Válvulas automatizadas.

N 4.16.5.3.1 Debe permitirse una válvula indicadora listada con controles automatizados.

N 4.16.5.3.2 El conjunto de montaje de válvula automatizada de control de agua debe cumplir los siguientes criterios:

- (1) Incluir una indicación de posición confiable
- (2) Incluir un interruptor de supervisión de válvulas y estar conectado a una estación de supervisión remota
- (3) Funcionar tanto manualmente como automáticamente

4.16.5.4 Ninguna válvula de control distinta a una válvula de compuerta de vástago ascendente (OS&Y) listada y los dispositivos permitidos en 4.29.3 deben ser instalados en la tubería de succión dentro de 50 pies (15.3 m) de la brida de succión de la bomba.

4.16.6* Instalación.

4.16.6.1 Generalidades. Las tuberías de succión deben colocarse con mucho cuidado a fin de evitar fugas de aire y bolsas de aire, las que podrían afectar seriamente el funcionamiento de la bomba.

4.16.6.2 Protección contra congelamiento.

4.16.6.2.1 Las tuberías de succión deben instalarse debajo de la línea de congelamiento o en cubiertas a prueba de congelamiento.

4.16.6.2.2 Donde la tubería ingresa en arroyos, lagos o reservorios, debe prestarse especial atención a fin de evitar congelamiento bajo tierra o bajo agua.

4.16.6.3 Codos y derivaciones en T.

4.16.6.3.1 A menos que se cumplan los requisitos de 4.16.6.3.2, no deben permitirse los codos y derivaciones en T con un plano de línea central paralelo al eje de la bomba horizontal de carcasa partida. (Ver Figura A.4.16.6.)

4.16.6.3.2 No deben aplicarse los requisitos de 4.16.6.3.1 a codos y derivaciones en T con un plano de línea central paralelo al eje de la bomba horizontal de carcasa partida donde la distancia entre las bridas de la entrada de succión de la tubería y el codo y la derivación en T es 10 veces mayor que el diámetro de la tubería de succión.

4.16.6.3.3 Deben permitirse codos y derivaciones en T con un plano de línea central perpendicular al eje de la bomba horizontal de cámara partida en cualquier ubicación de la toma de succión de la bomba.

4.16.6.4 Reductor o incrementador cónico excéntrico. Donde la tubería de succión y la brida de succión de bomba no son del mismo tamaño, deben conectarse con reductor o incrementador cónico excéntrico instalado de manera de evitar bolsas de aire.

4.16.6.5 Alivio de tensión. Donde la bomba y su suministro de succión se encuentran en bases separadas con tuberías de conexión rígidas, la tubería debe contar con un alivio de tensión. [Ver Figura A.6.3.1(a).]

4.16.7 Bombas múltiples. Donde una única tubería de succión abastece a más de una bomba, la disposición de las tuberías de succión debe organizarse de manera que cada bomba reciba su suministro proporcional.

4.16.8* Filtro de succión.

4.16.8.1 Donde el suministro de agua se obtiene de una fuente abierta como un estanque o foso húmedo, debe obstruirse el paso de materiales que podrían tapar la bomba.

4.16.8.2 Debe contarse con filtros de doble entrada en la toma de la succión.

4.16.8.3 Los filtros deben ser desmontables o debe poder realizarse una limpieza en el lugar.

4.16.8.4 Por debajo de un nivel mínimo de agua, estos filtros deben tener un área efectiva neta de apertura de 1 pulgada² por cada gpm (170 mm² por cada l/min.) a 150 por ciento de caudal nominal de bomba.

4.16.8.5 Los filtros deben disponerse de manera que puedan ser limpiados o reparados sin alterar la tubería de succión.

4.16.8.6 Los filtros de malla deben ser de bronce, cobre, Monel®, acero inoxidable u otro filtro de material metálico equivalente resistente a la corrosión de malla máxima de 0.50 pulg. (12.7 mm) y de calibre 10 B&S.

4.16.8.7 Donde se utilizan filtros de malla planos, el alambre debe ajustarse a un marco de metal que se deslice verticalmente en la entrada de la toma.

4.16.8.8 Donde los filtros se encuentran en un sumidero o depresión, deben estar equipados con un rastrillo para fragmentos.

Δ 4.16.8.9 Periódicamente, el sistema debe ser puesto a prueba, los filtros deben ser removidos para su inspección y los fragmentos acumulados deben ser eliminados.

4.16.8.10 Los filtros de ranura continua deben ser de bronce, cobre, Monel®, acero inoxidable u otro filtro de material metálico equivalente resistente a la corrosión de ranura máxima de 0.125 pulg. (3.2 mm) y de construcción de perfil de alambre.

4.16.8.11 El filtro debe tener por lo menos un 62.5 por ciento de área abierta.

4.16.8.12 Donde haya o se pueda prever una plaga de mejillones cebra en el lugar, los filtros deben construirse con un material de probada resistencia a las adherencias de mejillones cebra o con un revestimiento de material de probada resistencia a las adherencias a bajas velocidades.

4.16.8.13 El área total del filtro debe ser 1.6 veces mayor al área neta de apertura del filtro (*Ver detalles sobre el filtro en la Figura A.7.2.2.2*)

4.16.9* Dispositivos en la tubería de succión.

4.16.9.1 No debe instalarse en la tubería de succión ningún dispositivo o montaje que pudiera alterar el arranque o limitar la descarga de una bomba contra incendio o de un impulsor de bomba, a menos que se encuentre identificado en 4.16.9.2.

4.16.9.2 Deben permitirse los dispositivos que se mencionan a continuación en la tubería de succión donde se cumplan los siguientes requisitos:

- (1) Deben permitirse válvulas de retención y dispositivos y conjuntos de montaje de prevención de contraflujo donde sean requeridos por otras normas de NFPA o por la autoridad competente, e instalados de acuerdo con lo establecido en la Sección 4.29.
- (2) Donde la autoridad competente requiera que se mantenga una presión positiva en la tubería de succión, debe permitirse (que esté conectada a esta tubería) a una línea sensora de presión para el control de la presión de succión baja, específicamente listada para el servicio de bombas de incendio.
- (3) Debe permitirse la instalación de dispositivos en la tubería de abastecimiento de succión o suministro de agua almacenada, y deben configurarse para activar una señal si la presión de succión de la bomba o el nivel de agua caen por debajo de un mínimo predeterminado.
- (4) Debe permitirse la instalación de filtros de succión en la tubería de succión donde así lo requieran otras secciones de esta norma.
- (5) Debe permitirse un difusor de succión listado en la succión de la bomba contra incendio.
- (6) Deben autorizarse otros dispositivos específicamente permitidos o requeridos por la presente norma.

4.16.10* Placa anti-vórtice. Donde se utilice un tanque como fuente de suministro para una bomba contra incendio, la descarga de la salida del tanque debe estar equipada con un arreglo de montaje que controle el caudal del vórtice, de acuerdo con lo establecido en NFPA 22.

4.17 Tubería de descarga y accesorios.

4.17.1 Los componentes de descarga deben consistir de tuberías, válvulas y accesorios que se extienden desde la brida de descarga de bomba hasta el lado del sistema de la válvula de descarga.

4.17.2 Para bombas multietapas y multipuertos, los componentes de descarga para cada puerto deben consistir en tuberías, válvulas y accesorios que se extiendan desde la brida de

descarga del puerto de la bomba hasta el lado de la válvula de descarga del sistema para ese puerto.

4.17.3 La certificación de presión de los componentes de descarga debe ser adecuada para la presión total de descarga máxima con la bomba funcionando a caudal cero y a velocidad nominal, pero no menor a la certificación del sistema de protección contra incendios.

4.17.4* Para la tubería superficial deben utilizarse tuberías de acero con bridas, juntas roscadas o juntas ranuradas mecánicas.

4.17.5 Todas las tuberías de descarga de la bomba deben probarse hidrostáticamente de acuerdo con NFPA 13.

4.17.6* El tamaño de la tubería de descarga de la bomba y sus accesorios no debe ser menor que el establecido en la Sección 4.28.

4.17.7* Debe instalarse una válvula de retención listada o un dispositivo de prevención de contraflujo listado en el montaje de descarga de la bomba.

4.17.8* Debe instalarse una válvula listada indicadora de compuerta o tipo mariposa en el lado del sistema de protección contra incendios de la válvula de retención de la descarga de la bomba.

4.17.9 Donde las bombas se instalan en serie, no debe colocarse una válvula tipo mariposa entre las bombas.

4.17.10 Controles de presión de succión baja.

4.17.10.1 Deben permitirse válvulas reguladoras de la presión de succión que estén listadas para el servicio de bombas contra incendio y que sean sensibles a la presión de succión donde la autoridad competente requiera que se mantenga una presión positiva en la tubería de succión.

4.17.10.2 Donde se utilice una válvula reguladora de la presión de succión, ésta debe ser instalada de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes, en la tubería, entre la bomba y la válvula de retención de la descarga.

4.17.10.3 El tamaño de la válvula reguladora de la presión de succión baja no debe ser menor que aquél que se establece para la tubería de descarga en la Sección 4.28.

4.17.10.4 La pérdida por fricción a través de una válvula reguladora de la presión de succión, en posición de completamente abierta, debe ser tomada en cuenta en el diseño del sistema de protección contra incendios.

4.17.10.5 El diseño del sistema debe ser tal que la válvula reguladora de la presión de succión esté en la posición de completamente abierta en el punto de diseño del sistema y al 100 por ciento del flujo nominal.

4.17.11* Dispositivos reguladores de la presión. No deben instalarse dispositivos reguladores de la presión en la tubería de descarga, excepto según lo permitido en la presente norma.

4.18* Supervisión de válvulas.

4.18.1 Supervisión de válvulas abiertas. Donde se provean, válvula de la succión, válvula de la descarga, la válvula de desvío (bypass) y las válvulas de corte en el dispositivo o montaje de prevención de contraflujo deben ser supervisadas en su posición abierta mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Servicios de señalización de estación central, propietario o estación remota.

- (2) Servicio de señalización local que provocará el sonido de una señal audible en un punto constantemente atendido.
- (3) Bloqueo de válvulas en posición abierta.
- (4) Sellado de las válvulas y una inspección aprobada semanal donde las válvulas se colocan dentro de gabinetes cerrados bajo el control del dueño.

4.18.2 Supervisión de válvulas cerradas. Las válvulas de control ubicadas en la tubería que se extiende hasta el cabezal de la válvula de manguera deben ser minuciosamente supervisadas mediante uno de los métodos permitidos en 4.18.1.

4.19* Protección de las tuberías contra daños debidos al movimiento. Debe dejarse un espacio libre alrededor de las tuberías que atraviesan los muros, cielorrasos o pisos del cerramiento del cuarto de bombas de incendio.

4.19.1 A menos que se cumpla con los requisitos de 4.19.2 a 4.19.4, donde la tubería atraviese los muros, cielorrasos o pisos del cerramiento del cuarto de bombas de incendio, los agujeros deben ser de un tamaño tal que el diámetro del agujero sea nominalmente 2 pulg. (50 mm) mayor que el de la tubería.

4.19.2 Donde el espacio libre sea provisto por la camisa o manga de una tubería, debe ser aceptable un diámetro nominal de 2 pulg. (50 mm) mayor que el diámetro nominal de la tubería.

4.19.3 No se requiere de un espacio libre si los acoples flexibles están ubicados dentro de 1 pie (305 mm) de cada uno de los laterales del muro, cielorraso o piso.

4.19.4 Donde se requiera protección de la tubería contra los daños causados por terremotos, deben aplicarse las disposiciones de la Sección 4.30.

4.19.5 Donde sea requerido, el espacio libre debe ser llenado con un material flexible que sea compatible con los materiales de la tubería y que mantenga la certificación de resistencia al fuego requerida para el cerramiento.

4.20 Válvulas de alivio para bombas centrífugas.

4.20.1* Generalidades.

4.20.1.1* Las válvulas de alivio de presión deben usarse solamente donde esté específicamente permitido por esta norma.

4.20.1.2 Debe instalarse una válvula de alivio de presión donde se instale una bomba contra incendio con motor diésel y donde un total del 121 por ciento de la presión neta de cierre de la bomba más la presión máxima de succión estática, ajustada para la elevación, supere la presión para la cual los componentes del sistema han sido certificados.

4.20.1.3 Donde se instale una bomba eléctrica de velocidad variable o un motor diésel de limitación de presión, y la presión de descarga total máxima ajustada para elevación con la bomba funcionando a velocidad nominal y a una presión neta de cierre que exceda la certificación de presión de los componentes del sistema, debe instalarse una válvula de alivio de presión.

4.20.1.3.1 Donde se utilice una bomba eléctrica de velocidad variable o motor de limitación de presión diésel, la válvula de alivio de presión debe ser configurada en un mínimo de 10 psi (0.68 bar) por encima de la presión establecida del control de limitación de presión de velocidad variable.

4.20.2 Tamaño. El tamaño de la válvula de alivio debe estar determinado por uno de los métodos especificados en 4.20.2.1 o 4.20.2.2.

4.20.2.1* Se permite que la válvula de alivio sea dimensionada hidráulicamente para que descargue suficiente agua para evitar que la presión de descarga de la bomba, ajustada por elevación, exceda la certificación de presión de los componentes del sistema.

4.20.2.2 Si la válvula de alivio no es dimensionada hidráulicamente, el tamaño de la válvula de alivio no debe ser menor que aquél establecido en la Sección 4.28. (Ver también 4.20.7 y A.4.20.7 para condiciones que afectan el tamaño.)

4.20.3 Ubicación. La válvula de alivio debe estar ubicada entre la bomba y la válvula de retención de descarga de la bomba y debe estar conectada de manera que pueda quitarse para efectuar reparaciones sin alterar la tubería.

4.20.4 Tipo.

4.20.4.1 Las válvulas de alivio de presión deberán ser listadas del tipo accionadas por resorte o del tipo diafragma operado por piloto.

4.20.4.2 Las válvulas de alivio de presión operadas por piloto, donde estén conectadas a bombas de tipo turbina de eje vertical, deben disponerse para evitar la liberación de agua a presiones menores a la configuración de alivio de presión de la válvula.

4.20.5* Descarga.

4.20.5.1 La válvula de alivio debe descargar en una tubería abierta o en un cono o embudo conectado a la salida de la válvula.

4.20.5.2 La descarga de agua desde la válvula de alivio debe ser fácilmente visible o detectable para el operador de la bomba.

4.20.5.3 Deben evitarse las salpicaduras de agua dentro del cuarto de la bomba.

4.20.5.4 Si se utiliza un cono del tipo cerrado, éste debe contar con un medio para detectar el movimiento del agua a través del cono.

4.20.5.5 Si la válvula de alivio cuenta con un medio para detectar el movimiento (flujo) de agua a través de la válvula, entonces no deben requerirse conos o embudos en la salida.

4.20.6 Tubería de descarga.

4.20.6.1 Excepto según lo permitido en 4.20.6.2, la tubería de descarga de la válvula de alivio debe ser de un tamaño no inferior a aquél establecido en la Sección 4.28.

4.20.6.2 Debe permitirse que la tubería de descarga sea dimensionada hidráulicamente para que descargue suficiente agua, a fin de evitar que la presión de descarga de la bomba, ajustada por elevación, exceda la certificación de presión de los componentes del sistema.

4.20.6.2.1 Si la tubería utiliza más de un codo, debe utilizarse el tamaño de tubería siguiente más grande.

4.20.6.3 La tubería de descarga de la válvula de alivio que envía agua de vuelta a la fuente de abastecimiento, como un tanque de almacenamiento externo, debe funcionar de

manera independiente y no debe combinarse con la descarga de otras válvulas de alivio.

N 4.20.6.4 Debe permitirse que las tuberías de descarga de la válvula de alivio desde una única bomba contra incendio que envía agua de vuelta a la fuente de suministro se combine con las tuberías de prueba de la bomba contra incendio aguas abajo de cualquier válvula de control de una manera que cumpla con 4.20.6, 4.22.2 y 4.22.3.

N 4.20.6.5 Las tuberías de descarga de múltiples válvulas de alivio no deben combinarse con las tuberías de prueba de la bomba contra incendio.

N 4.20.6.6 Debe ser posible el aislamiento de las tuberías del cabezal de prueba de la descarga de la válvula de alivio de presión.

4.20.7* Descarga a la fuente de abastecimiento. Donde la válvula de alivio es enviada de vuelta a la fuente de abastecimiento, la válvula de alivio y la tubería deben tener la capacidad suficiente para prevenir el exceso de presión para la cual los componentes del sistema han sido certificados.

4.20.7.1 Donde una válvula de alivio de presión ha sido conectada con retorno a la succión, debe proveerse una válvula de alivio de circulación, de un tamaño acorde a lo establecido en 4.13.1.7 y 4.20.7 y con descarga a la atmósfera, en dirección de la corriente descendente de la válvula de alivio de presión. La válvula de alivio de circulación debe actuar por debajo de punto de configuración de apertura de la válvula de alivio de presión para garantizar el enfriamiento de la bomba durante la operación con flujo cero.

4.20.7.2 Donde el agua de descarga de la bomba sea retornada por la tubería hasta el punto de succión de la bomba y la bomba sea propulsada por un motor diésel con refrigeración por intercambiador de calor, el controlador debe proveer un indicador visual y una alarma audible y detener el motor cuando se recibe una señal de temperatura de agua de refrigeración alta, según lo requerido por 11.2.4.4.8, siempre que no haya requisitos de emergencia activa para el funcionamiento de la bomba.

4.20.7.2.1 Los requisitos de 4.20.7.2 no deben aplicarse cuando el agua de descarga de la bomba sea retornada por la tubería hasta una reserva de almacenamiento de agua.

4.20.8* Descarga al reservorio de succión. Donde el suministro de agua hacia la bomba se toma de una reserva de capacidad limitada, la tubería de drenaje debe descargar dentro de la reserva en un punto tan lejos de la succión de la bomba como sea necesario para evitar que la bomba tome aire introducido por la descarga de la tubería de drenaje.

4.20.9 Válvula de cierre. No debe instalarse una válvula de cierre en el abastecimiento de válvula de alivio o en la tubería de descarga.

4.21 Bombas dispuestas en serie.

4.21.1 Desempeño de la unidad de bombas contra incendio en serie.

4.21.1.1 Una unidad de bombas contra incendio en serie (bombas, motores, controladores y accesorios) debe tener un desempeño que cumpla con lo establecido en la presente norma como una unidad completa.

4.21.1.2 Dentro de los veinte segundos posteriores a una demanda de arranque, las bombas en serie deben abastecer y mantener una presión de descarga estable (± 10 por ciento) durante todo el rango de funcionamiento completo.

4.21.1.2.1 Debe permitirse que la presión de descarga vuelva a estabilizarse toda vez que se modifique la condición del flujo.

4.21.1.3 La unidad completa de bombas contra incendio en serie debe ser sometida a pruebas de aceptación en campo a fin de verificar un adecuado desempeño, de acuerdo con lo establecido en las disposiciones de la presente norma. (Ver Sección 14.2.)

4.21.2 Arreglo de unidades de bombas contra incendio en serie.

4.21.2.1* Excepto según lo permitido por 4.21.2.2, todas las bombas que son parte de una unidad de bombas contra incendio en serie deben estar ubicadas dentro del mismo cuarto de bombas.

Δ 4.21.2.2 Debe permitirse que las bombas que son parte de una unidad de bombas contra incendio en serie estén ubicadas en cuartos de bombas separados donde se cumplan todas las siguientes condiciones:

- (1) Cada una de las bombas debe estar dispuestas de manera que todas las bombas que funcionan en serie puedan ser manualmente detenidas o arrancadas desde todos los cuartos de bombas que albergan las bombas contra incendio en serie.
- (2) Las presiones de succión y de descarga de todas las bombas que funcionan en serie deben ser exhibidas en todos los cuartos de bombas que albergan las bombas contra incendio en serie.
- (3) Las alarmas y señales deben ser anunciadas en los otros cuartos de bombas para todas las bombas que sean parte de una unidad de bombas contra incendio en serie de acuerdo con 4.21.2.8 y 4.21.2.9
- (4) El cableado de control de interconexión entre los controladores de los diferentes cuartos de bombas debe cumplir con 4.21.2.8 y 4.21.2.9.
- (5) Un sistema de comunicaciones de los cuartos de bombas que debe cumplir con 4.21.2.9 y 4.21.2.10.

4.21.2.3 No debe permitirse que más de tres bombas funcionen en serie como parte de una unidad de bombas contra incendio en serie.

4.21.2.4 No debe permitirse que más de dos bombas de velocidad variable funcionen en serie como parte de una unidad de bombas contra incendio en serie.

4.21.2.5 Ninguna de las bombas de una unidad de bombas en serie debe apagarse automáticamente por alguna condición relacionada con la presión de succión.

4.21.2.6 No debe instalarse ninguna válvula de reducción de presión o de regulación de presión entre bombas contra incendio dispuestas en serie como parte de una unidad de bombas contra incendio en serie.

4.21.2.7 La presión en cualquier punto de alguna de las bombas de una unidad de bombas contra incendio en serie, con todas las bombas funcionando a caudal cero y a la velocidad nominal en el suministro de succión estática máxima, no debe exceder ninguna certificación de presión de succión, descarga o de servicio de la bomba.

4.21.2.8 Protección del cableado de control para unidades de bombeo contra incendio en serie.

4.21.2.8.1* El cableado de control interconectado de las bombas contra incendio en serie que no estén ubicadas en el mismo cuarto y que afecten el arranque de la(s) bomba(s) de suministro (zona inferior) debe estar protegido contra incendios y daños físicos de la misma manera que los conductores de energía descritos en *NFPA 70*, Artículo 695.

4.21.2.8.1.1 El motor de la(s) bomba(s) de suministro (zona inferior) debe arrancar con la apertura del lazo del circuito de control (arranque remoto).

4.21.2.8.1.2 Los controladores instalados deben cumplir con los requisitos de 10.5.2.5 o 12.7.2.5, según sea aplicable.

4.21.2.9 Señales de estado para unidades de bombeo contra incendio en serie.

4.21.2.9.1 Deben proveerse señales de estado audibles y visuales en cada uno de los cuartos de bombas para indicar el estado de la(s) bomba(s) en serie asociadas no ubicadas en el mismo cuarto de bombas.

4.21.2.9.1.1 Las siguientes señales audibles y visuales deben ser provistas en cada uno de los cuartos de bombas para cada bomba(s) contra incendio eléctrica(s) en serie.

- (1) Bomba funcionando de acuerdo con 10.4.7.2.1.
- (2) Pérdida de fase de acuerdo con 10.4.7.2.2.
- (3) Inversión de fase de acuerdo con 10.4.7.2.3.
- (4) Controlador conectado a una fuente alternativa de acuerdo con 10.4.7.2.4.
- (5) Interruptor del circuito abierto o disparado de acuerdo con 10.8.3.12.1.
- (6) Presión de succión baja — presión de succión de más de 10 psi (0.68 bar) por debajo de la presión de succión de diseño en cualquier bomba(s) en serie aguas abajo.

4.21.2.9.1.2 Las siguientes señales audibles y visuales deben ser provistas en cada uno de los cuartos de bombas para cada bomba(s) contra incendio diésel en serie.

- (1) Bomba funcionando de acuerdo con 12.4.2.3(1)
- (2) Interruptor de control apagado o en posición manual de acuerdo con 12.4.2.3(2)
- (3) Problema en el controlador o motor de acuerdo con 12.4.2.3(3)
- (4) Presión de succión baja — presión de succión de más de 10 psi (0.68 bar) por debajo de la presión de succión de diseño en cualquier bomba(s) en serie aguas abajo

4.21.2.9.2 El(los) controlador(es) de bombas contra incendio en serie deben estar provistos con contactos adicionales para indicación remota de acuerdo con 4.21.2.9.1.1 o 4.21.2.9.1.2.

4.21.2.9.2.1 Donde se utilicen otros medios para comunicar esta información, no deben requerirse los contactos adicionales mencionados en 4.21.2.9.2.

4.21.2.10 Comunicaciones para unidades de bombeo contra incendio en serie.

4.21.2.10.1 Un sistema de comunicaciones de dos vías para servicios de emergencia en el edificio de acuerdo con *NFPA 72* deber ser provisto en cada uno de los cuartos de bombas donde las bombas en serie no están ubicadas en el mismo cuarto.

4.21.2.10.1.1 El sistema de comunicaciones debe cumplir con los requisitos de supervivencia de *NFPA 72*.

4.22 Dispositivos de prueba de flujo de agua.

4.22.1 Generalidades.

4.22.1.1* Una instalación de bomba contra incendio debe disponerse de modo tal de permitir la prueba de la bomba en sus condiciones de operación nominal así como también el abastecimiento de succión al máximo flujo disponible desde la bomba contra incendio.

N 4.22.1.2 Donde se instalen múltiples bombas, debe permitirse un colector en la conexión de las tuberías de descarga de prueba de las bombas de incendio hacia un dispositivo de medición y descarga.

N 4.22.1.2.1 Donde una única bomba pueda abastecer la demanda máxima del sistema de protección contra incendios, la tubería común, dispositivo de medición de caudal y la descarga deben estar dimensionados para la bomba contra incendio con el caudal nominal más alto, de acuerdo con 4.22.2 y 4.22.3.

N 4.22.1.2.2 Donde se requieran múltiples bombas dispuestas en serie para cumplir con la demanda máxima del sistema de protección contra incendios, la tubería común, dispositivo de medición de caudal y la descarga deben estar dimensionados para la bomba contra incendio con el caudal nominal más alto, de acuerdo con 4.22.2 y 4.22.3.

N 4.22.1.2.3 Donde se requiera que múltiples bombas dispuestas en paralelo funcionen simultáneamente para cumplir con la demanda máxima del sistema de protección contra incendios, la tubería común, dispositivo de medición de caudal y la descarga deben estar dimensionados de acuerdo con 4.22.2 y 4.22.3 para el caudal nominal combinado de todas las bombas contra incendio que se requiere funcionen simultáneamente.

N 4.22.1.2.4 El dispositivo de medición de caudal común debe tener la capacidad de proporcionar mediciones de caudal precisas cuando se prueba una única bomba contra incendio y cuando se prueban simultáneamente todas las bombas contra incendio que se requiere funcionen simultáneamente.

N 4.22.1.2.5 Debe instalarse una válvula de control en cada conexión de prueba de bomba contra incendio aguas arriba del colector.

4.22.1.3* Donde el uso o descarga de agua no se permite para la duración de la prueba especificada en el Capítulo 14, la salida debe utilizarse para poner a prueba la bomba y el abastecimiento de la succión y para determinar que el sistema se encuentre funcionando en conformidad con el diseño.

4.22.1.4 El flujo debe continuar hasta que se haya estabilizado. (Ver 14.2.6.6.)

4.22.1.5* Donde se instale un cabezal de prueba, este debe ser instalado sobre un muro exterior o en otro lugar situado fuera del cuarto de bombas, que permita la descarga de agua durante las pruebas.

4.22.2 Medidores y dispositivos de prueba.

4.22.2.1* Los dispositivos de medición o las boquillas fijas para prueba de la bomba deben ser listados.

4.22.2.2 Los dispositivos de medición o las boquillas fijas deben poder manejar un caudal de agua no menor al 175 por ciento del caudal nominal de la bomba.

4.22.2.3 Debe permitirse que todas las tuberías del sistema de medición sean dimensionadas hidráulicamente pero no deben ser más pequeñas que lo especificado por el fabricante del medidor.

4.22.2.4 Si la tubería del sistema de medición no es dimensionada hidráulicamente, entonces todo el sistema de la tubería de medición debe ser dimensionado tal como lo especifica el fabricante del medidor pero no debe ser menor a los tamaños de los dispositivos de medición establecidos en la Sección 4.28.

4.22.2.5 Para una tubería no dimensionada hidráulicamente, debe permitirse el uso de un medidor de tamaño mínimo para una capacidad de bomba determinada donde la tubería del sistema de medición no exceda los 100 pies (30.5 m) de longitud equivalente.

4.22.2.6 Para una tubería no dimensionada hidráulicamente, donde la tubería del sistema de medición exceda los 100 pies (30.5 m), incluyendo la longitud de la tubería recta más la longitud equivalente en accesorios, elevación, y pérdida a través del medidor, debe utilizarse el tamaño siguiente mayor de tubería para minimizar la pérdida por fricción.

4.22.2.7 El elemento primario debe ser el adecuado para dicho tamaño de tubería y caudal nominal de la bomba.

4.22.2.8 El instrumento de lectura debe tener el tamaño correcto para caudal nominal de la bomba. (Ver Sección 4.28).

4.22.2.9 Cuando la descarga se efectúe dentro de un tanque, la(s) boquilla(s) de descarga o la tubería deben estar ubicadas en lugares tan alejados de la succión de la bomba como fuera necesario, a fin de evitar que la bomba tome el aire introducido por la descarga del agua de la prueba dentro del tanque.

4.22.2.10* Donde se instale un dispositivo de medición en un arreglo en circuito (anillo) para la prueba de flujo de la bomba, debe proveerse un medio alternativo de medición del caudal.

4.22.2.10.1 El medio alternativo de medición del caudal debe estar ubicado aguas abajo de y en serie con el medidor de flujo.

4.22.2.10.2 El medio alternativo de medición del caudal debe funcionar para el rango de caudales necesario para la conducción de una prueba de flujo completo.

4.22.2.10.3 Un cabezal de prueba del tamaño apropiado debe ser un medio alternativo aceptable de medición del caudal.

4.22.3 Válvulas de manguera.

4.22.3.1* Generalidades.

4.22.3.1.1 Las válvulas de manguera deben ser listadas.

4.22.3.1.2 La cantidad y tamaño de las válvulas de manguera utilizadas para las pruebas de las bombas debe ser la especificada en la Sección 4.28.

4.22.3.1.3 Donde las salidas se utilicen como un medio para someter a prueba la bomba contra incendio de acuerdo con lo establecido en 4.22.1.1, debe aplicarse uno de los siguientes métodos:

(1)* Válvulas de manguera montadas sobre un cabezal de válvula de manguera con una tubería de suministro

dimensionada conforme a lo establecido en 4.22.3.4 y en la Sección 4.28

(2) Hidrantes de pared, hidrantes de patio o salidas de tuberías verticales en número suficiente y de un tamaño que permita llevar a cabo las pruebas de la bomba

4.22.3.2 Tipo de rosca. Los tipos de rosca deben cumplir con uno de los siguientes puntos:

- (1) Las válvulas de manguera deben contar con la rosca externa estándar NH para el tamaño de válvula estipulado, como se especifica en la NFPA 1963.
- (2) Donde las conexiones del cuerpo de bomberos local no cumplan con lo establecido en NFPA 1963 y la conexión se va a utilizar como un hidrante de muro, la autoridad competente debe designar cuáles son las roscas que se van a usar.

4.22.3.3 Ubicación.

4.22.3.3.1 Debe colocarse una válvula indicadora listada de compuerta (OS&Y) o de mariposa en la tubería que se extiende hasta el cabezal de la válvula de manguera.

4.22.3.3.2 Debe colocarse una válvula de drenaje o de drenaje de bola automática en la tubería, en un punto bajo entre la válvula y el cabezal. [Ver Figura A.6.3.1(a) y Figura A.7.2.2.1.]

4.22.3.3.3 La válvula requerida en 4.22.3.3.1 debe encontrarse en un punto de la línea cerca de la bomba. [Ver Figura A.6.3.1(a).]

Δ 4.22.3.4 Tamaño de la tubería. El tamaño de la tubería debe cumplir con uno de los siguientes métodos:

- (1) Donde la tubería entre el cabezal de válvulas de manguera y la conexión a la tubería de descarga de la bomba tiene una longitud mayor a 15 pies (4.5 m), debe utilizarse el tamaño de tubería mayor siguiente al requerido en 4.22.3.1.3.
- (2)* **Debe permitirse** que esta tubería sea dimensionada mediante cálculos hidráulicos que coincidan con la configuración real de la prueba y que incluyan la presión de Pitot requerida y la pérdida por fricción para la longitud total de la tubería y de la manguera contra incendios, más las longitudes equivalentes de accesorios, válvula de control y válvulas de manguera, más pérdida por elevación, desde la brida de descarga de la bomba hasta las salidas de descarga.

N 4.22.3.4.1 De acuerdo con 4.22.3.4(2), la instalación debe ser probada mediante una prueba en la que fluya el menor volumen del 150 por ciento de flujo nominal o el máximo flujo disponible a la presión de succión más baja permisible para obtener la presión de Pitot requerida o más alta.

4.23 Confiabilidad del suministro de energía de vapor.

4.23.1 Suministro de vapor.

4.23.1.1 Debe darse una consideración cuidadosa en cada caso a la confiabilidad del sistema de suministro de vapor.

4.23.1.2 Entre los aspectos a tomar en consideración debe incluirse el posible efecto de la interrupción de la tubería de transmisión en la propiedad o en los edificios adyacentes que pudiera poner en riesgo a la propiedad.

4.24 Pruebas de taller.

4.24.1 Generalidades. Cada bomba debe probarse de manera individual en la fábrica a fin de suministrar información de desempeño detallada y de demostrar su cumplimiento con las especificaciones.

4.24.2 Pruebas de pre-envío.

4.24.2.1 Antes del envío desde la fábrica, el fabricante debe probar hidrostáticamente cada bomba durante un período no menor a 5 minutos.

4.24.2.2 La presión de prueba no debe ser menor a una y media veces la suma de la presión de cierre de la bomba más su presión máxima de succión permitido, pero en ningún caso debe ser inferior a 250 psi (17.24 bar).

4.24.2.3 Las carcasas de la bomba deben permanecer esencialmente herméticas a la presión de prueba.

4.24.2.4 Durante la prueba no debe ocurrir ninguna pérdida inaceptable en ninguna junta.

4.24.2.5 En el caso de las bombas de tipo turbina vertical, deben ponerse a prueba la fundición de descarga y el montaje del tazón de la bomba.

4.25* Rotación del eje de la bomba. La rotación del eje de la bomba debe determinarse y especificarse correctamente cuando se soliciten bombas contra incendio y equipamiento que involucre dicha rotación.

4.26* Otras señales. Donde así lo requieran otras secciones de esta norma, las señales deben llamar la atención sobre condiciones inadecuadas en el equipamiento de la bomba contra incendio.

4.27* Bombas de mantenimiento de presión (reforzadoras o de compensación).

4.27.1 Para bombas accionadas por presión, debe proveerse un medio para mantener la presión en el sistema de protección contra incendios de acuerdo con uno de los siguientes:

- (1) Una bomba de mantenimiento de presión (sostenedora, bomba jockey)
- (2) Una unidad de bombeo de desplazamiento positivo de agua nebulizada de acuerdo con 8.5.7.2
- (3) Otro medio aprobado que no sea la bomba contra incendio principal

4.27.2 No debe requerirse que las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) estén listadas. Las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) deben estar aprobadas.

4.27.2.1* La bomba de mantenimiento de presión (jockey pump) debe ser de un tamaño que permita reponer la presión en el sistema de protección contra incendios, necesario debido a fugas admisibles y a caídas normales de la presión.

4.27.3 Las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) deben tener capacidades nominales no inferiores a las de cualquier tasa normal de fugas.

4.27.4 Las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) deben tener una presión de descarga suficiente como para mantener la presión deseada en el sistema de protección contra incendios.

4.27.5* Presión excesiva.

4.27.5.1 Donde una bomba de mantenimiento de presión (jockey pump) del tipo centrífuga posee una presión de descarga total con la bomba funcionando en posición cerrado excediendo la certificación de presión de trabajo del equipamiento de protección contra incendios, o donde se utiliza una bomba de tipo paleta de turbina (*turbine vane*) (periférica), debe instalarse una válvula de alivio para evitar la sobrepresurización del sistema en la descarga de la bomba para prevenir daños al sistema de protección contra incendios.

4.27.5.2 No deben utilizarse temporizadores de operación donde se usen bomba de mantenimiento de presión (jockey pump) que tengan la capacidad de superar la presión de trabajo de los sistemas de protección contra incendios.

4.27.6 Tuberías y componentes para bombas de mantenimiento de presión.

4.27.6.1 Deben usarse tuberías de acero en la succión y descarga de las bombas de mantenimiento de presión, lo que incluye a los sistemas empaquetados prefabricados.

4.27.6.2 No debe requerirse que las válvulas y componentes de la bomba de mantenimiento de presión estén listados.

4.27.6.3 Debe instalarse una válvula de aislamiento en el lado de succión de la bomba de mantenimiento de presión, a fin de aislar la bomba para reparaciones.

4.27.6.4 Debe instalarse una válvula de retención y una válvula de aislamiento en la tubería de descarga de la bomba de mantenimiento de presión.

4.27.6.5* Deben instalarse válvulas indicadoras en aquellos lugares en los que fuera necesario a fin de que la bomba, la válvula de retención y los diversos accesorios estén accesibles para su reparación.

4.27.6.6 La línea sensora de presión para la bomba de mantenimiento de presión debe estar de acuerdo con la Sección 4.32.

4.27.6.7 No debe requerirse que las válvulas de aislamiento que se utilicen en la bomba de mantenimiento de presión sean supervisadas.

4.27.7 Excepto según lo permitido en el Capítulo 8, no debe usarse la bomba contra incendio primaria, ni la de reserva como una bomba de mantenimiento de presión.

4.27.8 El controlador de una bomba de mantenimiento de presión debe estar listado, aunque no debe requerirse que esté listado para el servicio de bombas de incendio.

4.27.9 No se requiere que la bomba de mantenimiento de presión cuente con energía alternativa o de reserva.

4.28 Resumen de los datos de bombas contra incendio centrífugas. Deben utilizarse los tamaños indicados en la Tabla 4.28(a) y en la Tabla 4.28(b), como mínimo.

4.29 Dispositivos de prevención de contraflujo y válvulas de retención.

4.29.1 Las válvulas de retención y dispositivos y montajes de prevención de contraflujo deben ser listados para servicio de protección contra incendios.

△ Tabla 4.28(a) Resumen de información sobre bombas contra incendio centrífugas (sistema de uso habitual en los Estados Unidos)

Certificación de la bomba (gpm)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (pulg.)							
	Succión ^{a,b,c}	Descarga ^a	Válvula de alivio	Descarga de válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de		Suministro de cabezal de manguera
						Válvulas de manguera	Conexiones sin rosca	
25	1	1	¾	1	1¼	1 — 1½	1 — 2½	1
50	1½	1¼	1¼	1½	2	1 — 1½	1 — 2½	1½
100	2	2	1½	2	2½	1 — 2½	1 — 2½	2½
150	2½	2½	2	2½	3	1 — 2½	1 — 2½	2½
200	3	3	2	2½	3	1 — 2½	1 — 2½	2½
250	3½	3	2	2½	3½	1 — 2½	1 — 2½	3
300	4	4	2½	3½	3½	1 — 2½	1 — 2½	3
400	4	4	3	5	4	2 — 2½	1 — 5	4
450	5	5	3	5	4	2 — 2½	1 — 5	4
500	5	5	3	5	5	2 — 2½	1 — 5	4
750	6	6	4	6	5	3 — 2½	1 — 5	6
1000	8	6	4	8	6	4 — 2½	1 — 5	6
1250	8	8	6	8	6	6 — 2½	1 — 5	8
1500	8	8	6	8	8	6 — 2½	1 — 5	8
2000	10	10	6	10	8	6 — 2½	2 — 5 ^d	8
2500	10	10	6	10	8	8 — 2½	2 — 5 ^d	10
3000	12	12	8	12	8	12 — 2½	2 — 5 ^d	10
3500	12	12	8	12	10	12 — 2½	3 — 5 ^d	12
4000	14	12	8	14	10	16 — 2½	3 — 5 ^d	12
4500	16	14	8	14	10	16 — 2½	3 — 5 ^d	12
5000	16	14	8	14	10	20 — 2½	3 — 5 ^d	12

Notas:

(1) Se permite que la válvula de alivio de presión esté dimensionada de acuerdo con 4.20.2.1.

(2) Se permite que la descarga de la válvula de alivio de presión esté dimensionada de acuerdo con 4.20.6.2.

(3) Se permite que el dispositivo medidor de flujo esté dimensionado de acuerdo con 4.22.2.3.

(4) Se permite que el suministro del cabezal de manguera esté dimensionado de acuerdo con 4.22.3.4.

(5) Se permiten otros tipos de salidas, tamaños y cantidades para pruebas cuando esté aprobado por la autoridad competente.

^aSe permite que el diámetro real de una brida de bomba sea diferente del diámetro de la tubería.

^bSe aplica sólo a la porción de la tubería de succión especificada en 4.16.3.3.

^cEn la mayoría de los casos, los tamaños de tuberías de succión en la Tabla 4.28(a) se basan en una velocidad máxima para 15 pies/s (4.6 m/s) al 150 por ciento de caudal nominal.

^dColocar una válvula de control en cada salida donde se requiera más de una conexión no roscada.

4.29.2 Drenaje de la válvula de alivio.

4.29.2.1 Donde un dispositivo o montaje de prevención de contraflujo incorpora una válvula de alivio, ésta debe descargar en un desagüe dimensionado adecuadamente para el caudal máximo anticipado de la válvula de alivio.

4.29.2.2 Debe contarse con un espacio de aire (air gap) de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

4.29.2.3 La descarga de agua desde la válvula de alivio debe encontrarse fácilmente visible y detectable.

△ **4.29.2.4** El desempeño de los requisitos de 4.29.2.1 a 4.29.2.3 debe documentarse mediante cálculos y pruebas de ingeniería.

4.29.3 Dispositivos en la tubería de succión. Cuando estuvieran ubicados en la tubería de succión de la bomba, las válvulas de retención y los dispositivos o conjuntos de prevención de contraflujo deben estar colocados a un mínimo de 10 diámetros de tubería desde la brida de succión de la bomba.

△ **4.29.3.1** Donde un dispositivo de prevención de contraflujo con válvulas mariposa de control se instale en la tubería de succión, debe requerirse que esté al menos a 50 pies (15.2 m) de la brida de succión de la bomba (medidos a lo largo de la ruta de la tubería), de acuerdo con 4.16.5.4.

4.29.4 Evaluación.

△ **4.29.4.1 Dispositivo de prevención de contraflujo.**

N 4.29.4.1.1 Donde se instale un dispositivo o conjunto de montaje de prevención de contraflujo en conexión con la bomba, debe prestarse especial atención al incremento de la pérdida de presión que resulte de la instalación.

4.29.4.1.2 Donde se instale un dispositivo de prevención de contraflujo, la disposición final debe proveer un desempeño eficaz de la bomba a la presión de succión más baja permisible.

4.29.4.1.3 La tasa de flujo de descarga debe cumplir o exceder el diseño del sistema de protección contra incendio.

△ Tabla 4.28(b) Resumen de información de bombas centrífugas contra incendio (métrico)

Certificación de la bomba (L/min)	Tamaños mínimos de tuberías (Nominal) (mm)							
	Succión ^{a,b,c}	Descarga ^a	Válvula de alivio	Descarga válvula de alivio	Dispositivo de medición	Cantidad y tamaño de		Suministro cabezal de manguera
						Válvulas manguera	Conexiones sin rosca	
95	25	25	19	25	32	1 — 38	1 — 65	25
189	38	32	32	38	50	1 — 38	1 — 65	38
379	50	50	38	50	65	1 — 65	1 — 65	65
568	65	65	50	65	75	1 — 65	1 — 65	65
757	75	75	50	65	75	1 — 65	1 — 65	65
946	85	75	50	65	85	1 — 65	1 — 65	75
1,136	100	100	65	85	85	1 — 65	1 — 65	75
1,514	100	100	75	125	100	2 — 65	1 — 125	100
1,703	125	125	75	125	100	2 — 65	1 — 125	100
1,892	125	125	75	125	125	2 — 65	1 — 125	100
2,839	150	150	100	150	125	3 — 65	1 — 125	150
3,785	200	150	100	200	150	4 — 65	1 — 125	150
4,731	200	200	150	200	150	6 — 65	1 — 125	200
5,677	200	200	150	200	200	6 — 65	1 — 125	200
7,570	250	250	150	250	200	6 — 65	2 — 125 ^d	200
9,462	250	250	150	250	200	8 — 65	2 — 125 ^d	250
11,355	300	300	200	300	200	12 — 65	2 — 125 ^d	250
13,247	300	300	200	300	250	12 — 65	3 — 125 ^d	300
15,140	350	300	200	350	250	16 — 65	3 — 125 ^d	300
17,032	400	350	200	350	250	16 — 65	3 — 125 ^d	300
18,925	400	350	200	350	250	20 — 65	3 — 125 ^d	300

Notas:

(1) Se permite que la válvula de alivio de presión esté dimensionada de acuerdo con 4.20.2.1.

(2) Se permite que la descarga de la válvula de alivio de presión esté dimensionada de acuerdo con 4.20.6.2.

(3) Se permite que el dispositivo medidor de flujo esté dimensionado de acuerdo con 4.22.2.3.

(4) Se permite que el suministro del cabezal de manguera esté dimensionado de acuerdo con 4.22.3.4.

(5) Se permiten otros tipos de salidas para pruebas cuando esté aprobado por la autoridad competente.

^aSe permite que el diámetro real de una brida de bomba sea diferente del diámetro de la tubería.

^bSe aplica sólo a la porción de la tubería de succión especificada en 4.16.3.3.

^cEn la mayoría de los casos, los tamaños de tuberías de succión en la Tabla 4.27(a) se basan en una velocidad máxima para 15 pies/s (4.6 m/s) al 150 por ciento del caudal nominal

^dColocar una válvula de control en cada salida donde se requiera más de una conexión no roscada.

4.29.4.1.4 La tasa de flujo de descarga debe cumplir o exceder el 100 por ciento de la tasa de flujo nominal de la bomba contra incendio.

4.29.4.1.5 La determinación del desempeño efectivo de la bomba debe documentarse mediante cálculos de ingeniería y pruebas.

4.29.4.1.6 La instalación retroactiva de un dispositivo de prevención de contraflujo no debe reducir la presión de succión por debajo de aquella permitida en esta norma y aceptada por la autoridad competente.

4.29.4.1.7 La instalación retroactiva de un dispositivo de prevención de contraflujo no debe resultar en una presión de descarga que no cumpla con la demanda máxima del sistema y el 100 por ciento de la tasa de flujo nominal para la bomba contra incendio.

4.30 Protección contra terremotos.

4.30.1 Generalidades. Donde los sistemas hidráulicos de protección contra incendios estén protegidos contra los daños provocados por terremotos, debe aplicarse 4.30.2 y 4.30.3.

4.30.2* Cargas sísmicas. Las cargas sísmicas horizontales deben determinarse de acuerdo con NFPA 13; ASCE/SEI 7, *Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y Otras Estructuras*; códigos locales, estatales o internacionales; o en otras fuentes aceptables para la autoridad competente.

4.30.3 Componentes.

4.30.3.1 Impulsor y controlador de la bomba. La bomba contra incendio, motor y el controlador de la bomba contra incendio deben ser adosados a sus cimientos con materiales capaces de resistir las cargas sísmicas aplicables.

4.30.3.2* Centro de gravedad elevado. Las bombas con centros de gravedad elevados, como las bombas verticales en

línea, deben montarse en su base y arriostrarse por encima de su centro de gravedad.

4.30.3.3* Tubería y accesorios. La tubería y los accesorios deben estar protegidos de acuerdo con NFPA 13.

4.30.3.4 Accesorios. Debe requerirse la protección antisísmica de los accesorios, entre los que se incluyen piezas especiales, donde sean esenciales para el funcionamiento de la bomba contra incendio con posterioridad a un terremoto.

4.30.3.4.1* Donde exista la protección sísmica de líneas especiales de pequeño diámetro, una restricción debe ser suficiente.

4.31 Conjuntos de montaje de bombas contra incendio empaquetadas.

4.31.1 Un conjunto de montaje de bombas contra incendio empaquetadas, con o sin un cerramiento, debe cumplir todos los siguientes requisitos:

- (1) Los componentes deben estar montados y fijados sobre una estructura de marcos de acero.
- (2) Los soldadores deben estar calificados de acuerdo con la Sección 9 de ASME *Código para Calderas y Recipientes a Presión* o con AWS D1.1/D1.1M, *Código de Soldadura Estructural — Acero*, de la Sociedad de Soldadura de los Estados Unidos (American Welding Society o AWS).
- (3) El conjunto de montaje debe estar listado para el servicio de bombas contra incendio.
- (4) Todo el conjunto de montaje debe estar desarrollado mediante ingeniería y debe ser diseñado por un diseñador de sistemas, según se hace referencia en 4.3.2.
- (5) Todos los planos y planillas de datos deben ser presentados y revisados por la autoridad competente, y las copias de las presentaciones aprobadas selladas deben ser utilizadas en el montaje y para la elaboración de los correspondientes registros.

4.31.2 Todos los componentes eléctricos, espacios libres y cableados deben cumplir los requisitos básicos establecidos en los artículos aplicables de *NFPA 70*.

4.31.3 La(s) unidad(es) empaquetadas y prefabricadas deben cumplir todos los requisitos de esta norma, entre los que se incluyen aquellos descritos en las Secciones 4.14 a 4.19.

4.31.4 Debe darse consideración cuidadosa a los posibles efectos del daño en los componentes del sistema durante el transporte al sitio del proyecto.

4.31.4.1 La integridad estructural debe ser mantenida con flexión y movimiento mínimos.

4.31.4.2 Deben instalarse soportes y anclajes necesarios para evitar daños y roturas durante el tránsito.

4.31.5 La bomba contra incendio tipo paquete debe tener los puntos de levantamiento correctos marcados para asegurar un montaje seguro de la unidad.

4.31.6 Todas las casetas de bombas empaquetadas o unidades deslizantes de bombas, o ambas, deben cumplir los requisitos de la Sección 4.30.

4.31.7 La tubería de succión y de descarga debe ser inspeccionada cuidadosamente, incluyendo la verificación de todas las conexiones con bridas y mecánicas por recomendación del

fabricante, después de que la cabina de la bomba sea colocada en su lugar sobre cimientos permanentes.

4.31.8 Las unidades deben estar adecuadamente sujetadas y cimentadas de conformidad con la Sección 6.4.

4.31.9* El piso interior de un cuarto de bombas empaquetadas debe ser de una construcción sólida con inclinación, a fin de proveer un adecuado drenaje para los componentes de la bomba contra incendio.

Δ 4.31.9.1 Debe permitirse que el piso interior sea de mortero de acuerdo con 4.31.8 o sea instalado después de que la caseta de bombas empaquetadas sea emplazada en el lugar de acuerdo con 4.31.10.

4.31.9.2 El marco estructural para un cuarto de bombas empaquetadas debe estar montado sobre una zapata desarrollada mediante ingeniería, diseñada para dar soporte a las cargas vivas de la unidad empaquetada y de acuerdo con los requisitos para cargas provocadas por viento.

4.31.9.3 Las zapatas de los cimientos de un cuarto de bombas empaquetadas deben incluir los puntos necesarios de anclaje requeridos para asegurar la unidad a los cimientos.

4.31.10 Debe permitirse el uso de un piso de placas estructurales sólidas con orificios para mortero y altamente resistente a deslizamientos donde se provea protección contra la corrosión y el drenaje para todos los derrames o pérdidas incidentales en el cuarto de bombas.

4.32* Líneas sensoras de presión del controlador accionado por presión.

4.32.1 Para todas las instalaciones de bombas, incluyendo las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump), cada controlador debe tener su propia línea sensora de presión individual.

4.32.1.1 Todas las bombas multietapas y multipuertos para cada puerto de descarga deben tener su propia línea sensora de presión individual conectada al controlador de la bomba contra incendio.

4.32.1.1.1 El controlador de la bomba de mantenimiento de presión para cada puerto de descarga debe tener su propia línea sensora de presión individual.

4.32.2 La conexión de la línea sensora de presión para cada bomba, incluidas las bombas de mantenimiento de presión (jockey pump), debe hacerse entre la válvula de retención de la descarga de esa bomba y la válvula de cierre de la descarga.

4.32.3* La línea sensora de presión debe ser una tubería de bronce o cobre rígido, Tipos K, L o M, o una tubería o conducto de acero inoxidable Serie 300, y los accesorios deben ser de un tamaño nominal de 1/2 pulg. (15 mm).

4.32.4 Válvulas de retención o uniones de cara aplanada.

4.32.4.1 Donde no se cumplan los requisitos de 4.32.4.2, deben instalarse dos válvulas de retención de bronce o de acero inoxidable en la línea sensora de presión separadas por al menos 5 pies (1.52 m) con un orificio nominal de 3/32 pulg. (2.4 mm) perforado en el obturador de bronce o acero inoxidable para funcionar como amortiguador. [Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).]

4.32.4.2 Donde el agua sea limpia, deben permitirse las uniones de cara aplanada con diafragmas no corrosivos perforados

con un orificio nominal de $\frac{3}{32}$ pulg. (2.4 mm) en lugar de las válvulas de retención.

4.32.4.3 Debe haber dos válvulas para pruebas de inspección instaladas en la línea sensora de presión, que deben consistir en una T, una válvula, una segunda T con el ramal conectado y una segunda válvula. [Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).]

4.32.5 Válvula de cierre. No debe haber ninguna válvula de cierre en la línea sensora de presión.

4.32.6 Activación del interruptor de presión. La activación del interruptor de presión en la configuración de ajuste bajo debe iniciar la secuencia de arranque de la bomba (si la bomba no estuviera ya en funcionamiento).

4.33 Tanques interruptores. Donde se utilice un tanque interruptor para proveer el suministro de agua para la succión de la bomba, la instalación debe cumplir con NFPA 22.

4.34 Prueba de aceptación de campo de las unidades de bombas. Una vez finalizada la instalación completa de la bomba contra incendio, debe llevarse a cabo una prueba de aceptación, de acuerdo con lo establecido en las disposiciones de la presente norma. (Ver Capítulo 14.)

N 4.35 Inspección automatizada, pruebas y dispositivos, medidores y equipos de monitoreo a distancia.

N 4.35.1* Los dispositivos, medidores y equipos que se utilicen para llevar a cabo procedimientos automatizados de inspección y prueba que estén sometidos a la presión del sistema, donde sean provistos, deben estar listados.

N 4.35.2* Determinados dispositivos y equipamientos que pueden ser usados para monitorear el estado del sistema o los componentes a distancia no son parte integral del sistema y no afectan el desempeño del sistema. Los dispositivos de monitoreo a distancia, tales como un termómetro externo, pueden ser adosados al sistema externamente y por lo tanto no están sujetos a la presión del sistema. No es necesario que tales dispositivos estén listados.

Capítulo 5 Bombas contra incendio para edificios de gran altura

5.1 Generalidades.

5.1.1 Aplicación.

5.1.1.1 El presente capítulo se aplica a todas las bombas contra incendio que estén dentro de un edificio, toda vez que el edificio se defina como de gran altura según 3.3.30.

5.1.1.2 Deben aplicarse las disposiciones establecidas en la totalidad de los capítulos restantes de la presente norma, excepto lo mencionado específicamente en este capítulo.

5.2* Acceso a los equipos. La ubicación y el acceso al cuarto de bombas contra incendio deben ser planificados previamente con el cuerpo de bomberos.

5.3 Tanques de suministro de agua.

5.3.1 Si se hubieran provisto, los tanques de agua deben ser instalados conforme a lo establecido en NFPA 22.

5.3.2 Cuando el tanque de agua abastezca sistemas domésticos y de protección contra incendios, la conexión del suministro

doméstico debe hacerse por encima del nivel requerido para la demanda de protección contra incendios.

5.4 Arreglo para la prueba de las bombas contra incendio. Donde el suministro de agua a una bomba contra incendio sea un tanque, debe requerirse un medidor de flujo listado o un cabezal de prueba cuya descarga del retorno se efectúe dentro del tanque con una o más boquillas calibradas dispuestas para la colocación de un manómetro que determine la presión de Pitot.

5.5 Energía alternativa. Donde se utilicen bomba(s) contra incendio impulsadas por motores eléctricos, debe proveerse una fuente de energía alternativa confiable de acuerdo con la Sección 9.6 o una bomba contra incendio de respaldo de acuerdo con la Sección 9.3 para la instalación de las bombas contra incendio.

5.6* Edificios muy altos.

5.6.1 Tanques de suministro de agua para edificios muy altos.

5.6.1.1* Donde la fuente de suministro primaria para una zona de protección contra incendios vertical sea agua almacenada dentro del edificio, cada zona debe ser abastecida por un mínimo de dos tanques.

5.6.1.1.1 Debe permitirse que un tanque de agua esté dividido en compartimentos, de modo que los compartimentos funcionen como tanques individuales.

5.6.1.1.2* El volumen total de todos los tanques o compartimentos que abastecen a una zona de protección contra incendios vertical debe ser suficiente para la demanda total para protección contra incendios en esa zona.

5.6.1.1.3 Cada tanque individual o compartimento que abastece directamente a una zona de protección contra incendios vertical debe ser de un tamaño tal que almacene al menos el 50 por ciento de la demanda para protección contra incendios cuando cualquier compartimento o tanque esté fuera de servicio.

5.6.1.2 Debe proveerse una válvula de recarga automática para cada uno de los tanques o compartimentos de tanques.

5.6.1.3 Debe proveerse una válvula de recarga manual para cada uno de los tanques o compartimentos de tanques.

5.6.1.4* Cada una de las válvulas de recarga debe ser de un tamaño apropiado y estar dispuesta de modo que abastezca de manera independiente la demanda para protección contra incendios del sistema.

N 5.6.1.5 La tasa de rellenado debe ser sostenible para la duración del suministro de agua requerida.

5.6.1.6* La combinación de válvulas de llenado automáticas y manuales para cada tanque o compartimento de tanque debe tener su propia conexión a uno de los siguientes:

- (1) Un montante para una zona que no es abastecida desde el tanque servido por la válvula de llenado y que está provisto de una bomba contra incendio de respaldo.
- (2) Un montante sin conexiones para manguera de alimentación por gravedad o un montante para una zona que no es abastecida desde el tanque servido por la válvula de recarga
- (3) Un montante dedicado desde una bomba contra incendio ubicada debajo de la válvula de recarga

- (4) Un montante doméstico confiable de un tamaño que cumpla con los requisitos de 5.6.1.4

5.6.1.6.1* Cada conexión de relleno debe hacerse a un montante diferente.

N 5.6.1.6.2 Las conexiones de relleno deben estar interconectadas.

N 5.6.1.6.2.1 Cuando las válvulas de relleno están conectadas a diferentes zonas, deben instalarse válvulas de retención en cada conexión con un montante para evitar el flujo cruzado entre zonas diferentes.

N 5.6.1.6.2.2 Deben colocarse válvulas de aislamiento a ambos lados de cada válvula de retención requerida en 5.6.1.6.2.1.

N 5.6.1.6.3 Deben colocarse válvulas de aislamiento entre cada interconexión.

N 5.6.1.6.4 Cuando al menos una de las válvulas del tanque es alimentada desde abajo, el llenado primario debe hacerse desde abajo.

N 5.6.1.6.4.1* Cuando las válvulas de llenado están conectadas a zonas diferentes, debe permitirse que la válvula de aislamiento esté normalmente cerrada para asegurarse de que el relleno primario es el primer relleno para el funcionamiento.

N 5.6.1.6.5* Cada tanque debe estar provisto de un rebose dimensionado para la tasa de relleno máxima con una única válvula de relleno automática que funciona totalmente abierta.

N 5.6.1.6.6 El rebose debe tener una tubería dirigida hacia una ubicación de descarga segura.

5.6.2 Respaldo para bombas contra incendio. Las bombas contra incendio que se empleen en zonas que excedan parcial o totalmente la capacidad de bombeo de los vehículos del cuerpo de bomberos deben estar provistas de uno de los siguientes:

- (1) Una o más unidades de bombas contra incendio de respaldo, completamente independientes y automáticas, dispuestas de modo que todas las zonas puedan mantenerse en servicio completo cuando una cualquiera de las bombas esté fuera de servicio.
- (2) Un medio auxiliar que tenga la capacidad de proveer la demanda total para protección contra incendios y que sea aceptable para la autoridad competente.

Capítulo 6 Bombas centrífugas

6.1 Generalidades.

6.1.1* Tipos.

Δ 6.1.1.1 Las bombas centrífugas deben ser del diseño de impulsor colgante y del diseño de impulsor entre cojinetes.

6.1.1.2 El diseño de propulsor colgante debe ser del tipo de succión final de una etapa y multietapas de acople cerrado o por separado [ver Figura A.6.1.1(a) y Figura A.6.1.1(b)] o del tipo en línea [ver Figura A.6.1.1(c) hasta Figura A.6.1.1(e)].

6.1.1.3 El diseño de propulsor entre cojinetes debe ser del tipo de eje horizontal de carcasa partida de una etapa o multietapas de acople separado [ver Figura A.6.1.1(f)] o del tipo de carcasa partida o radial (vertical) [ver Figura A.6.1.1(g)].

6.1.2* Aplicación. Las bombas centrífugas no deben utilizarse donde se requiere un elevamiento de succión estático (succión negativa).

6.2* Desempeño en fábrica y de campo.

6.2.1 Las bombas deben proporcionar no menos del 150 por ciento del caudal nominal a no menos del 65 por ciento de la presión total nominal. (Ver Figura A.6.2.)

6.2.1.1 Cada salida de descarga de una bomba multietapa y multipuerto debe proporcionar no menos del 150 por ciento del caudal nominal a no menos del 65 por ciento de la presión total nominal. (Ver Figura A.6.2.)

6.2.2 La presión de cierre (a caudal cero) no debe exceder el 140 por ciento de la presión nominal para cualquier clase de bomba. (Ver Figura A.6.2.)

6.2.2.1 Para cada salida de descarga de una bomba multietapa y multipuerto, la presión de cierre no debe exceder el 140 por ciento de la presión nominal para cualquier clase de bomba.

N 6.2.2.2 Cuando funciona por debajo de la velocidad nominal en un modo de autorregulación, una unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación debe mantener la presión de descarga dentro del 5 por ciento de la presión establecida.

N 6.2.2.3 Cuando funciona por debajo de la velocidad nominal con una bomba de velocidad variable en el modo de control de succión, una bomba contra incendio de velocidad variable debe mantener la presión de succión a o por encima de la presión de succión más baja permisible con una precisión de $-0/+3$ psi ($-0/+0.2$ bar).

6.3 Accesorios.

6.3.1* Donde sea necesario, el fabricante o representante autorizado deben proveer los siguientes accesorios para la bomba:

- (1) Válvula automática de liberación de aire.
- (2) Válvula de alivio de circulación.
- (3) Manómetros de presión.

6.3.2 Cuando sea necesario, deben entregarse los siguientes accesorios:

- (1) Reductor cónico excéntrico en la succión.
- (2) Cabezal de válvula de manguera con válvulas de manguera (cabezal de prueba).
- (3) Dispositivo de medición de caudal.
- (4) Válvula de alivio y cono de descarga.
- (5) Filtro de tubería.

6.3.3 Liberador automático de aire.

6.3.3.1 A menos que se cumplan los requisitos de 6.3.3.2, las bombas controladas automáticamente deben contar con una válvula listada de liberación de aire operada por flotador de un diámetro mínimo nominal de 0.50 pulg. (12.7 mm) que descargue a la atmósfera.

6.3.3.2 Los requisitos de 6.3.3.1 no deben aplicarse a bombas del tipo de propulsor colgante con descarga superior de línea central o montadas verticalmente para ventilar el aire de manera natural.

6.4 Cimentación y asentamiento.

6.4.1* Las bombas con diseño de impulsor colgante e impulsor entre cojinetes deben montarse sobre una placa de cimentación común.

6.4.2 Debe permitirse que las bombas de impulsor colgante del tipo en línea de acople cerrado [ver Figura A.6.1.1(c)] se monten en una base sujeta a la placa de la base de montaje de la bomba.

△ **6.4.3** La placa base debe encontrarse sujeta de forma segura a un cimiento sólido de manera que se garantice la alineación entre la bomba y el eje del motor.

△ **6.4.4*** La fundación (o base) debe ser lo suficientemente sustancial (o sólida) como para formar una base permanente y rígida para la placa base.

△ **6.4.5** La placa base, con la bomba y el motor montados sobre ella, debe colocarse nivelada sobre la base.

6.5* Conexión al motor y alineación.

6.5.1 Tipo de acople.

6.5.1.1 Las bombas del tipo de acople separado con impulsor de motor eléctrico deben ser conectadas mediante acoples flexibles o mediante un eje de conexión flexible.

6.5.1.2* Los acoples flexibles y los ejes de conexión flexibles deben estar listados para el servicio de bombas contra incendio e instalados de acuerdo con el listado.

6.5.2 Las bombas y los motores de las bombas del tipo de acople por separado deben ser alineados de acuerdo con las especificaciones de los fabricantes del acople y de la bomba y con el ANSI/HI 1.4, *Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance*. (Ver A.6.5.)

Capítulo 7 Bombas de tipo turbina de eje vertical

7.1* Generalidades.

7.1.1* **Aplicación.** Donde el suministro de agua se encuentra ubicado por debajo de la línea central de descarga de la brida y la presión del abastecimiento de agua no es suficiente para suministrar agua a la bomba contra incendio, debe utilizarse una bomba de tipo turbina de eje vertical.

7.1.2 Desempeño en fábrica y de campo.

7.1.2.1 Las bombas deben proporcionar no menos del 150 por ciento del caudal nominal a no menos de 65 por ciento de la presión nominal total. (Ver Figura A.6.2.)

7.1.2.2 El cabezal de cierre total no debe exceder el 140 por ciento de la presión nominal total en la bomba de tipo turbina vertical. (Ver Figura A.6.2.)

7.1.2.3 La bomba de tipo turbina de eje vertical debe estar diseñada para funcionar en una posición vertical con todas sus partes en una alineación correcta.

7.2 Suministro de agua.

7.2.1 Fuente.

7.2.1.1* El suministro de agua debe ser adecuado, confiable y aceptable para la autoridad competente.

7.2.1.2* La aceptación de un pozo como una fuente de suministro de agua debe basarse en el desarrollo satisfactorio del mismo y el establecimiento de características acuíferas satisfactorias.

7.2.2 Bomba sumergible.

7.2.2.1* Instalaciones en pozos.

7.2.2.1.1 Debe efectuarse la inmersión adecuada de los tazones de las bombas para un funcionamiento confiable de la unidad de bombeo contra incendio.

7.2.2.1.2 La inmersión del segundo impulsor desde la base del montaje del tazón de la bomba debe ser mayor a 10 pies (3.2 m) por debajo del nivel de agua de bombeo a 150 por ciento del caudal nominal. (Ver Figura A.7.2.2.1.)

7.2.2.1.3* La inmersión debe incrementarse en 1 pie (0.3 m) por cada 1000 pies (305 m) de elevación por encima del nivel del mar.

7.2.2.2* Instalaciones de foso húmedo.

7.2.2.2.1 A fin de lograr la inmersión para el cebado de la bomba, la elevación del segundo impulsor desde la base del montaje de tazón de la bomba debe encontrarse por debajo del nivel de agua de bombeo más bajo en el cuerpo de agua abierto que abastece el foso.

7.2.2.2.2 En el caso de bombas con capacidades nominales de 2000 gpm (7570 l/min) o más, se requiere una inmersión adicional para evitar la formación de vórtices y para proveer el cabezal requerido de succión positiva neta (NPSH) a fin de evitar una cavitación excesiva.

7.2.2.2.3 La inmersión requerida debe consultarse al fabricante de la bomba.

7.2.2.2.4 La distancia entre la parte inferior del filtro y la parte inferior del foso húmedo debe ser de al menos la mitad del diámetro del tazón de la bomba pero mayor de 12 pulg. (305 mm).

7.2.3 Construcción de pozos.

7.2.3.1 Debe ser la responsabilidad del contratista del suministro de agua subterránea efectuar las investigaciones subterráneas necesarias para establecer la confiabilidad del abastecimiento, para desarrollar un pozo a fin de producir el abastecimiento requerido, y para realizar todo el trabajo e instalar todo el equipamiento de una manera minuciosa y profesional.

7.2.3.2 Para respaldar los requisitos de 7.2.3.1, el pozo debe ser de un diámetro amplio y lo suficientemente aplomado para recibir a la bomba.

7.2.4 Formaciones no consolidadas (Arenas y gravas).

7.2.4.1 Todas las cubiertas deben ser de acero de un diámetro determinado e instalarse a profundidades justificadas por la formación y de la mejor manera que satisfaga las condiciones.

7.2.4.2 Las cubiertas internas y externas deben tener un grosor de pared mínimo de 0.375 pulg. (9.5 mm).

7.2.4.3 El diámetro de la cubierta interna debe ser por lo menos 2 pulg. (51 mm) mayor que los tazones de la bomba.

7.2.4.4 La cubierta exterior debe extenderse hasta aproximadamente la parte superior de la formación generadora de agua.

7.2.4.5 La cubierta interna de menor diámetro y el filtro del pozo deben extenderse dentro de la formación tanto como el estrato generador de agua lo justifique y de la manera que mejor satisfaga las condiciones.

7.2.4.6 El filtro del pozo constituye una parte vital de la construcción, y debe prestarse especial atención a su selección.

7.2.4.7 El filtro del pozo debe ser del mismo diámetro de la cubierta interna y de la longitud y porcentaje de área abierta adecuados para brindar una velocidad de entrada que no supere los 0.15 pies/s (46 mm/s).

7.2.4.8 El filtro debe estar hecho de un material resistente a la corrosión y al ácido, como el acero inoxidable o el Monel.

7.2.4.9 El Monel debe utilizarse donde se sepa por adelantado que el contenido de cloruro del agua del pozo superará las 1000 partes por millón.

7.2.4.10 El filtro debe tener una solidez adecuada para resistir las fuerzas externas que se ejercerán después de la instalación y para minimizar las posibilidades de daño durante la instalación.

7.2.4.11 La parte inferior del filtro del pozo debe sellarse de manera adecuada con una placa del mismo material del filtro.

7.2.4.12 Los lados de la carcasa externa deben sellarse mediante la introducción de cemento puro colocado bajo presión desde la parte inferior hasta la superior.

7.2.4.13 Debe permitirse que el cemento fragüe por un mínimo de 48 horas antes de continuar con las operaciones de perforación.

7.2.4.14 El área inmediata que rodea el filtro del pozo no menor a 6 pulg. (152 mm) debe llenarse con grava limpia y redondeada.

7.2.4.15 Esta grava debe ser del tamaño y calidad similar al creado por un filtro de grava para garantizar una producción libre de arena y una baja velocidad de agua que abandona la formación e ingresa al pozo.

7.2.4.16 Pozos tubulares.

7.2.4.16.1 Los pozos para bombas contra incendio que no superen los 450 gpm (1703 l/min.) desarrollados en formaciones no consolidadas sin un sostén de grava artificial, como pozos tubulares, deben ser fuentes aceptables de suministro de agua para bombas contra incendio que no superen los 450 gpm (1703 l/min.).

7.2.4.16.2 Los pozos tubulares deben cumplir con todos los requisitos de 7.2.3 y 7.2.4, pero no se requerirá el cumplimiento de 7.2.4.11 hasta 7.2.4.15.

7.2.5* Formaciones consolidadas. Donde la perforación penetra formaciones no consolidadas por encima de la roca, debe instalarse una carcasa de superficie, colocada en roca sólida y cementada en su lugar.

7.2.6 Desarrollo de un pozo.

7.2.6.1 Debe ser la responsabilidad del contratista de suministro de agua subterránea el desarrollo de un nuevo pozo y la limpieza del mismo de arena y partículas de roca (para no exceder 5 ppm).

7.2.6.2 Dicho desarrollo debe llevarse a cabo con una bomba de prueba y no con una bomba contra incendio.

7.2.6.3 La liberación de arena debe determinarse cuando la bomba de prueba funcione a 150 por ciento del caudal nominal de la bomba contra incendio para la cual el pozo está siendo preparado.

7.2.7* Evaluación e inspección del pozo.

7.2.7.1 Debe llevarse a cabo una prueba para determinar la producción de agua del pozo.

7.2.7.2 Debe utilizarse un dispositivo aceptable de medición de agua, como un orificio, un medidor Venturi o un tubo de Pitot calibrado.

7.2.7.3 La prueba debe ser presenciada por un representante del cliente, el contratista y la autoridad competente, según se requiera.

7.2.7.4 La prueba debe llevarse a cabo en forma continua durante un período de por lo menos 8 horas y a un 150 por ciento del caudal nominal de la bomba contra incendio con lecturas a intervalos de 15 minutos a lo largo de la prueba.

7.2.7.5 La prueba debe evaluarse prestando especial atención al efecto de otros fosos cercanos y a cualquier posible variación de temporada del nivel freático en el lugar del pozo.

7.2.7.6 La información de la prueba debe describir el nivel de agua estática y el nivel de agua bombeada al 100 por ciento y 150 por ciento, respectivamente, del caudal nominal de la bomba contra incendio para la cual el pozo está siendo preparado.

7.2.7.7 Todos los pozos existentes dentro de un radio de 1000 pies (305 m) del pozo para incendio deben monitorearse a lo largo del período de prueba.

7.3 Bomba.

7.3.1* Componente de cabeza de bomba de turbina vertical.

7.3.1.1 La cabeza de la bomba debe ser del tipo de descarga sobre tierra o subterránea.

7.3.1.2 La cabeza de la bomba debe diseñarse para soportar el impulsor, la bomba, el montaje de columna, el montaje de tazón, el empuje máximo descendente y la tuerca de tensión del tubo de aceite o contenedor de empaque.

7.3.2 Columna.

7.3.2.1* Debe suministrarse una columna de la bomba en secciones que no superen una longitud nominal de 10 pies (3m.), no debe ser menor al peso especificado en la Tabla 7.3.2.1(a) y Tabla 7.3.2.1(b), y debe conectarse a acoples de camisa roscada o bridas.

7.3.2.2 Los extremos de cada sección de tubería roscada deben colocarse con sus caras en forma paralela e instalarse con roscas para permitir que los extremos encajen a fin de formar una alineación precisa de la columna de la bomba.

7.3.2.3 Todas las caras bridadas de la columna deben estar en forma paralela y maquinarse para unión por rebajas a fin de permitir una alineación precisa.

7.3.2.4 Donde el nivel de agua estática supere los 50 pies (15.3 m) bajo tierra, deben utilizarse bombas del tipo lubricadas con aceite. (Ver Figura A.7.1.1.)

Tabla 7.3.2.1(a) Pesos de la tubería de la columna de la bomba (sistema de uso habitual en los Estados Unidos)

Tamaño nominal (pulg.)	Diámetro externo (D.E) (pulg.)	Peso por unidad de longitud (extremos lisos) (lb/pies)
6	6.625	18.97
7	7.625	22.26
8	8.625	24.70
9	9.625	28.33
10	10.75	31.20
12	12.75	43.77
14	14.00	53.57

Tabla 7.3.2.1(b) Pesos de la tubería de la columna de la bomba (métricos)

Tamaño nominal (mm.)	Diámetro externo (D.E) (mm.)	Peso por unidad de longitud (extremos lisos) (kg/m.)
150	161	28.230
200	212	36.758
250	264	46.431
300	315	65.137
350	360	81.209

7.3.2.5 Donde la bomba sea del tipo lubricada con aceite con eje en línea cerrado, la tubería que recubre el eje debe proveerse en secciones intercambiables no mayores a los 10 pies (3 m) de longitud de tubería extra fuerte.

7.3.2.6 Debe proveerse un lubricador automático de alimentador visible en un soporte de montaje adecuado con conexión a la tubería del eje para bombas lubricadas con aceite. (Ver Figura A.7.1.1.)

7.3.2.7 El eje de la línea de la bomba debe dimensionarse para que la velocidad crítica sea un 25 por ciento superior e inferior a la velocidad de operación de la bomba.

7.3.2.8 La velocidad operativa debe incluir todas las velocidades, desde el apagado hasta el 150 por ciento de la bomba, el cual varía en motores diésel.

7.3.2.9 La velocidad operativa para los sistemas de control de motores de limitación de presión de velocidad variable deben incluir todas las velocidades, desde velocidad operativa nominal hasta la mínima.

7.3.3 Montaje del tazón.

7.3.3.1 El montaje del tazón debe ser de hierro fundido de grano fino, de bronce u otro material adecuado de acuerdo con el análisis químico del agua y de la experiencia en el área.

7.3.3.2 Los rodetes (impellers) deben ser del tipo cerrado y deben ser de bronce u otro material adecuado de acuerdo con el análisis químico del agua y de la experiencia en el área.

7.3.4 Filtro de succión.

7.3.4.1 Debe conectarse un filtro de cono de metal resistente a la corrosión y de fabricación de fundición pesada o un filtro del tipo canasta al múltiple de succión de la bomba.

7.3.4.2 El filtro de succión debe tener un área libre de por lo menos 4 veces el área de las conexiones de succión, y las aperturas deben estar dimensionadas para restringir el paso de una esfera de 0.5 pulg. (12.7 mm).

7.3.4.3 Para instalaciones ubicadas dentro de un foso húmedo, debe requerirse este filtro de succión en adición a la criba de la toma. (Ver Figura A.7.2.2.2.)

7.3.5 Accesorios.

7.3.5.1 Deben requerirse los siguientes accesorios para conexión a la bomba:

- (1) Válvula automática de liberación de aire como se especifica en 7.3.5.2
- (2) Un detector de nivel de agua como se especifica en 7.3.5.3
- (3) Un manómetro de presión de descarga como se especifica en 4.12.1
- (4) Una válvula de alivio y un cono de descarga donde así lo requiera 4.20.1
- (5) Un cabezal de válvula de manguera y válvulas de manguera (cabezal de prueba) como se especifica en 4.22.3 o dispositivos de medición como se señala en 4.22.2

7.3.5.2 Liberador automático de aire.

7.3.5.2.1 Debe proveerse una válvula de alivio de aire de un tamaño igual o mayor a 1.5 pulg (38 mm), para eliminar el aire de la columna y de la cabeza de descarga al momento del arranque de la bomba.

7.3.5.2.2 La válvula también debe admitir el paso de aire a la columna para disipar el vacío al momento que se detiene la bomba.

7.3.5.2.3 Esta válvula debe estar ubicada en el punto más elevado de la línea de descarga entre la bomba contra incendio y la válvula de retención de descarga.

7.3.5.3* Detección del nivel de agua. Debe requerirse la detección del nivel de agua para todas las bombas de turbina vertical instaladas en pozos para monitorear la presión de succión disponible en los puntos de caudal cero (válvula de descarga a la red cerrada), de caudal al 100 por ciento (caudal nominal) y de caudal al 150 por ciento (sobrecarga), a fin de determinar si la bomba está funcionando dentro de sus condiciones de diseño.

7.3.5.3.1 Todas las instalaciones de pozos deben estar equipadas con detectores de nivel adecuados de agua.

7.3.5.3.2 Si se utiliza una línea de aire, debe ser de bronce, cobre o acero inoxidable de serie 300.

7.3.5.3.3 Las líneas de aire deben sujetarse a la tubería de la columna a intervalos de 10 pies (3 m).

7.4* Instalación.

7.4.1 Cuarto de la bomba.

7.4.1.1 El cuarto de la bomba debe tener un diseño que ofrezca la menor obstrucción posible al manejo y elevación de partes de la bomba vertical.

7.4.1.2 También deben aplicarse los requisitos de las Secciones 4.14 y 11.3.

7.4.2 Configuración externa.

7.4.2.1 Si en casos especiales la autoridad competente no requiere un cuarto para la bomba y la unidad se encuentra instalada en el exterior, el motor debe enrejarse o encerrarse y protegerse contra la manipulación vandálica.

7.4.2.2 La protección o cerramiento requeridos en 7.4.2.1 debe poder removerse con facilidad y debe contar con una amplia ventilación.

7.4.3 Cimientos.

7.4.3.1 Deben obtenerse copias impresas certificadas de las dimensiones de parte del fabricante.

7.4.3.2 Los cimientos de bombas verticales deben estar contruidos para soportar todo el peso de la bomba e impulsor, además del peso del agua incluida en ellos.

7.4.3.3 Debe proveerse pernos de anclaje para sujetar la bomba a los cimientos con firmeza.

7.4.3.4 Los cimientos deben ser de un área y resistencia suficiente para que la carga por pulgada cuadrada (milímetro cuadrado) sobre hormigón no exceda las normas de diseño.

7.4.3.5 La parte superior de los cimientos debe nivelarse muy bien para permitir que la bomba se suspenda libremente sobre un pozo en una bomba de acople corto.

7.4.3.6 En una bomba de pozo, la cabeza de la bomba debe posicionarse a plomo sobre el pozo, que no necesariamente es a nivel.

7.4.3.7 Sumidero o foso.

7.4.3.7.1 Donde la bomba se encuentre montada sobre un sumidero o foso, debe permitirse el uso de vigas I.

7.4.3.7.2 Donde se utilice un engranaje en ángulo recto, el motor debe instalarse paralelo a las vigas.

7.5 Motor.

7.5.1 Método de impulsión.

7.5.1.1 El motor utilizado debe estar construido de modo que el empuje total de la bomba, que incluye el peso del eje, los impulsores y el impulso hidráulico, pueda montarse en un cojinete de empuje de amplia capacidad para que éste tenga una certificación de vida promedio de 15,000 horas.

7.5.1.2 Todos los motores deben estar contruidos para que el ajuste axial de los rodetes (impellers) pueda permitir una adecuada instalación y operación del equipo.

7.5.1.3 Las bombas de turbina de eje vertical deben ser impulsadas por un motor eléctrico de eje vertical hueco o una transmisión por engranajes en ángulo recto de eje vertical hueco con motor diésel o turbina de vapor, excepto lo permitido en 7.5.1.4.

7.5.1.4 Los requisitos de 7.5.1.3 no deben aplicarse a motores diésel y turbinas de vapor diseñados y listados para instalaciones verticales con bombas de tipo turbina de eje vertical, las que debe permitirse que utilicen ejes sólidos y no deben requerir una transmisión por engranajes en ángulo recto, pero deben requerir un mecanismo no reversible.

7.5.1.5 Los motores deben ser de tipo eje hueco vertical y cumplir con 9.5.1.9.

7.5.1.6 Sistema elástico de masa.

7.5.1.6.1* Para las bombas de turbina vertical que utilicen transmisión por engranajes en ángulo recto impulsados por un motor diésel, debe usarse un acoplamiento torsional, que debe ser montado sobre el lado del motor del eje impulsor.

N 7.5.1.6.1.1 Para sistemas de accionamiento que incluyen un motor diésel, acoplamiento torsional, transmisión por engranajes en ángulo recto y bomba de eje vertical, el fabricante de la bomba debe proveer, como mínimo, un cálculo de la frecuencia torsional de 3 masas, que indique que las primeras dos frecuencias naturales del sistema y las velocidades críticas relacionadas con la frecuencia de encendido del motor van a ser de no menos del 25 por ciento por encima o por debajo cuando la bomba está funcionando a la velocidad nominal.

N 7.5.1.6.1.2* El cálculo de la frecuencia torsional especificado en 7.5.1.6.1.1 debe incluir las características elásticas de la masa para una bomba húmeda con el ajuste específico del(los) rodetes (impellers), acoplamiento torsional, engranaje en ángulo recto, relación de engranaje, eje de conexión flexible y el motor.

N 7.5.1.6.1.3* Donde los cálculos requeridos en 7.5.1.6.1.1 indican que se observa que las velocidades críticas caen menos del 25 por ciento por encima o por debajo de la velocidad nominal de la bomba, debe requerirse un nuevo set detallado de los cálculos de respuesta forzada para los componentes verticales y horizontales que indique que no hay pares ni esfuerzos vibratorios perjudiciales.

N 7.5.1.6.1.4* El análisis torsional especificado en 7.5.1.6.1.3 debe incluir las características elásticas de la masa requeridas en 7.5.1.6.1.2, más los siguientes:

- (1) Las características de excitación del motor específico y la certificación
- (2) Un modelo de parámetro concentrado totalmente flexible con múltiples elementos a lo largo de la longitud del cigüeñal del motor, los ejes horizontales y los ejes verticales para todas las etapas de la bomba
- (3) El efecto de la falla de encendido del motor

N 7.5.1.6.1.5 Para un sistema definido en 7.5.1.6.1 que usa un motor diésel de velocidad variable, la velocidad de operación para las velocidades analíticas debe definirse en no menos del 25 por ciento por encima de la velocidad nominal de la bomba y en no menos del 25 por ciento por debajo de la velocidad más baja posible del variador de velocidad.

N 7.5.1.6.1.6 Debe permitirse omitir el acoplamiento torsional requerido en 7.5.1.6.1 cuando se presente un análisis torsional completo del sistema elástico de masa y sea aceptado por la autoridad competente e indique que el sistema cumple los requisitos de 7.5.1.6.1.3 sin que se incluya un acoplamiento torsional en el sistema.

N 7.5.1.6.1.7 Además de los requisitos de 7.5.1.6.1.3, los resultados deben incluir respuesta crítica del motor, esfuerzo del cigüeñal y disipación de calor en la clapeta del cigüeñal.

7.5.1.6.2 Para motores eléctricos de eje vertical hueco y de velocidad variable, el fabricante de la bomba debe suministrar un análisis torsional completo del sistema elástico de masa, a fin de garantizar que no hay esfuerzos perjudiciales ni velocidades críticas de menos del 25 por ciento por encima o por debajo de la velocidad de operación de la bomba y el motor.

Δ 7.5.1.6.3 Para motores eléctricos de eje vertical hueco y de velocidad variable, el fabricante de la bomba debe suministrar un análisis torsional completo del sistema elástico de masa, a fin de garantizar que no hay esfuerzos perjudiciales ni velocidades críticas de menos del 25 por ciento por encima o por debajo de la velocidad de operación de la bomba y el motor.

Δ 7.5.1.6.4 Para bombas de turbina vertical que utilicen transmisión de engranajes en ángulo impulsados por un motor diésel, debe usarse un acoplamiento torsional, que debe ser montado sobre el lado del motor del eje del impulsor.

7.5.1.6.4.1 Debe permitirse omitir el acoplamiento torsional cuando se presente un análisis torsional del sistema elástico de masa, y sea aceptado por la autoridad competente.

7.5.1.7 Transmisiones por engranajes.

7.5.1.7.1 Las transmisiones por engranajes y los ejes de conexión flexible deben ser aceptables para la autoridad competente.

7.5.1.7.2 Las transmisiones por engranajes deben ser del tipo eje hueco vertical, permitiendo el ajuste de los propulsores para la apropiada instalación y funcionamiento del equipo.

7.5.1.7.3 El engranaje debe estar equipado con un mecanismo no reversible.

7.5.1.7.4 Todas las transmisiones por engranajes deben estar listados y certificados por el fabricante a una carga igual a la potencia máxima en caballos de fuerza y empuje de la bomba durante un mínimo de 15,000 horas de operación, así como también deben tener la capacidad de transferir las condiciones mínimas y máximas, según lo definido por el fabricante de la bomba, para las que el impulsor de engranajes ha sido previsto.

7.5.1.7.5 Las transmisiones por engranajes refrigerados con agua deben estar equipados con medios visuales para determinar si se está llevando a cabo la circulación de agua.

7.5.1.8 Ejes de conexión flexibles.

7.5.1.8.1 A menos que se cumplan los requisitos de 7.5.1.4, los motores deben estar conectados a bombas de ejes verticales por medio de una transmisión de engranajes en ángulo recto con un eje de conexión flexible listado, que evitará una tensión indebida tanto sobre el motor como sobre el impulsor de engranajes.

7.5.1.8.2 El eje de conexión flexible debe estar listado para este servicio de bombas contra incendio diésel.

7.5.1.8.3 El ángulo de operación del eje de conexión flexible no debe exceder los límites especificados por el fabricante para la velocidad y la potencia en caballos de fuerza transmitida bajo cualquier condición estática u operativa.

7.5.1.8.4 Los requisitos de 7.5.1.8.1 no deben aplicarse a motores diésel y turbinas de vapor diseñados y listados para

instalaciones verticales con bombas de tipo turbina de eje vertical, las que debe permitirse que utilicen ejes sólidos y no deben requerir una transmisión en ángulo recto, pero deben requerir un mecanismo no reversible.

7.5.2 Controles. Los controladores para el motor eléctrico, el motor diésel o la turbina de vapor deben cumplir con las especificaciones tanto para los controladores accionados por electricidad del Capítulo 10 como para los controladores de motores de combustión interna del Capítulo 12.

7.5.3 Bombas de turbina vertical de velocidad variable.

7.5.3.1 El proveedor de la bomba debe informar al fabricante del controlador sobre todas las velocidades de resonancia críticas que estén dentro del rango de la velocidad operativa de la bomba, que van desde cero hasta la velocidad máxima.

7.5.3.2 Cuando se instalen bombas lubricadas con agua, con cojinetes de eje en línea, el fabricante de la bomba debe informar al fabricante del controlador sobre el tiempo máximo permitido para que el agua llegue hasta el cojinete superior, bajo condiciones en las que el nivel de agua del foso o reservorio sea el más bajo previsto.

7.6 Operación y mantenimiento.

7.6.1 Operación.

7.6.1.1* Antes de que se arranque la unidad por primera vez después de la instalación, todas las conexiones eléctricas instaladas en el campo y tuberías de descarga de la bomba deben verificarse.

7.6.1.2 Con el acople del motor superior retirado, el eje de transmisión debe estar centrado en el acople de transmisión superior para una alineación adecuada y el motor debe funcionar momentáneamente para garantizar que gire en la dirección correcta.

7.6.1.3 Con el acople del motor superior reinstalado, los rodetes (impellers) deben regularse con un espacio libre adecuado según las instrucciones del fabricante.

7.6.1.4* Ya tomadas las precauciones desde 7.6.1.1 hasta 7.6.1.3, la bomba debe arrancarse y permitir que funcione.

7.6.1.5 Debe observarse la operación para verificar si hay vibraciones durante el funcionamiento, con los límites de vibración de acuerdo con ANSI/HI 1.4, *Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance*.

7.6.1.6 Debe observarse el motor para verificar su adecuado funcionamiento.

7.6.2 Mantenimiento.

7.6.2.1 Deben seguirse con detenimiento las instrucciones del fabricante cuando se realicen reparaciones y el desmontaje y reensamble de las bombas.

7.6.2.2 Cuando se soliciten piezas de repuesto o de reemplazo para la bomba, debe incluirse, el número de serie de la bomba estampado en la placa adosada a la bomba debe incluirse a fin de asegurarse de que se provean las piezas apropiadas.

N 7.6.2.3 Cuando se soliciten piezas de repuesto o de reemplazo para la caja de engranajes, debe incluirse el número de serie de la caja de engranajes estampado en la placa de identificación

adosada a la caja de engranajes, a fin de asegurarse de que se provean las piezas apropiadas.

7.6.2.4 Debe mantenerse un amplio espacio libre y acceso para remover la bomba.

Capítulo 8 Bombas de desplazamiento positivo

8.1* Generalidades.

8.1.1 Tipos. Las bombas de desplazamiento positivo deben ser como se las define en 3.3.49.14.

8.1.2* Adaptabilidad.

8.1.2.1 Las bombas del tipo de desplazamiento positivo deben estar listadas para la aplicación que se desea realizar.

8.1.2.2* El listado debe verificar las curvas de desempeño características para un modelo de bomba determinado.

8.1.3 Aplicación.

8.1.3.1 Debe permitirse que las bombas de desplazamiento positivo bombeen líquidos para aplicaciones de protección contra incendios.

8.1.3.2 La bomba seleccionada debe ser la apropiada para la viscosidad del líquido.

8.1.4 Sellos de bombas.

8.1.4.1 El tipo de sello aceptable para bombas de desplazamiento positivo debe ser mecánico o de labio.

8.1.4.2 No debe utilizarse empaques.

8.1.5* Materiales de la bomba. Los materiales utilizados en la construcción de la bomba deben seleccionarse en base al potencial de corrosión del medio ambiente, los fluidos utilizados y las condiciones operativas. (Ver 3.3.12 para acceder a la definición de materiales resistentes a la corrosión).

8.1.6 Válvula de descarga.

8.1.6.1 Debe contarse con una válvula de descarga en todos los sistemas de cabeza cerrada para permitir que la bomba de desplazamiento positivo elimine la presión excesiva y alcance la velocidad operativa antes de someter al impulsor a carga completa.

8.1.6.2 La válvula de descarga debe funcionar sólo durante el tiempo que le tome a la bomba de desplazamiento positivo alcanzar la velocidad la de operación.

8.1.6.3 Control de la válvula de descarga.

8.1.6.3.1 Funcionamiento automático. Cuando se utilice una válvula de descarga operada en forma eléctrica, debe controlarse mediante el controlador de la bomba de desplazamiento positivo.

8.1.6.3.2 Funcionamiento manual. Debe contarse con medios en el controlador para garantizar el funcionamiento de la válvula de descarga durante el arranque manual.

8.1.6.4 Las válvulas de descarga deben estar listadas.

8.1.6.5 Se permite que la descarga de las válvulas de descarga se envíe al tanque de abastecimiento de líquido, succión de bomba, desagüe o suministro de líquido.

8.2 Bombas para concentrados de espuma y aditivos.

8.2.1 Bombas de aditivos. Las bombas de aditivos deben cumplir con los requisitos para las bombas de concentrado de espuma.

8.2.2* Cabezal neto de succión positiva. El cabezal neto de succión positiva (NPSH) debe exceder la NPSH requerida del fabricante de la bomba más 5 pies (1.52 m) de líquido.

8.2.3 Materiales de sellos. Los materiales de sellos deben ser compatibles con el concentrado de espuma o el aditivo.

8.2.4* Funcionamiento en seco. Las bombas de concentrado de espuma deben ser capaces de funcionar en seco durante 10 minutos sin dañarse.

8.2.5* Índices de flujo mínimos. Las bombas deben contar con flujos de concentrado de espuma que satisfagan la demanda máxima de flujo de espuma para el servicio que se llevará a cabo.

8.2.6* Presión de descarga. La presión de descarga de la bomba debe superar la presión de agua máxima bajo cualquier condición de funcionamiento en el punto de inyección del concentrado de espuma.

8.3 Bombas para sistemas de agua nebulizada.

8.3.1* Las bombas de desplazamiento positivo para agua deben contar con capacidades adecuadas para satisfacer la demanda máxima del sistema para el servicio que se desea llevar a cabo.

8.3.2 El NPSH debe exceder el NPSH requerido por el fabricante de la bomba más 5 pies (1.52 m) de líquido.

8.3.3 La presión de entrada hacia la bomba no debe superar la presión de entrada máxima recomendada por el fabricante de la bomba.

8.3.4 Cuando la salida de la bomba posee el potencial de superar los requisitos de flujo del sistema, debe proveerse un medio para aliviar el exceso de flujo, como una válvula de descarga u orificio.

8.3.5 Donde la bomba esté equipada con una válvula de descarga, ésta debe ser un adicional a la válvula de alivio de presión, como se señala en 8.5.2.

8.4 Unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada.

8.4.1 Las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada deben estar dedicadas y listadas como una unidad para el servicio de protección contra incendios.

8.4.2 Excepto lo establecido en 8.4.3 a 8.4.8, deben aplicarse todos los requisitos de esta norma.

8.4.3 Las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada deben incluir las bombas, el/los impulsor/es y el controlador como una unidad operativa completa

8.4.4 El controlador de la bomba debe controlar el desempeño de todas las bombas e impulsores para un continuo y correcto funcionamiento, sin un ciclo intermitente de la bomba ni una presión de descarga que varíe en más de un 10 por ciento durante la secuencia de la bomba después de haberse alcanzado la presión nominal.

8.4.5 La redundancia debe ser incorporada en las unidades de modo que la falla de un sensor de presión de línea o de un tablero de control principal no impedirá que el sistema funcione según lo previsto.

8.4.6 Donde se provea con un control de velocidad variable, la falla de la característica de control de velocidad variable debe provocar que el controlador se desvíe y aisle el sistema de control de velocidad variable.

8.4.7 El controlador de la unidad debe estar dispuesto de manera que cada bomba pueda ser puesta en funcionamiento manualmente, de forma individual, sin abrir la puerta del cerramiento.

8.4.8 El requisito establecido en 10.3.4.3 debe aplicarse a cada motor individual y a toda la unidad.

8.5 Accesorios.

8.5.1 Manómetros. Debe contarse con un manómetro de succión compuesto y un manómetro de presión de descarga.

8.5.2* Información general para válvulas de alivio.

8.5.2.1 Todas las bombas deben estar equipadas con una válvula de alivio de seguridad listada, con una capacidad de alivio del 100 por ciento de la capacidad nominal de la bomba, a una presión que no exceda el 125 por ciento de la presión configurada en la válvula de alivio.

8.5.2.2 La válvula de alivio de presión debe ser configurada de manera que la presión requerida para la descarga de la capacidad nominal de la bomba sea equivalente o inferior a la presión nominal más baja de cualquiera de los componentes.

8.5.2.3 La válvula de alivio debe instalarse en la descarga de la bomba a fin de evitar daños al sistema de protección contra incendios.

8.5.3* Válvulas de alivio para bombas de concentrado de espuma.

8.5.3.1 Para las bombas de concentrado de espuma, las válvulas de alivio de seguridad deben conectarse con tuberías de una de las siguientes maneras:

- (1) Conexión de la descarga desde la válvula de alivio de seguridad hasta el(los) tanque(s) de concentrado de espuma
- (2) Donde hay una línea de retorno en el tanque, la conexión de la descarga desde la válvula de alivio de seguridad hasta esta línea que conduce nuevamente al tanque, siempre que no haya ninguna válvula de ningún tipo entre la válvula de alivio y el(los) tanque(s) de concentrado de espuma
- (3) Conexión de la descarga desde la válvula de alivio de seguridad hasta la tubería de succión de la bomba si se provee un medio para evitar el recalentamiento.

8.5.3.2 No debe haber una válvula entre la salida de la válvula de alivio de seguridad y su conexión con el sistema.

8.5.4* Válvulas de alivio para bombas de agua nebulizada.

8.5.4.1 Excepto según lo establecido en 8.5.4.2, las válvulas de alivio de seguridad en bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada deben efectuar la descarga en un drenaje o suministro de agua a la presión atmosférica.

8.5.4.2 Debe permitirse que una válvula de alivio de seguridad descargue en la succión de la bomba donde las condiciones cumplen con ambos de los siguientes:

- (1) Se provee un medio para evitar el recalentamiento.
- (2) La válvula de alivio de seguridad y el impulsor de la bomba están dimensionados para dar cabida a la contra-presión en la succión de la bomba.

8.5.5* Filtro de succión.

8.5.5.1 Las bombas deben estar equipadas con un filtro de succión desmontable y lavable instalado a por lo menos 10 diámetros de tubería de la entrada de la succión de la bomba.

8.5.5.2 Debe calcularse la caída de presión del filtro de succión para garantizar que haya suficiente NPSH disponible para la bomba.

8.5.5.3 El área abierta neta del filtro debe ser por lo menos cuatro veces el área de la tubería de succión.

8.5.5.4 El tamaño de la malla del filtro debe estar en conformidad con la recomendación del fabricante de la bomba.

8.5.6 Protección del suministro de agua. El diseño del sistema debe proteger el suministro de agua potable y evitar la conexión o contaminación cruzadas

8.5.7 Mantenimiento de presión.

8.5.7.1 Excepto según lo permitido en 8.5.7.2, no deben usarse la bomba contra incendio primaria ni la de reserva como una bomba de mantenimiento de presión (jockey pump).

8.5.7.2 Las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada que estén diseñadas y listadas para alternar la función de mantenimiento de presión entre dos o más bombas con control de limitación de presión de velocidad variable y que emitan una señal de supervisión, toda vez que se requiera el mantenimiento de la presión más de dos veces en una hora, deben estar permitidas para mantener la presión del sistema.

8.5.7.3 Cuando están en el modo de mantenimiento de presión, las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada que se utilicen para el mantenimiento de la presión no deben proveer más de la mitad del caudal de boquilla de la boquilla más pequeña del sistema cuando la presión de reserva se aplique en la boquilla más pequeña.

8.5.7.4 Debe permitirse el uso de una única línea sensora para el controlador de la unidad de bombas contra incendio de desplazamiento positivo de agua nebulizada donde la unidad también se utilice para el mantenimiento de la presión en un sistema de agua nebulizada.

8.6 Motores de bombas.

8.6.1* El motor debe dimensionarse y tener la potencia necesaria para hacer funcionar la bomba y el grupo de engranajes conductores en todos los puntos del diseño.

8.6.2 Engranajes de reducción.

8.6.2.1 Si se cuenta con un engranaje de reducción entre el motor y la bomba, éste debe estar listado para el uso pretendido.

8.6.2.1.1 Los engranajes de reducción deben cumplir con los requisitos de AGMA 2011, B14, *Cylindrical Wormgearing Tolerance and Inspection Methods*.

8.6.2.2 Los engranajes deben ser AGMA Clase 7 o mejores, y los piñones deben ser AGMA Clase 8 o mejores.

8.6.2.3 Los cojinetes deben cumplir con las normas de AGMA y aplicarse para una vida L10 de 15,000 horas.

8.6.2.4 Para los sistemas de propulsión que incluyan una caja de engranajes, el fabricante de la bomba debe suministrar un análisis completo de torsión del sistema elástico de masa, a fin de garantizar que no hay tensiones que puedan provocar daños ni velocidades críticas dentro del 25 por ciento por encima y por debajo de la velocidad de operación de la(s) bomba(s) y el motor.

8.6.2.4.1 Para motores de velocidad variable, el análisis especificado en 8.6.2.4 debe incluir todas las velocidades, en forma descendente, hasta el 25 por ciento por debajo de la velocidad operativa más baja que se obtenga con el motor de velocidad variable.

8.6.3 Motores comunes.

8.6.3.1 Se debe permitir que un solo motor maneje más de una bomba de desplazamiento positivo.

8.6.3.2 No debe permitirse que sistemas de bombas redundantes compartan un motor común.

8.7* Controladores. Ver Sección 8.4 y Capítulos 10 y 12 para requisitos sobre controladores.

8.8 Cimentación y asentamiento.

8.8.1 La bomba y el motor deben montarse sobre una placa de base común cimentada.

8.8.2 La placa de la base debe encontrarse correctamente sujeta a un cimiento sólido de manera que se garantice un alineamiento adecuado de la bomba y el eje del motor.

8.8.3 Los cimientos deben proveer un soporte sólido para la placa de la base.

8.9 Conexión y alineación del impulsor.

8.9.1 La bomba y el motor deben estar conectados mediante un dispositivo listado, que poder ser acople cerrado, acople flexible o acople del tipo de engranaje sincronizado de transmisión por correa.

8.9.2 El acople debe seleccionarse para garantizar que es capaz de transmitir la potencia en caballos de fuerza del motor y no superar los caballos de fuerza y velocidad operativa máximos recomendados por el fabricante.

8.9.3 Las bombas y los motores deben alinearse una vez que se complete la ubicación final de la placa de la base.

8.9.4 La alineación debe llevarse a cabo de acuerdo con las especificaciones del fabricante del acople.

8.9.5 El ángulo operativo para el acople flexible no debe superar las tolerancias recomendadas.

8.10 Dispositivos de prueba de flujo.

8.10.1 Una instalación de bomba de desplazamiento positivo debe disponerse de modo que permita la puesta a prueba de la bomba a las condiciones de caudal así como también el abaste-

cimiento de succión al máximo flujo disponible desde la bomba.

8.10.2 Los sistemas de bombeo de aditivos deben equiparse con un medidor de flujo o placa de orificio instalados en circuito de prueba retornado al tanque de abastecimiento de aditivos.

8.10.3 Los sistemas de bombeo de agua deben estar equipados con un medidor de flujo o placa de orificio instalados en circuito de prueba retornado hacia el suministro de agua, el tanque, lado de succión de la bomba de agua o drenaje.

Capítulo 9 Motor eléctrico para bombas

9.1 Generalidades.

Δ 9.1.1 Este capítulo cubre los requisitos mínimos de desempeño y prueba de las fuentes y transmisión de energía eléctrica hacia los motores que impulsan las bombas contra incendio.

9.1.2 Este capítulo también cubre los requisitos mínimos de desempeño de todo el equipamiento intermedio entre la(s) fuente(s) y la bomba, incluyendo el(los) motor(es) pero exceptuando el controlador de la bomba contra incendio, interruptor de transferencia y accesorios (*Ver Capítulo 10*).

9.1.3 Todos los equipos eléctricos y métodos de instalación deben cumplir con el *NFPA 70*, Artículo 695 y otros artículos aplicables.

9.1.4* Todas las fuentes de energía deben estar ubicadas y arregladas para proteger contra el daño producido por incendios dentro de las instalaciones y riesgos de exposición.

9.1.5 Todas las fuentes de energía deben tener la capacidad de operar la bomba contra incendio de manera continua.

9.1.6 Todas las fuentes de energía deben de estar de conformidad a los requisitos de caída de tensión de la Sección 9.4.

9.1.7* No deben utilizarse convertidores de fase para suministrar energía a una bomba contra incendio.

9.1.8* Interrupción.

9.1.8.1 No debe instalarse ningún medio de interrupción de fallas a tierra en ningún circuito de control ni de energía de la bomba contra incendio.

9.1.8.2 No debe instalarse ningún medio de interrupción de fallas de arco en ningún circuito de control ni de energía de la bomba contra incendio.

N 9.1.8.3 Deben permitirse equipos resistentes a arcos.

9.2* Energía normal.

9.2.1 Una bomba contra incendio accionada por motor eléctrico debe ser provista de una fuente de energía normal como fuente a disposición de manera continua.

9.2.2 La fuente de energía normal requerida en 9.2.1 y su recorrido debe arreglarse en conformidad a uno de los puntos siguientes:

- (1) Conexión del servicio dedicada a la instalación de la bomba contra incendio
- (2) Conexión de la instalación productora de energía en sitio dedicada a la instalación de la bomba contra incendio
- (3) Conexión de alimentación dedicada derivada directamente del servicio dedicado a la instalación de la bomba contra incendio
- (4) Como conexión de alimentación donde se cumplen todas las siguientes condiciones:
 - (a) La instalación protegida es parte de un complejo de edificios de estilo campus.
 - (b) Una fuente de energía de reserva es provista desde una fuente independiente de la fuente de energía normal.
 - (c) Es poco práctico suministrar la fuente de energía normal a través del arreglo 9.2.2(1), 9.2.2(2), o 9.2.2(3).
 - (d) El arreglo es aceptable para la autoridad competente.
 - (e) El(los) dispositivo(s) de protección de sobrecorriente en cada medio de desconexión es coordinado de manera selectiva con cualquier otro dispositivo de protección de sobrecorriente del lado del suministro.
- (5) Conexión del transformador dedicado directamente del servicio cumpliendo con los requisitos del Artículo 695 de NFPA 70.

9.2.3 Para instalaciones de bombas contra incendio que utilizan el arreglo en 9.2.2(1), 9.2.2(2), 9.2.2(3), o 9.2.2(5) para la fuente de energía normal, no debe ser instalado más de un medio de desconexión y el dispositivo de protección de sobrecorriente asociado debe ser instalado en el suministro de energía al controlador de la bomba contra incendio.

9.2.3.1 Donde se instala el medio de desconexión permitido en 9.2.3, el medio de desconexión debe cumplir con todos los siguientes requisitos:

- (1) Debe ser identificado como adecuado para su utilización como equipamiento de servicio.
- (2) Debe poder bloquearse tanto en posición cerrada como en posición abierta.
- (3)* Debe estar ubicado en un lugar remoto a otros medios de desconexión del edificio.
- (4)* Debe estar ubicado en un lugar remoto a otros medios de desconexión de la fuente de la bomba contra incendio.
- (5) Debe estar señalizado "Medio de desconexión de la bomba contra incendio" en letras no menores de 1 pulg. (25 mm) de altura y que puedan ser vistas sin tener que abrir puertas o cubiertas del controlador.

9.2.3.2 Donde se instale el medio de desconexión permitido en 9.2.3, debe colocarse un cartel en forma adyacente al controlador de la bomba contra incendio estableciendo la ubicación de este medio de desconexión y la ubicación de cualquier llave necesaria para facilitar el desbloqueo.

9.2.3.3 Donde se instala el medio de desconexión permitido en 9.2.3, la desconexión debe ser supervisada en posición cerrada mediante uno de los siguientes métodos:

- (1) Dispositivo de señalización de estación central, de propiedad o de estación remota.

- (2) Servicio de señalización local que provocará el sonido de una señal audible en un punto constantemente atendido.
- (3) Bloqueo de los medios de desconexión en la posición cerrada.
- (4) Donde el medio de desconexión está ubicado dentro de controladores cercados o en edificios bajo el control del propietario, sellando los medios de desconexión y realizando inspecciones aprobadas y registradas semanalmente.

9.2.3.4 Donde se instale la protección de sobrecorriente permitida por 9.2.3, el dispositivo de protección de sobrecorriente debe estar certificado para permitir el paso de manera indefinida de la suma de la corriente del rotor bloqueado del motor de la bomba de mayor tamaño y la corriente de carga completa de todos los motores de la bomba y equipos con sus accesorios.

9.2.3.4.1 Alternativamente, el cumplimiento de lo establecido en 9.2.3.4 debe basarse en un conjunto de montaje listado para el servicio de bombas contra incendio que cumpla con lo siguiente:

- (1) El dispositivo de protección de sobrecorriente no debe abrirse en menos de 2 minutos, al 600 por ciento de la corriente de carga completa.
- (2) El dispositivo de protección de sobrecorriente no debe abrirse con un reinicio transitorio de 24 veces la corriente de carga completa.
- (3) El dispositivo de protección de sobrecorriente no debe abrirse en menos de 10 minutos, al 300 por ciento de la corriente de carga completa.
- (4) El punto de disparo para ruptores de circuitos no debe ser ajustable en campo.

9.2.3.4.2 Selección del dispositivo de sobrecorriente. Debe permitirse un ruptor de circuito de disparo instantáneo, en lugar de los dispositivos contra sobrecorriente especificados en 10.8.2.2(2), siempre que sea parte de un conjunto de montaje de interruptores de transferencia listado para el servicio de bombas contra incendio y que cumpla con 9.2.3.4.1.

9.3 Energía alternativa.

Δ 9.3.1 A menos que haya un arreglo de la energía eléctrica instalado según se describe en 9.3.3, debe proveerse al menos una fuente de energía alternativa para edificios de gran altura.

9.3.2* Otras Fuentes. Excepto por un arreglo descrito en 9.3.3, al menos una fuente de energía alternativa debe ser provista donde la fuente normal no sea confiable.

9.3.3 No debe requerirse una fuente de energía alternativa para la bomba contra incendio primaria donde se instale una bomba contra incendio de respaldo accionada por motor diésel, una bomba contra incendio de respaldo accionada por turbina de vapor o una bomba contra incendio de respaldo accionada por motor eléctrico con una fuente de energía independiente que cumpla con lo establecido en 9.2.2 de acuerdo con lo especificado en esta norma.

9.3.4 Donde sea provista, la fuente de energía alterna debe ser alimentada desde una de las siguientes fuentes:

- (1) Un generador instalado según la Sección 9.6
- (2) Una de las fuentes identificadas en 9.2.2(1), 9.2.2(2), 9.2.2(3), o 9.2.2(5) donde la energía es provista independientemente de la fuente de energía normal.

9.3.5 Donde sea provisto, el suministro alternativo debe ser arreglado de modo tal que la energía a la bomba contra incendio no sea interrumpida cuando las líneas principales sean desenergizadas para operaciones del departamento de bomberos.

Δ 9.3.6 Dos o más fuentes alternativas.

N 9.3.6.1 Donde la fuente alternativa conste de dos o más fuentes de energía y una de las fuentes sea un alimentador dedicado, que derive de un servicio público separado de aquél utilizado por la fuente normal, no debe requerirse que los medios de desconexión, el dispositivo de protección de sobrecorriente y los conductores cumplan con los requisitos de la Sección 9.2 y debe permitirse que se instalen conforme a lo establecido en *NFPA 70*.

N 9.3.6.2 No deben instalarse dispositivos de protección en el lado de carga del interruptor de transferencia de energía.

9.4* Caída de voltaje.

Δ 9.4.1 A menos que se cumplan los requisitos de 9.4.2 o 9.4.3, el voltaje en los terminales de línea del controlador no debe descender más del 15 por ciento por debajo del nivel normal (voltaje nominal del controlador) en condiciones de arranque del motor.

9.4.2 No deben aplicarse los requisitos de 9.4.1 al arranque mecánico de funcionamiento de emergencia, siempre que pueda demostrarse un arranque satisfactorio en el sistema de generadores de reserva. (Ver 10.5.3.2)

N 9.4.2.1* Los requisitos de 9.4.1 deben aplicarse al control mecánico de funcionamiento de emergencia de la unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación.

9.4.3 Los requisitos establecidos en 9.4.1 no deben aplicarse al modo de derivación de un control de limitación de presión de velocidad variable (Ver 10.10.3), siempre que pueda demostrarse un arranque satisfactorio del generador auxiliar.

9.4.4 El voltaje en los terminales de carga del (los) contactor(es) a los que está conectado el motor no debe descender más del 5 por ciento por debajo del voltaje nominal del motor cuando el motor funciona al 115 por ciento de la corriente nominal de carga completa del motor.

9.4.4.1 El cableado desde el(los) controlador(es) hasta el motor de la bomba debe hacerse en conduit metálico rígido, conduit metálico intermedio, tubería metálica eléctrica, conduit hermético flexible metálico, o conduit hermético no metálico Tipo LFNC-B, cable listado impermeable Tipo MC o cable Tipo MI.

9.4.4.2 Las conexiones eléctricas en las cajas de los bornes del motor deben hacerse con un medio de conexión listado.

9.4.4.3 Para este fin, no debe permitirse el uso de conectores de cables de tipo retorcidos, de perforación del aislamiento o de cable soldado.

9.5 Motores.

9.5.1 Generalidades.

9.5.1.1 Todos los motores deben cumplir con NEMA MG-1, *Motores y Generadores* y deben estar señalizados en conformidad con las normas NEMA de diseño B para motores trifásicos o normas NEMA de diseño N o L para motores monofásicos, y deben estar específicamente listados para el servicio de bombas

contra incendio. [Ver Tabla 9.5.1.1(a), Tabla 9.5.1.1(b) y Tabla 9.5.1.1(c).]

9.5.1.1.1 Los motores monofásicos deben usarse únicamente en aplicaciones de arranque directo (*across-the-line*).

N 9.5.1.1.2 Los motores de la Comisión Electrotécnica Internacional (International Electrotechnical Commission o IEC), donde se usen, deben estar listados para servicio de incendios.

9.5.1.2 Los requisitos establecidos en 9.5.1.1 no deben aplicarse a motores del tipo universal o de rotor bobinado, de corriente directa, de alta tensión (más de 600 V), de valores mayores de caballos de fuerza [más de 500 hp (373 kW)], monofásicos.

9.5.1.3 Los motores de devanado parcial deben tener una relación de bobinado 50-50 para que las corrientes sean iguales en ambos bobinados mientras funcionan a la velocidad nominal.

9.5.1.4* Motores utilizados con controladores de velocidad variable.

9.5.1.4.1 Los motores deben cumplir con los requisitos aplicables establecidos en NEMA MG-1, *Motores y Generadores*, Apartado 30 o 31.

Tabla 9.5.1.1(a) Potencia en caballos de fuerza y designación de motor para corriente con rotor bloqueado para motores de diseño B de NEMA de tres fases

Potencia nominal en caballos de fuerza	Corriente con rotor bloqueado de tres fases 230 V a 60 Hertz (A)*	Designación de motor (NFPA 70, letra de código que señala rotor bloqueado) "F" para e incluyendo
1	30	N
1½	40	M
2	50	L
3	64	K
5	92	J
7½	127	H
10	162	H
15	232	G
20	290	G
25	365	G
30	435	G
40	580	G
50	725	G
60	870	G
75	1085	G
100	1450	G
125	1815	G
150	2170	G
200	2900	G
250	3650	G
300	4400	G
350	5100	G
400	5800	G
450	6500	G
500	7250	G

*Los valores de la corriente con rotor bloqueado son los máximos.

▲ **Tabla 9.5.1.1(b) Potencia en caballos de fuerza y designación de motor para corriente con rotor bloqueado para motores de diseño N y L de NEMA monofásico**

Potencia nominal en caballos de fuerza	Corriente con rotor bloqueado monofásico 115 V a 60 Hertz (A)*		Corriente con rotor bloqueado de monofásico 230 V a 60 Hertz (A)*	
	Diseño N	Diseño L	Diseño N	Diseño L
	1/6	20	—	12
1/4	26	—	15	—
1/3	31	—	18	—
1/2	45	45	25	25
3/4	61	61	35	35
1	80	80	45	45
1 1/2	—	—	—	50
2	—	—	—	65
3	—	—	—	90
5	—	—	—	135
7 1/2	—	—	—	200
10	—	—	—	260

*Los valores de la corriente con rotor bloqueado son los máximos.

Tabla 9.5.1.1(c) Potencia en caballos de fuerza y designación de motor para corriente con rotor bloqueado para motores de diseño B de NEMA de tres fases, 380 V, 50 Hertz

Potencia nominal en caballos de fuerza	Corriente con rotor bloqueado de tres fases 380 V a 50 Hertz (A)*	Designación de motor (NEMA 70, letra de código que señala rotor bloqueado) "F" para e incluyendo
1	20	P
1 1/2	27	N
2	34	M
3	43	L
5	61	K
7 1/2	84	J
10	107	H
15	154	H
20	194	H
25	243	H
30	289	H
40	387	H
50	482	H
60	578	H
75	722	H
100	965	H
125	1207	H
150	1441	H
200	1927	H
250	2534	H
300	3026	H
350	3542	H
400	4046	H
450	4539	H
500	5069	H

*Los valores de la corriente con rotor bloqueado son los máximos.

9.5.1.4.2 Los motores deben estar listados, ser adecuados y deben estar marcados para funcionamiento en giro invertido.

9.5.1.4.3 No debe requerirse listado si se aplica lo establecido en 9.5.1.2.

9.5.1.5* Los valores correspondientes para rotores bloqueados para motores certificados en otros voltajes deben determinarse al multiplicar los valores indicados por el cociente de 460 V al voltaje nominal de la Tabla 9.5.1.1(a).

9.5.1.6 Las letras de código de motores para todos los otros voltajes deben cumplir con las indicadas para 460 V en la Tabla 9.5.1.1(a).

9.5.1.7 Todos los motores deben estar certificados para un funcionamiento continuo.

9.5.1.8 Los transitorios eléctricos inducidos por motores deben coordinarse con las condiciones de 10.4.3.3 a fin de evitar la desconexión innecesaria de dispositivos de protección de controladores de motor.

9.5.1.9 Motores para bombas de tipo turbina de eje vertical.

9.5.1.9.1 Los motores para bombas de tipo turbina de eje vertical deben ser del tipo inducción de jaula de ardilla protegido contra goteo.

9.5.1.9.2 El motor debe estar equipado con un trinquete no reversible.

9.5.2 Límites de corriente.

9.5.2.1 La capacidad del motor en caballos de fuerza debe ser de una potencia tal que la corriente máxima del motor en cualquier fase bajo cualquier condición de la carga de la bomba y desequilibrio del voltaje no debe superar la corriente de carga plena certificada para el motor multiplicada por el factor de servicio.

9.5.2.2 Debe aplicarse lo siguiente al factor de servicio:

- (1) El motor debe utilizarse a un factor de servicio máximo de 1.15.
- (2) Donde el motor se utiliza con un controlador de limitación de presión de velocidad variable, el factor de servicio utilizado debe ser el marcado en el motor, pero en ningún caso exceder de 1.15.

9.5.2.3 Estos factores de servicio deben cumplir con NEMA MG-1, *Motores y Generadores*.

9.5.2.4 Los motores para uso general (abiertos y protegidos contra goteo), los motores enfriados por ventilador totalmente cerrados (TENV), y los motores no ventilados totalmente cerrados no deben contar con un factor de servicio mayor a 1.15.

9.5.2.5 Los motores utilizados en altitudes superiores a 3300 pies (1000 m) deben operarse o ajustarse su potencia según NEMA MG-1, *Motores y Generadores*, Apartado 14.

9.5.3 Marcado.

9.5.3.1 El marcado de terminales de motor debe llevarse a cabo según NEMA MG-1, *Motores y Generadores*, Apartado 2.

9.5.3.2 El fabricante de motores debe poner a disposición un diagrama de conexión de terminales de motor para motores de múltiples cables.

9.6 Sistemas de generador auxiliar en sitio.

9.6.1 Capacidad.

9.6.1.1 Donde se utilizan sistemas de generación en sitio para suministrar energía a motores de bombas contra incendio para cumplir con los requisitos de 9.3.2, deben ser de la capacidad suficiente para permitir el arranque y funcionamiento normal del(de los) motor(es) que impulsa(n) la(s) bomba(s) mientras alimenta(n) toda(s) la(s) otra(s) carga(s) operada(s) en forma simultánea a la vez que cumplen con los requisitos de la Sección 9.4.

9.6.1.2 No debe requerirse una conexión anterior al medio de desconexión del generador en el lugar.

9.6.2* Fuentes de energía.

9.6.2.1 Los sistemas de generador auxiliar en sitio deben cumplir con la Sección 9.4 y deben cumplir con los requisitos de Nivel 1, Tipo 10, Clase X de NFPA 110.

9.6.2.2 El generador debe funcionar y continuar produciendo la potencia nominal de la placa de identificación sin apagarse o reducirse en caso de alarmas y advertencias o sensores de falla del motor, excepto el apagado por exceso de velocidad.

9.6.2.3 La capacidad de abastecimiento de combustible del generador debe ser suficiente para 8 horas de funcionamiento de la bomba contra incendio, al 100 por ciento de la capacidad nominal de la bomba, además del suministro requerido para otras demandas.

9.6.3 Secuencia. Debe permitirse una secuencia automática de las bombas contra incendio de conformidad con 10.5.2.5.

9.6.4 Transferencia de energía. La transferencia de energía hacia el controlador de la bomba contra incendio entre el suministro normal y un suministro alternativo debe llevarse a cabo dentro del cuarto de la bomba.

9.6.5* Dispositivos de protección.

9.6.5.1 Los dispositivos de protección instalados en los circuitos de la bomba contra incendio de la fuente de energía del generador en sitio deben permitir la captación instantánea de la carga completa del cuarto de bombas y deben cumplir con NFPA 70, Sección 700-28.

9.6.5.2 Los dispositivos de protección del circuito de la bomba contra incendio deben ser supervisados mediante monitoreo remoto.

9.6.5.3 No debe requerirse que el interruptor de circuito de la bomba contra incendio esté coordinado con el dispositivo protector de la fuente de energía del generador, siempre que se utilice en un circuito ramal individual y esté coordinado con todos los otros dispositivos protectores del lado de la línea.

9.7 Cajas de conexiones (Juntion boxes). Donde el cableado de la bomba contra incendio hacia o desde el controlador de la bomba pasa a través de una caja de conexiones, deben cumplirse los siguientes requisitos:

- (1) La caja de conexiones debe estar montada de manera segura.
- (2)* El montaje y la instalación de una caja de conexiones no debe infringir la certificación del tipo de gabinete del(los) controlador(es) de la bomba contra incendio.
- (3)* El montaje y la instalación de una caja de conexiones no debe infringir la integridad del(los) controlador(es) de la

bomba contra incendio y no debe afectar la certificación de cortocircuito del(los) controlador(es).

- (4) Como mínimo, debe utilizarse una caja de conexiones a prueba de goteo, de Tipo 2. El cerramiento debe estar listado de modo que sea compatible con la certificación del tipo de gabinete del controlador de la bomba contra incendio.
- (5) Las terminales, bloques de empalmes y uniones, donde se utilicen, deben estar listados.
- (6) No debe usarse un controlador de la bomba contra incendio ni un interruptor de transferencia de energía de la bomba contra incendio, si se hubiera provisto, como una caja de conexiones para abastecer a otros equipos, entre ellos una o más bombas de mantenimiento de presión (jockey pump). (Ver 10.3.4.5.1 y 10.3.4.6.)
- (7) No debe usarse un controlador de la bomba contra incendio ni un interruptor de transferencia de energía de la bomba contra incendio como una caja de conexiones para empalmes de cables.

9.8 Sistema listado de protección de circuitos eléctricos para el cableado del controlador.

9.8.1* Donde se utilicen conductores únicos (conductores individuales), estos deben terminar en una caja de conexiones separada.

9.8.1.1 La caja de conexiones debe ser instalada delante del controlador de la bomba contra incendio, a un mínimo de 12 pulg. (305 mm) de distancia del muro certificado como resistente al fuego o piso lindante a la zona del incendio.

9.8.1.2 Los conductores únicos (conductores individuales) no deben ingresar en el controlador de la bomba contra incendio de manera separada.

9.8.2* Donde sea requerido por el fabricante de un sistema de protección de circuitos eléctricos listados, según lo establecido en NFPA 70, o por el listado, el conduit entre una caja de conexiones y el controlador de la bomba contra incendio debe estar sellado en el extremo final de la caja de conexiones según lo requerido y de acuerdo con lo establecido en las instrucciones del fabricante. (Ver NFPA 70, Artículo 695.)

9.8.3 Se debe considerar aceptable un cableado estándar entre la caja de conexiones y el controlador.

9.9 Terminaciones del conduit para tuberías eléctricas.

9.9.1 Deben utilizarse terminales de tuberías eléctricas listadas para la terminación del conduit que va hacia el controlador de la bomba contra incendio.

9.9.2 La certificación del tipo de terminales de conduits debe ser, como mínimo, igual a la del controlador de la bomba contra incendio.

9.9.3 Deben cumplirse las instrucciones de instalación del fabricante del controlador de la bomba contra incendio.

9.9.4 Las alteraciones en el controlador de la bomba contra incendio, excepto en el ingreso del conduit según lo permitido en NFPA 70, deben ser aprobadas por la autoridad competente.

Capítulo 10 Controladores y accesorios para motores eléctricos

10.1 Generalidades.

10.1.1 Aplicación.

10.1.1.1 Este capítulo cubre los requisitos mínimos de desempeño y de prueba para controladores e interruptores de transferencia para motores eléctricos que impulsan las bombas contra incendio.

10.1.1.2 Los dispositivos accesorios, incluyendo la alarma de la bomba contra incendio y medios de señalización, están incluidos donde sea necesario para asegurar el desempeño mínimo del equipamiento mencionado en 10.1.1.1.

△ 10.1.2 Desempeño y prueba.

10.1.2.1 Listado. Todos los controladores e interruptores de transferencia deben ser listados específicamente para el servicio de bombas contra incendio impulsadas por motores eléctricos.

10.1.2.2* Marcado.

10.1.2.2.1 El controlador e interruptor de transferencia deben ser adecuados para la corriente disponible de cortocircuito en las terminales de línea del controlador y del interruptor de transferencia

10.1.2.2.2 El controlador e interruptor de transferencia deben estar marcados como "Aptos para el uso en un circuito capaz de suministrar no más de _____ amperios RMS simétricos a _____ voltios CA" o "_____ amperios RMS simétricos a _____ la certificación en voltios CA a la corriente de cortocircuito" o un equivalente, donde los espacios en blanco deben llenarse con los valores apropiados para cada instalación.

△ 10.1.2.3 Preenvío.

Todos los controladores deben ser completamente armados, cableados y puestos a prueba por el fabricante antes de su envío desde la fábrica.

10.1.2.3.1 Los controladores enviados por partes deben ser completamente armados, cableados y puestos a prueba por el fabricante antes de su envío desde la fábrica.

10.1.2.3.2 Dichos controladores deben ser reensamblados en campo y su adecuado armado debe ser verificado por el fabricante o representante designado.

10.1.2.4 Listado del equipamiento de servicio. Todos los controladores e interruptores de transferencia deben estar listados como "adecuados para su uso como equipamiento de servicio" donde así se utilicen.

10.1.2.5 Marcado adicional.

10.1.2.5.1 Todos los controladores deben estar marcados como "Controlador eléctrico para bomba contra incendio" y deben mostrar el nombre del fabricante, la designación de identificación, la presión operativa máxima, la designación de tipo de gabinete y una certificación eléctrica completa.

10.1.2.5.2 Donde bombas múltiples abastecen diferentes áreas o porciones de las instalaciones, debe colocarse un cartel apropiado lo suficientemente llamativo en cada controlador señalando el área, la zona o porción del sistema abastecido por la bomba o controlador de la bomba.

10.1.2.6 Arreglos para servicios. Debe ser responsabilidad del fabricante de la bomba o de su representante designado realizar los arreglos necesarios para obtener los servicios de un representante del fabricante cuando se necesiten servicios y ajustes del equipo durante la instalación, prueba y períodos de garantía.

10.1.2.7 Alistamiento. El controlador debe estar en un estado de completa funcionalidad a los 10 segundos de la aplicación de energía.

10.1.3* Diseño. Todo el diseño del equipamiento de control eléctrico debe cumplir con los requisitos del *NFPA 70*, Artículo 695, y otros documentos aplicables.

10.2 Ubicación.

10.2.1* Los controladores deben estar ubicados tan cerca como resulte práctico de los motores que controlan y al alcance de la vista.

10.2.2 Los controladores deben ubicarse o protegerse de manera que no sean dañados por el agua que pudiera escapar desde las bombas o conexiones de las bombas.

10.2.3 Las piezas de los controladores que transportan corriente deben encontrarse a no menos de 12 pulg. (305 mm) por encima del nivel del suelo.

10.2.4 Los espacios libres alrededor de los controladores deben cumplir con el *NFPA 70*, Artículo 110.

10.3 Construcción.

10.3.1 Equipo. Todo el equipo debe ser el adecuado para ser instalado en ubicaciones sujetas a un grado moderado de humedad, como un sótano húmedo.

10.3.2 Montaje. Todo el equipo debe estar montado de una manera sustancial en una estructura única de soporte no combustible.

10.3.3 Gabinetes.

10.3.3.1* La estructura o panel deben estar montados de manera segura en, como mínimo, uno o más gabinetes a prueba de goteo, de Tipo 2, de la Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Eléctricos (NEMA) o en uno o más gabinetes con una certificación de protección de entrada (IP) de IP31.

10.3.3.2 Donde el equipo se encuentra en el exterior, o donde exista un medio ambiente especial, deben utilizarse controladores certificados de manera adecuada.

10.3.3.3 Los controladores deben tener conexión a tierra de conformidad con el *NFPA 70*, Artículo 250.

10.3.4 Conexiones y cableado.

10.3.4.1 Todas las barras conductoras y conexiones deben tener un acceso rápido para trabajo de mantenimiento después de la instalación del controlador.

10.3.4.2 Todas las barras conductoras deben disponerse de modo que no se requiera la desconexión de los conductores de circuito externo.

△ **10.3.4.3** Deben proveerse medios en el exterior del controlador para leer todas las corrientes de línea y todos los voltajes de línea con una exactitud dentro del ± 2 por ciento del voltaje y la corriente de placa del motor.

N 10.3.4.3.1 Donde se utilice una unidad de bombeo contra incendio de velocidad variable de autorregulación a la salida del controlador, no debe requerirse que se mantenga la precisión de los medidores del controlador de la bomba contra incendio, y deben usarse los medidores de la unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación.

10.3.4.4 Servicio continuo.

10.3.4.4.1 A menos que se cumplan con los requisitos de 10.3.4.4.2, las barras conductoras y otros elementos de cableado del controlador deben estar diseñados para brindar un servicio continuo.

10.3.4.4.2 Los requisitos de 10.3.4.4.1 no deben aplicarse a los conductores que se encuentran en circuito sólo durante el período de inicio del motor, los que deben diseñarse en consecuencia.

10.3.4.5 Conexiones de campo.

10.3.4.5.1 No debe usarse un controlador de bomba contra incendio como caja de conexiones para ningún propósito (ver Sección 9.7), entre los que se incluyen los siguientes:

- (1) Para abastecer otros equipos
- (2) Para empalmar cables entrantes o salientes
- (3) Para conectar la supresión de sobretensiones externa

10.3.4.5.2 No deben instalarse en campo dispositivos de bajo voltaje, de pérdida de fase, sensibles a frecuencias ni otro(s) dispositivo(s) que automática o manualmente prohíban la activación eléctrica del contactor del motor.

10.3.4.5.3 Excepto según lo establecido en 4.21.2.2 y 10.9.4, no deben permitirse el entrelazado o la desconexión remota para evitar el funcionamiento normal, a menos que esté aprobado por la autoridad competente.

10.3.4.6 Los conductores de suministro eléctrico para bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) no deben conectarse al controlador de bomba contra incendio.

10.3.5 Protección de circuitos de control.

10.3.5.1 Los circuitos que son necesarios para un funcionamiento adecuado del controlador no deben contar con dispositivos de protección de sobrecorriente conectados a ellos.

10.3.5.2 Debe permitirse que el secundario del transformador y los circuitos de control no estén conectados a tierra, excepto según lo requerido en 10.6.5.4.

10.3.6* Operación externa. Todo el equipo de conmutación de uso manual para conectar y desconectar el motor o para arranque o parada deben ser operables externamente.

10.3.7 Diagramas eléctricos e instrucciones.

10.3.7.1 Debe contarse con un diagrama esquemático eléctrico y colocarse en forma permanente en la parte interior del gabinete del controlador.

10.3.7.2 Todas las terminales de cableado deben estar claramente marcadas en correspondencia con el diagrama de conexión de campo suministrado.

10.3.7.3* Debe contarse con instrucciones completas que cubran la operación del controlador y deben colocarse visiblemente en el controlador.

10.3.7.4 Deben seguirse las instrucciones de instalación del fabricante del controlador de la bomba contra incendio.

10.3.8 Marcado.

10.3.8.1 Cada dispositivo de control del motor y cada interruptor de circuito deben estar marcados para indicar claramente el nombre del fabricante, el número de identificación designado, y la certificación eléctrica en voltios, caballos de fuerza, amperios, frecuencia, fases, etc., según corresponda.

10.3.8.2 Las marcas deben estar ubicadas en un lugar que resulte visible después de la instalación.

10.4 Componentes.

10.4.1* Supresor de picos de voltaje.

10.4.1.1 A menos que se cumplan los requisitos de 10.4.1.3 a 10.4.1.4, debe instalarse para cada una de las fases conectadas a tierra un supresor de picos de voltaje que cumpla con ANSI/IEEE C62.1, *Norma IEEE para Supresores de Picos de Carburo de Silicio para Circuitos de Corriente Alterna* o ANSI/IEEE C62.11, *Norma IEEE para Supresores de Picos de Óxido de Metal para Circuitos de Corriente Alterna (>1 kV)*. (Ver 10.3.3.3.)

10.4.1.2 El supresor de transientes debe estar certificado para suprimir sobrecargas de voltaje superiores al voltaje de la línea.

10.4.1.3 Los requisitos de 10.4.1.1 y 10.4.1.2 no deben aplicarse a los controladores certificados de más de 600 V. (Ver Sección 10.6)

10.4.1.4 Los requisitos descritos en 10.4.1.1 y en 10.4.1.2 no deben aplicarse donde el controlador pueda soportar sin dañarse un impulso de 10 kV, de acuerdo con lo establecido en ANSI/IEEE C62.41, *Práctica Recomendada para Voltajes de Transientes en Circuitos de Alimentación de CA de Bajo Voltaje*, o donde el controlador esté listado para soportar sobretensiones e impulsos, conforme a lo establecido en ANSI/UL 1449, *Norma para dispositivos de protección contra sobretensiones*.

10.4.2 Interruptor de aislamiento.

10.4.2.1 Generalidades.

10.4.2.1.1 El interruptor de aislamiento debe ser un interruptor de circuito de motor manualmente operable o un interruptor de caja moldeada con una certificación en caballos de fuerza igual o mayor a los caballos de fuerza del motor.

10.4.2.1.2* Debe permitirse un interruptor de caja moldeada con una certificación en amperios no menor al 115 por ciento de la corriente nominal de carga completa del motor, también adecuado para interrumpir la corriente con rotor bloqueado del motor.

10.4.2.1.3 Debe permitirse que un interruptor de aislamiento de caja moldeada posea una protección de sobrecorriente de cortocircuito instantáneo, siempre y cuando dicho interruptor no se dispare a menos que el interruptor de circuito del mismo controlador también se dispare.

10.4.2.2 Operable externamente. El interruptor de aislamiento debe poder operarse de manera externa.

10.4.2.3* Certificación en amperios. La certificación en amperios del interruptor de aislamiento debe ser por lo menos del 115 por ciento de la certificación de la corriente de carga plena del motor.

10.4.2.4 Advertencia.

10.4.2.4.1 A menos que se cumplan con los requisitos de 10.4.2.4.2, la siguiente advertencia debe aparecer sobre o inmediatamente adyacente al interruptor de aislamiento:

ADVERTENCIA

NO ABRA O CIERRE ESTE INTERRUPTOR MIENTRAS EL INTERRUPTOR DEL CIRCUITO (MEDIO DE DESCONEXIÓN) SE ENCUENTRA EN POSICIÓN CERRADO.

▲ **10.4.2.4.2 Etiqueta de instrucciones.** Los requisitos de 10.4.2.4.1 no deben aplicarse donde se cumplen con los requisitos de 10.4.2.4.2.1 y 10.4.2.4.2.2

10.4.2.4.2.1 Donde el interruptor de aislamiento y el interruptor de circuito están interconectados de manera tal que el interruptor de aislamiento no puede ni abrirse ni cerrarse mientras el interruptor de circuito esté cerrado, debe permitirse que el cartel de advertencia sea reemplazado con un cartel de instrucciones que indique el orden de la operación.

10.4.2.4.2.2 Se permite que este cartel sea parte del cartel requerido por 10.3.7.3.

10.4.2.5 Manilla de operación.

10.4.2.5.1 A menos que se cumplan con los requisitos de 10.4.2.5.2, la manilla de operación del interruptor de aislamiento debe contar con un cerrojo de resorte dispuesto de tal modo que se requiera el uso de la otra mano para sostener el cerrojo liberado para permitir la apertura o cierre del interruptor.

10.4.2.5.2 Los requisitos de 10.4.2.5.1 no deben aplicarse donde el interruptor de aislamiento y el interruptor de circuito se encuentren interconectados de manera tal que el interruptor de aislamiento no pueda abrirse o cerrarse mientras el interruptor de circuito está cerrado.

10.4.3 Ruptor de circuito (Medio de desconexión)

10.4.3.1* Generalidades. El circuito ramal del motor debe estar protegido por un interruptor de circuito que debe estar conectado directamente al lado de carga del interruptor aislado y debe contar con un polo para cada conductor de circuito sin conexión a tierra.

10.4.3.2 Características mecánicas. El interruptor de circuito debe tener las siguientes características mecánicas:

- (1) Debe poder operarse externamente. (Ver 10.3.6)
- (2) Debe saltar libre de la manilla.
- (3) Debe colocarse una placa con la leyenda "Interruptor de circuito — medio de desconexión" en letras no menores a $\frac{3}{8}$ pulg. (10 mm) de altura en la parte externa del gabinete del controlador en forma adyacente a los medios de operación de interruptor de circuito.

10.4.3.3* Características eléctricas.

▲ **10.4.3.3.1** El interruptor de circuito debe tener las siguientes características eléctricas:

- (1) Una certificación de corriente continua no menor al 115 por ciento de la corriente nominal de carga plena del motor
- (2) Elementos sensores de sobrecorriente del tipo no termal
- (3) Protección instantánea de sobrecorriente de cortocircuito

- (4)* Una certificación de interrupción adecuada para otorgar la certificación de idoneidad del controlador abordado en 10.1.2.2.
- (5) Capacidad para permitir un inicio y funcionamiento del motor normal y de emergencia sin dispararse (Ver 10.5.3.2)
- (6) Una configuración de disparo instantáneo no mayor a 20 veces la corriente de carga plena

10.4.3.3.1.1* El interruptor de circuito no debe accionarse cuando se arranque un motor que estaba en reposo en el modo a través de la línea (en línea directa), sea o no el controlador del tipo de arranque de irrupción reducida.

10.4.3.3.1.2* El interruptor de circuito no debe accionarse cuando la energía sea interrumpida desde una bomba en funcionamiento o si se reinicia la bomba en menos de 3 segundos luego de haber sido apagada. Si hubiera un circuito de control que evita un reinicio dentro de los 3 segundos, no debe aplicarse este requisito.

10.4.3.3.2* Donde sean parte integral del interruptor de circuito, deben permitirse limitadores de corriente a fin de obtener la certificación de interrupción requerida, siempre que se cumplan todos los requisitos siguientes:

- (1) El interruptor debe aceptar limitadores de corriente de sólo una certificación.
- (2) Los limitadores de corriente deben soportar un 300 por ciento de corriente de carga plena del motor durante un mínimo de 30 minutos.
- (3) Los limitadores de corriente, donde se encuentren instalados en el interruptor, no deben abrirse con corriente con rotor bloqueado.
- (4) Debe mantenerse un equipo de repuesto de limitadores de corriente fácilmente disponible en un compartimento o estante dentro del gabinete del controlador.

10.4.4 Protección de sobrecorriente con rotor bloqueado. El único otro dispositivo de protección de sobrecorriente que debe requerirse y permitirse entre el interruptor de aislamiento y el motor de bomba contra incendio debe colocarse dentro del controlador de bomba contra incendio y debe poseer las siguientes características:

- (1) Para un motor de inducción de rotor bobinado o del tipo jaula de ardilla, el dispositivo debe ser del tipo de retardo de tiempo con los siguientes tiempos de accionamiento:
 - (a) Entre 8 segundos y 20 segundos con corriente de rotor bloqueado.
 - (b) Tres minutos a un mínimo del 300 por ciento de la corriente del motor de carga plena
- (2) Para un motor de corriente directa, el dispositivo debe ser como se indica a continuación:
 - (a) Del tipo instantáneo
 - (b) Calibrado y configurado a un mínimo del 400 por ciento de la corriente de motor de carga plena
- (3) Debe contarse con medios visuales o marcas claramente señalados sobre el dispositivo que indiquen que se han establecido configuraciones adecuadas.
- (4)* Debe ser posible restablecer el dispositivo para el funcionamiento inmediatamente después de haberse disparado, sin que en lo sucesivo las características de la disyunción cambien.
- (5) La disyunción debe llevarse a cabo abriendo el interruptor de circuito, que debe ser del tipo de restablecimiento manual externo.

10.4.5 Circuito de arranque del motor.

10.4.5.1 Contactor del motor. El contactor del motor debe tener una certificación en caballos de fuerza y debe ser del tipo magnético con un contacto en cada conductor sin conexión a tierra.

10.4.5.1.1 Los contactores en funcionamiento deben estar dimensionados tanto para las corrientes del rotor bloqueado, como para las corrientes de funcionamiento continuo cuando se encuentren.

10.4.5.1.2 Los contactores de arranque deben ser dimensionados tanto para la corriente del rotor bloqueado como para la aceleración (de arranque) encontradas.

10.4.5.2 Aceleración temporizada.

10.4.5.2.1 Para operaciones eléctricas de controladores de voltaje reducido, debe contarse con aceleraciones automáticas y temporizadas del motor.

10.4.5.2.2 El período de aceleración del motor no debe superar los 10 segundos.

10.4.5.3 Resistores de arranque. Los resistores de arranque deben diseñarse para permitir una operación de arranque de 5 segundos cada 80 segundos durante un período no menor a 1 hora.

Δ 10.4.5.4 Reactores de arranque y autotransformadores.

Δ **10.4.5.4.1** Los reactores de arranque y autotransformadores deben cumplir con los requisitos de la ANSI/UL 508, *Norma para Equipos Industriales de Control*, Tabla 92.1.

Δ **10.4.5.4.2** Debe permitirse que los reactores de arranque y autotransformadores de más de 200 hp sean diseñados en conformidad con el Apartado 3 de la ANSI/UL 508, *Norma para Equipos Industriales de Control*, Tabla 92.1, en lugar del Apartado 4.

10.4.5.5 Unidades de arranque progresivo.

10.4.5.5.1 Las unidades de arranque progresivo deben contar con una certificación en caballos de fuerza o ser específicamente diseñadas para el servicio.

10.4.5.5.2 El contactor de derivación (bypass) debe cumplir con 10.4.5.1.

10.4.5.5.3 Las unidades de arranque progresivo deben cumplir con los requisitos de ciclo de servicio de conformidad con 10.4.5.4.1 y 10.4.5.4.2.

Δ 10.4.5.6 Bobinas de operación.

N **10.4.5.6.1** Para controladores de 500 V o menos, la(s) bobina(s) de operación para cualquier contactor(es) de motor, y para cualquier contactor(es) de derivación(es), si fueran provistas, deben ser alimentadas directamente del voltaje de potencia principal y no mediante un transformador.

N **10.4.5.6.2** Para controladores certificados por encima de 500 V, pero no más de 600 V, debe permitirse un transformador para abastecer a las bobinas de operación mencionadas en 10.4.5.6.1.

10.4.5.7* Sensores de fase única en el controlador.

10.4.5.7.1 Debe permitirse que los sensores eviten el arranque de un motor de tres fases bajo una condición de fase única.

10.4.5.7.2 Tales sensores no deben provocar una desconexión del motor si éste se encuentra funcionando al momento de que ocurra una fase única.

10.4.5.7.3 Tales sensores deben monitorearse para brindar una señal local visible en el caso de un mal funcionamiento de los sensores.

10.4.5.8 No debe permitirse protección de fallas a tierra (activación).

10.4.5.9 Debe permitirse una alarma de fallas a tierra.

10.4.6* Dispositivos de señalización en el controlador.

10.4.6.1 Indicador visible de energía disponible.

10.4.6.1.1 Un indicador visible debe monitorear la disponibilidad de energía en todas las fases en los terminales de línea del contactor del motor, o del contactor de derivación si fuera provisto.

10.4.6.1.2 Si el indicador visible es una lámpara piloto, debe ser accesible para un reemplazo.

10.4.6.1.3 Cuando la energía es suministrada desde fuentes de energía múltiples, debe permitirse el monitoreo de cada fuente de energía por pérdida de fase en cualquier punto ubicado eléctricamente antes de los terminales de línea del contactor, siempre que todas las fuentes sean monitoreadas.

10.4.6.2 Inversión de fases.

10.4.6.2.1 La inversión de fases de la fuente de energía a la cual se encuentran conectadas los terminales de línea del contactor del motor debe indicarse mediante un indicador visible.

10.4.6.2.2 Cuando la energía es suministrada desde fuentes de energía múltiples, debe permitirse el monitoreo de cada fuente de energía por pérdida de fase en cualquier punto ubicado eléctricamente antes de las terminales de línea del contactor, siempre que todas las fuentes sean monitoreadas.

10.4.7* Dispositivos remotos de alarma de bomba contra incendio y de señalización desde el controlador.

10.4.7.1 Donde el cuarto de bombas no esté constantemente atendido, deben emitirse señales audibles o visibles accionadas por una fuente supervisada confiable separada que no exceda de 125 V en un punto de atención constante.

Δ **10.4.7.2** Estas alarmas y señales de la bomba contra incendio deben indicar la información de 10.4.7.2.1 a 10.4.7.2.6.

10.4.7.2.1 Bomba o motor en funcionamiento. La señal debe activarse cada vez que el controlador opere en condición de motor encendido.

• 10.4.7.2.2 Pérdida de fase.

10.4.7.2.2.1 La alarma de la bomba contra incendio debe activarse cada vez que se pierda cualquier fase en las terminales de línea del contactor del motor.

10.4.7.2.2.2 Todas las fases deben ser monitoreadas, lo que detecta la pérdida de fase, si el motor está funcionando o está en reposo.

10.4.7.2.2.3 Cuando la energía es suministrada desde fuentes de energía múltiples, debe permitirse el monitoreo de cada fuente de energía por pérdida de fase en cualquier punto

ubicado eléctricamente antes de los terminales de línea del contactor, siempre que todas las fuentes sean monitoreadas.

▲ **10.4.7.2.3 Inversión de fase.** La alarma de la bomba contra incendio debe activarse toda vez que se invierta la potencia de tres fases en los terminales de línea del contactor del motor.

● **10.4.7.2.4 Controlador conectado a una fuente alternativa.** Donde se suministran dos fuentes de energía para cumplir con los requisitos de 9.3.2, esta señal debe indicar cada vez que la fuente alternativa sea la fuente que suministra energía al controlador.

■ **10.4.7.2.5 Interruptor de aislamiento de fuente alternativa o ruptor del circuito abierto.** Donde se suministran dos fuentes de energía para cumplir con los requisitos de 9.3.2, debe emitirse una señal para indicar que el interruptor de aislamiento de la fuente alternativa o el ruptor está abierto o disparado.

■ **10.4.7.2.6 Falla en el controlador o sistema.** Debe activarse una alarma de falla en el controlador o sistema siempre que haya una señal de falla a tierra, cuando sea provista (ver 10.4.5.9), una señal del dispositivo sensor de presión (ver 10.5.2.1.3.1 y 10.5.2.1.3.2), una señal de falla de la velocidad variable o una señal de falla en el arranque (ver 10.5.2.7.5).

10.4.8 Contactos de controlador para indicación remota. Los controladores deben estar equipados con contactos (abiertos o cerrados) para hacer funcionar circuitos para las condiciones de 10.4.7.2.1 a 10.4.7.2.3, y 10.4.7.2.6 y cuando un controlador está equipado con un interruptor de transferencia en conformidad con 10.4.7.2.4 y 10.4.7.2.5.

10.5 Arranque y control.

10.5.1* Automático y no automático.

10.5.1.1 Un controlador automático debe poder arrancar, hacer funcionar y proteger un motor de manera automática.

10.5.1.2 Debe disponerse de un controlador automático para el arranque del impulsor al accionarse un interruptor de presión o un interruptor sin presión accionado conforme a lo establecido en 10.5.2.1 o 10.5.2.2.

10.5.1.3 Un controlador automático debe ser operable también como un controlador no automático.

10.5.1.4 Un controlador no automático debe accionarse mediante medios eléctricos iniciados manualmente o medios mecánicos iniciados manualmente.

10.5.2 Controlador automático.

10.5.2.1* Control de presión de agua.

10.5.2.1.1 Dispositivo sensor de presión.

10.5.2.1.1.1 Debe proveerse un dispositivo sensor de presión, ya sea un interruptor accionado por presión o un sensor electrónico de presión con puntos de configuración de alta y baja calibración ajustables como parte del controlador.

■ **10.5.2.1.1.2*** Las tuberías de agua no deben extenderse hasta el interior del controlador.

10.5.2.1.1.3 Para bombas multietapas y multipuertos, debe proveerse un dispositivo sensor de presión dedicado, según se describe en 10.5.2.1.1.1, para cada puerto de descarga de la bomba como parte del controlador.

10.5.2.1.1.4 Para bombas multietapas y multipuertos, debe proveerse un grabador de presión dedicado, según se describe en 10.5.2.1.8.2, para cada puerto de descarga de la bomba como parte del controlador.

10.5.2.1.1.5 Los requisitos de 10.5.2.1.1.1 y 10.5.2.1.1.3 no deben aplicarse en un controlador no accionado por presión, donde no debe requerirse el dispositivo sensor de presión.

10.5.2.1.2 No debe haber un amortiguador de presión o un orificio de restricción dentro del dispositivo sensor de presión.

10.5.2.1.3* Donde se utilice un sensor electrónico de presión para controlar automáticamente el funcionamiento de la bomba contra incendio, el controlador de la bomba contra incendio debe monitorear este sensor electrónico de presión durante las pruebas automáticas.

10.5.2.1.3.1* Donde la lectura del sensor electrónico de presión excede de 10 psi (0.68 bar) durante el arranque automático de cualquier bomba que fue iniciado por la válvula solenoide de drenaje, según lo requerido por 10.5.2.7.3, el controlador debe activar una alarma visual y audible que pueda ser silenciada.

10.5.2.1.3.2* Donde se utilice un sensor electrónico de presión para controlar el funcionamiento de la bomba contra incendio, el controlador de la bomba contra incendio debe monitorear y emitir una señal para las siguientes condiciones del sensor electrónico de presión:

- (1) En cualquier momento en que la salida del sensor de presión electrónico es de menos del 10 por ciento del rango nominal o por debajo de su salida de presión nominal cero.
- (2) En cualquier momento en que la lectura del sensor de presión electrónico es de más del 10 por ciento por encima de su salida nominal a escala real.

10.5.2.1.4 No debe haber ninguna válvula u otras restricciones dentro del controlador delante del dispositivo sensor de presión.

10.5.2.1.5 El dispositivo sensor de presión debe responder a la presión del agua en el sistema de protección contra incendios.

▲ **10.5.2.1.6** El dispositivo sensor de presión debe ser capaz de soportar una sobrepresión momentánea de 400 psi (27.6 bar) o 133 por ciento de la presión nominal operativa del controlador de la bomba contra incendio, la que sea más alta, sin perder su precisión.

▲ **10.5.2.1.7** Debe disponerse de los medios adecuados para el alivio de presión en el dispositivo sensor de presión, a fin de permitir la prueba del funcionamiento del controlador y de la unidad de bombeo. [Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).]

10.5.2.1.8 El control de presión de agua debe estar en conformidad con 10.5.2.1.8.1 a 10.5.2.1.8.6.

10.5.2.1.8.1 El elemento sensor de presión del dispositivo sensor de presión en el punto de ajuste bajo debe iniciar la secuencia de arranque de la bomba (si la bomba aún no está en funcionamiento).

10.5.2.1.8.2* Un dispositivo de grabación de presión debe grabar la presión en cada línea sensora de presión del controlador de la bomba contra incendio en la entrada del controlador.

10.5.2.1.8.3 El grabador de presión debe estar listado como parte del controlador o debe ser una unidad listada de manera separada instalada para la detección de la presión en la entrada del controlador.

Δ 10.5.2.1.8.4 El grabador debe tener la capacidad de conservar los eventos durante al menos 7 días.

10.5.2.1.8.5 El elemento de detección de presión del grabador debe ser capaz de soportar una sobrecarga momentánea de 27.6 bar (400 psi) o 133 por ciento de la presión nominal operativa del controlador de la bomba, la que sea más elevada, sin perder su precisión.

10.5.2.1.8.6 Para el control de limitación de presión de velocidad variable, debe conectarse una línea de presión de ½ pulg. (12.7 mm) de diámetro interno nominal a la tubería de descarga en un punto recomendado por el fabricante del control de velocidad variable. La conexión debe hacerse entre la válvula de retención de descarga y la válvula de control de descarga.

10.5.2.1.8.7 El acceso a los datos del grabador no debe requerir la apertura del controlador, ni requerir que el controlador sea puesto fuera de servicio.

10.5.2.2 Controlador automático accionado por interruptor sin presión.

10.5.2.2.1 Los controladores de bombas contra incendio automáticos accionados por interruptor sin presión deben iniciar la secuencia de arranque del controlador a través de la apertura automática de un contacto(s) remoto(s)

10.5.2.2.2 No debe requerirse un interruptor de presión.

10.5.2.2.3 No debe haber medios capaces de detener el motor de la bomba contra incendio, con excepción de los existentes en el controlador de la bomba.

10.5.2.3 Control del equipo de protección contra incendios.

10.5.2.3.1 Donde la bomba abastezca a un equipo de control de agua especial (válvulas de diluvio, válvulas para tubería seca, etc.), debe permitirse arrancar el motor antes de que lo haga(n) el(los) interruptor(es) accionado(s) por presión.

10.5.2.3.2 Bajo tales condiciones, el controlador debe estar equipado para arrancar el motor al funcionar el equipo de protección contra incendios.

10.5.2.3.3 El arranque del motor debe ser iniciado por la apertura del lazo del circuito de control que contiene este equipo de protección contra incendios.

Δ 10.5.2.4 Control eléctrico manual en estación remota.

N 10.5.2.4.1 Donde se provean estaciones de control adicionales para el funcionamiento continuo no automático de la unidad de bombeo, independiente del interruptor accionado por presión, en ubicaciones remotas al controlador, tales estaciones no deben ser operables para detener el motor, según lo permitido en 10.5.2.4.2.

N 10.5.2.4.2 Debe permitirse que una estación remota momentánea incluya una detención remota, siempre que la estación remota esté instalada a la vista del controlador de la bomba contra incendio.

10.5.2.5 Arranque en secuencia de las bombas.

10.5.2.5.1 El controlador para cada unidad de bombas múltiples debe incorporar un dispositivo secuencial temporizado a fin de evitar que cualquier motor arranque simultáneamente junto a otro motor.

10.5.2.5.2 Cada una de las bombas que suministren presión de succión a otra bomba debe estar dispuesta de modo que arranque dentro de los 10 segundos previos al arranque de la bomba que abastece.

10.5.2.5.2.1 El arranque del motor debe ser iniciado por la apertura del lazo del circuito de control que contiene este equipo de protección contra incendios.

10.5.2.5.3 Si los requisitos de agua exigen más de una bomba en funcionamiento, las unidades deben arrancar a intervalos de 5 a 10 segundos.

10.5.2.5.4 Una falla del motor principal para arrancar no debe evitar que lo hagan las unidades de bombeo subsiguientes.

10.5.2.6 Circuitos externos conectados a controladores.

10.5.2.6.1 Los circuitos de control externos que se extienden fuera del cuarto de bomba(s) contra incendio deben disponerse de manera que cualquier falla de un circuito externo (abierto, con derivación a tierra o cortocircuito) no debe evitar el funcionamiento de la(s) bomba(s) desde todos los otros medios internos o externos.

10.5.2.6.2 Debe permitirse que la rotura, desconexión, cortocircuito, derivación a tierra o pérdida de energía hacia estos circuitos provoquen un funcionamiento continuo de la bomba contra incendio, pero no debe evitarse que el/los controlador(es) arranquen la(s) bomba(s) de incendio debido a causas diferentes a estos circuitos externos.

10.5.2.6.3 Todos los conductores de control dentro del cuarto de bomba(s) contra incendio que no son tolerantes a las fallas como se describe en 10.5.2.6.1 y 10.5.2.6.2, deben protegerse contra daños mecánicos.

10.5.2.7 Pruebas automáticas.

10.5.2.7.1 El equipo del controlador debe estar configurado para automáticamente arrancar, hacer funcionar y apagar el motor a la frecuencia mínima de la prueba sin flujo y a la duración requerida por NFPA 25.

10.5.2.7.2 El desempeño de las pruebas automáticas debe ser registrado como una indicación de caída de la presión en el grabador de presión.

10.5.2.7.3 Un drenaje de la válvula solenoide en la línea de control de presión debe ser el medio iniciador.

10.5.2.7.4 En un controlador no accionado por presión, debe permitirse que las pruebas automáticas sean iniciadas por un medio diferente al de una válvula solenoide.

10.5.2.7.5 Deben proveerse un indicador visible y una alarma audible cuando el controlador presenta una falla en el arranque desde el modo automático.

10.5.3 Controlador no automático.

10.5.3.1 Control eléctrico manual en el controlador.

10.5.3.1.1 Debe haber un interruptor operado en forma manual en el panel de control dispuesto de modo que cuando el motor se arranca manualmente, su operación no pueda ser afectada por el interruptor accionado por presión.

10.5.3.1.2 La disposición también debe considerar que la unidad continuará en funcionamiento hasta que se la apague manualmente.

10.5.3.2* Control mecánico de funcionamiento de emergencia en el controlador.

10.5.3.2.1 El controlador debe estar equipado con una manija o palanca de funcionamiento de emergencia que sirva para cerrar mecánicamente el mecanismo del interruptor del circuito del motor.

10.5.3.2.1.1 Esta manija o palanca debe brindar un funcionamiento no automático continuo de los motores, independiente de cualquier circuito de control eléctrico, imanes o dispositivos equivalentes e independientes del interruptor de control activado por presión.

10.5.3.2.1.2 Deben incorporarse medios para enganchar o sostener mecánicamente la manija o palanca para una operación manual en la posición accionada.

10.5.3.2.1.3 El enclavamiento mecánico debe estar diseñado para ser automático o manual.

10.5.3.2.2 La manija o palanca deben disponerse para moverse en solo una dirección, desde la posición de apagado a la final.

10.5.3.2.3 El arrancador de motor debe volver de manera automática a la posición de apagado en caso de que el operador libere la manija o palanca del arrancador en cualquier posición que no sea la posición de funcionamiento total.

10.5.3.2.4 La palanca de operación debe estar señalizada o etiquetada respecto de su función y operatividad.

10.5.3.3 Pruebas manuales del funcionamiento automático.

10.5.3.3.1 El controlador debe estar configurado para manualmente arrancar el motor mediante la apertura del drenaje de la válvula solenoide cuando así sea iniciada por el operador.

10.5.3.3.2 Para un controlador no accionado por presión, debe permitirse que la prueba manual sea iniciada por medio diferente al de una válvula solenoide.

10.5.4 Métodos de parada. El apagado debe realizarse mediante los métodos descritos en 10.5.4.1 y 10.5.4.2.

10.5.4.1 Manual. El apagado manual debe efectuarse mediante la presión de un botón en el exterior del gabinete del controlador que, en el caso de los controladores automáticos, debe regresar el controlador a la posición automática total.

10.5.4.2 Apagado automático después del arranque automático. No debe permitirse el apagado automático si las causas de arranque y funcionamiento están presentes.

10.5.4.2.1 Debe permitirse el apagado automático únicamente en las siguientes circunstancias:

(1)* Durante las pruebas automáticas de acuerdo con 10.5.2.7

(2) Donde **esté** aprobado por la autoridad competente

10.5.4.2.2 Donde está permitido el apagado automático después del arranque automático, debe utilizarse un temporizador con un período de funcionamiento mínimo de por lo menos diez minutos.

10.6 Controladores certificados en exceso de 600 V.

10.6.1 Equipamiento de control. Los controladores certificados por encima de 600 V deben cumplir con los requisitos del Capítulo 10, excepto como se estipula en 10.6.2 hasta 10.6.8.

10.6.2 Disposiciones para pruebas.

10.6.2.1 Las disposiciones de 10.3.4.3 no deben aplicarse.

10.6.2.2 Debe contarse con un amperímetro en el controlador con un medio adecuado para poder leer la corriente en cada fase.

10.6.2.3 También debe proveerse un voltímetro indicador, alimentado con energía de no más de 125 V desde transformadores conectados a un suministro de alto voltaje, junto con medios adecuados para leer cada voltaje de fase.

10.6.3 Desconexión con carga.

10.6.3.1 Deben **implementarse las previsiones adecuadas** para evitar que el interruptor de aislamiento se abra cuando tenga carga, excepto según lo permitido en 10.6.3.2.

10.6.3.2 Debe permitirse el uso de medios de desconexión de corte de carga en lugar del interruptor de aislamiento si las certificaciones de cierre e interrupción de falla igualan o superan los requisitos de la instalación.

10.6.4 Ubicación del interruptor accionado por presión. Deben tomarse precauciones especiales al ubicar el interruptor accionado por presión requerido en 10.5.2.1 a fin de evitar que cualquier clase de filtración entre en contacto con componentes de alto voltaje.

10.6.5 Circuito de control de bajo voltaje.

10.6.5.1 El circuito de control de bajo voltaje debe abastecerse de una fuente de alto voltaje a través de un transformador reductor protegido por fusibles de alto voltaje en cada línea primaria.

10.6.5.2 El suministro de energía del transformador debe interrumpirse cuando el interruptor de aislamiento se encuentre en la posición abierta.

10.6.5.3 El secundario del transformador y del circuito de control deben cumplir con 10.3.5.

10.6.5.4 Una línea secundaria del (de los) transformador(es) de alto voltaje debe estar conectada a tierra, a menos que todos los dispositivos de control y operativos estén certificados para uso en voltaje alto (primario).

10.6.5.5 Transformadores de corriente. A menos que estén certificados para el voltaje de la línea entrante, los secundarios de todos los transformadores de corriente utilizados en el recorrido de alto voltaje deben estar conectados a tierra.

10.6.6 Indicadores en el controlador.

10.6.6.1 Las especificaciones para controladores por encima de 600 V deben diferir de las de 10.4.6.

10.6.6.2 Debe contarse con un indicador visible para señalar que hay energía disponible.

10.6.6.3 El suministro de corriente para el indicador visible debe provenir del secundario del transformador del circuito de control a través de resistores, si así fuera necesario, o de un transformador reductor de poca capacidad, que debe reducir el voltaje secundario del transformador de control al requerido por el indicador visible.

10.6.6.4 Si el indicador visible es una lámpara piloto, debe ser accesible para un reemplazo.

10.6.7 Protección del personal contra voltajes altos. Deben llevarse a cabo disposiciones necesarias, incluyendo tales como bloqueos que fueran necesarias, para proteger al personal del contacto accidental con voltajes altos.

10.6.8 Medios de desconexión. Debe permitirse un contactor con fusibles de circuito del motor limitadores de corriente para utilizarse en lugar del ruptor de circuito (medio de desconexión) requerido en 10.4.3.1, si se cumplen todos los siguientes requisitos:

- (1) Los fusibles del circuito del motor limitadores de corriente deben estar montados en el gabinete ubicado entre el interruptor de aislamiento y el contactor y deben interrumpir la corriente de cortocircuito disponible en los terminales de ingreso del controlador.
- (2) Estos fusibles deben tener una certificación de interrupción adecuada para proveer la certificación de idoneidad (ver 10.1.2.2) del controlador.
- (3) Los fusibles limitadores de corriente deben estar dimensionados para soportar el 600 por ciento de la corriente de plena carga certificada del motor durante por lo menos 100 segundos.
- (4) Debe mantenerse un set de fusibles de repuesto de la certificación correcta fácilmente disponible en un compartimento o estantería dentro del gabinete del controlador.

10.6.9 Protección de sobrecorriente con rotor bloqueado.

10.6.9.1 Se permite que se realice el disparo del dispositivo de sobrecorriente con rotor bloqueado requerido en 10.4.4 abriendo los circuitos de bobina del contactor del motor para desactivar el contactor.

10.6.9.2 Debe contarse con medios para restablecer el controlador al funcionamiento normal mediante un dispositivo de reconfiguración manual externo.

10.6.10 Control mecánico del funcionamiento de emergencia en el controlador.

10.6.10.1 El controlador debe cumplir con 10.5.3.2.1 y 10.5.3.2.2, excepto que el enganche mecánico puede ser automático.

10.6.10.2 Donde el contactor está enganchado, no debe requerirse la protección de sobrecorriente con rotor bloqueado de 10.4.4.

10.7 Controladores de servicio limitado.

10.7.1 Limitaciones. Debe permitirse la instalación de controladores de servicio limitado compuestos de controladores automáticos para el arranque en la línea de motores de jaula de ardillas de 30 hp o menos, 600 V o menos, donde dicho uso sea aceptable para la autoridad competente.

10.7.2 Requisitos. Deben aplicarse las condiciones de las Secciones 10.1 hasta 10.5, a menos que se considere específicamente en 10.8.2.1 hasta 10.8.2.3.

10.7.2.1 En lugar de lo establecido en 10.1.2.5.1, cada controlador debe estar señalado como “Controlador de servicio limitado” y debe exhibir claramente el nombre del fabricante, la designación de identificación, la presión operativa máxima, la designación del tipo de cerramiento y la certificación eléctrica completa.

10.7.2.2 El controlador debe tener una certificación de corriente de cortocircuito no menor a 10.000 A.

10.7.2.3 No debe requerirse el interruptor de aislamiento operado manualmente especificado en 10.4.2.

10.8* Transferencia de energía para suministro de energía alternativa.

10.8.1 Generalidades.

10.8.1.1 Donde lo requiera la autoridad competente o a fin de cumplir con los requisitos de 9.3.2 donde un dispositivo de transferencia de energía eléctrica en el lugar se utiliza para selección de fuente de energía, dicho interruptor debe cumplir con las condiciones de la Sección 10.8 como así también las Secciones 10.1, 10.2 y 10.3 y 10.4.1.

10.8.1.2 Los interruptores de transferencia manuales no deben utilizarse para transferir energía entre el suministro normal y el suministro alternativo hacia el controlador de la bomba contra incendio.

10.8.1.3 No deben instalarse dispositivos remotos que puedan evitar el funcionamiento automático del interruptor de transferencia.

10.8.2* Controlador de la bomba contra incendio y disposiciones para el interruptor de transferencia.

10.8.2.1 Arreglo I (Combinación listada de controlador de bomba contra incendio e interruptor de transferencia de energía).

10.8.2.1.1 Montaje del interruptor de energía autónomo. Donde el interruptor de transferencia de energía está compuesto de un montaje de interruptor de energía autónomo, dicho montaje debe encontrarse en un compartimento protegido del controlador de la bomba contra incendio o en un gabinete separado unido al controlador y marcado como “interruptor de transferencia de energía de la bomba contra incendio”.

10.8.2.1.2 Interruptor de aislamiento.

10.8.2.1.2.1 Debe contarse con un interruptor de aislamiento, en conformidad con 10.4.2, ubicado dentro del gabinete o compartimento del interruptor de transferencia de energía delante de las terminales de entrada alternativas del interruptor de transferencia.

10.8.2.1.2.2 El interruptor de aislamiento debe ser el adecuado para el cortocircuito disponible de la fuente alternativa.

10.8.2.1.3 Ruptor de circuito. El lado de emergencia del interruptor de transferencia debe estar provisto con un ruptor de circuito que cumpla con lo establecido en 10.4.3 y 10.4.4.

△ **10.8.2.1.4 Marca de precaución.** El controlador de la bomba contra incendio y el interruptor de transferencia (*ver 10.8.2.1*) deben tener una marca de precaución para indicar que el interruptor de aislamiento tanto para el controlador, como para el interruptor de transferencia, se abre antes de dar servicio al controlador, al interruptor de transferencia o al motor.

10.8.2.1.5 El apagado del interruptor de aislamiento de la fuente normal o del interruptor de circuito de la fuente normal no debe inhibir al interruptor de transferencia para que funcione según lo requerido en 10.8.3.6.1 a 10.8.3.6.4.

△ **10.8.2.2 Arreglo II (Controlador de bomba contra incendio e interruptor de transferencia de energía listados individualmente).** Debe contarse con:

- (1) Deben proveerse un interruptor de transferencia de energía de controlador de bomba contra incendio que cumple con las Secciones 9.6 y 10.8 y un controlador de la bomba contra incendio. Debe permitirse que se provea la protección contra sobrecorriente requerida por 10.8.2.2(2) y el interruptor de aislamiento requerido por 10.8.2.2(4) en cerramientos separados antes del interruptor de transferencia.
- (2) La protección contra sobrecorriente del interruptor de transferencia para las fuentes tanto normales como alternativas debe cumplir con lo establecido en 9.2.3.4, 9.2.3.4.1 o 9.2.3.4.2.
- (3) Debe permitirse un interruptor de circuito de disparo instantáneo, en lugar de los dispositivos contra sobrecorriente especificados en 10.8.2.2(2), siempre que sea parte de un conjunto de montaje de interruptores de transferencia listado para el servicio de bombas contra incendio y que cumple con 9.2.3.4.1.
- (4) Un interruptor de aislamiento delante de las terminales de entrada de la fuente alternativa del interruptor de transferencia debe cumplir con los siguientes requisitos:
 - (a) El interruptor de aislamiento debe poder ser operado externamente y bloqueado tanto en la posición cerrada como en la posición abierta.
 - (b) Debe colocarse un cartel en la parte externa sobre el interruptor de aislamiento que diga "Interruptor de aislamiento de bomba contra incendio", con letras de por lo menos 1 pulgada (25 mm) de alto.
 - (c) Debe colocarse un cartel en forma adyacente al controlador de la bomba contra incendio estableciendo la ubicación del interruptor de aislamiento y la ubicación de la llave (si el interruptor de aislamiento se encuentra bajo llave).
 - (d) El interruptor de aislamiento debe supervisarse mediante uno de los siguientes métodos que indique cuando no está cerrado:
 - i. Servicio de señalización de estación remota, propietaria o estación central.
 - ii. Servicio de señalización local que provocará el sonido de una señal audible en un punto constantemente atendido.
 - iii. El bloqueo del interruptor de aislamiento en la posición cerrado.
 - iv. El sellado de los interruptores de aislamiento e inspecciones registradas semanales aprobadas donde los interruptores de aislamiento se encuentren dentro de gabinetes cercados o en edificios bajo el control del dueño.

(e) La supervisión debe hacer funcionar señales audibles y visuales en el interruptor de aislamiento permitiendo el monitoreo en un punto remoto, donde así se requiera.

- (5) El interruptor de aislamiento no debe tener protección contra cortocircuitos ni contra sobrecorriente como parte del mecanismo de interrupción del interruptor de aislamiento.
- (6) El interruptor de transferencia debe ser del tipo de transición demorada con un tiempo máximo de demora de tres segundos.

10.8.2.3 Interruptor de transferencia. Cada bomba contra incendio debe contar con sus propio(s) interruptor(es) de transferencia dedicado(s) donde se requiera un interruptor de transferencia.

10.8.3 Requisitos de los interruptores de transferencia de energía.

10.8.3.1 Listado. El interruptor de transferencia de energía debe estar específicamente listado para el servicio de bomba contra incendio.

10.8.3.2 Idoneidad. El interruptor de transferencia de energía debe ser adecuado para las corrientes de cortocircuito disponibles en las terminales de entrada alternativas y normales del interruptor de transferencia.

10.8.3.3 Operado de manera eléctrica y sostenido de forma mecánica. El interruptor de transferencia de energía debe ser operado de manera eléctrica y sostenido de forma mecánica.

△ **10.8.3.4 Certificación en amperios.** El interruptor de transferencia de energía debe tener una certificación en amperios no menor del 115 por ciento de la corriente de carga completa del motor y también ser adecuado para interrumpir la corriente de rotor bloqueado del motor.

• **10.8.3.5 Medios manuales de operación.**

10.8.3.5.1 Debe contarse con medios para una operación manual (no eléctrica) segura del interruptor de transferencia de energía.

10.8.3.5.2 No debe requerirse que estos medios manuales sean operables externamente.

10.8.3.6 Dispositivos sensores de bajo voltaje y fases.

10.8.3.6.1 El interruptor de transferencia de energía debe contar con dispositivos sensores de bajo voltaje para monitorear todas las líneas sin conexión a tierra de la fuente de energía normal.

10.8.3.6.2 Donde el voltaje en cualquiera de las fases de la fuente normal cae por debajo del 85 por ciento del voltaje nominal del motor, el interruptor de transferencia de energía debe iniciar el arranque del generador de reserva, si se hubiera provisto y no estuviera funcionando, e iniciar la transferencia hacia la fuente alternativa.

10.8.3.6.3 Donde el voltaje en todas las fases de la fuente normal vuelve a límites aceptables, debe permitirse que el controlador de la bomba contra incendio se retransfiera a la fuente normal.

10.8.3.6.4 La inversión de fases de fuente de energía normal (*ver 10.4.6.2*) debe provocar una falla simulada de energía de fuente normal al detectar una inversión de fase.

10.8.3.6.5 Para Unidades del Arreglo II, debe permitirse la detección del voltaje descrito en 10.8.3.6.2 en la entrada hacia el interruptor de transferencia de energía, en lugar de en las terminales de carga del interruptor del circuito del controlador de la bomba contra incendio.

10.8.3.7 Dispositivos sensores de voltaje y frecuencia. A menos que se cumplan con los requisitos de 10.8.3.7.3, deben aplicarse los requisitos de 10.8.3.7.1 y 10.8.3.7.2

10.8.3.7.1 Debe contarse con dispositivos sensores de voltaje y frecuencia para monitorear por lo menos un conductor sin conexión a tierra de la fuente de energía alternativa.

10.8.3.7.2 Debe inhibirse la transferencia hacia una fuente alternativa hasta que haya un voltaje y frecuencia adecuados para abastecer la carga de la bomba contra incendio.

10.8.3.7.3 Donde el controlador de la bomba contra incendio esté señalizado para indicar que la fuente alternativa es provista por una segunda fuente de energía del servicio general, no deben aplicarse los requisitos establecidos en 10.8.3.7.1 y en 10.8.3.7.2, y los dispositivos sensores de bajo voltaje deben monitorear todos los conductores sin conexión a tierra, en lugar de un dispositivo sensor de frecuencia.

10.8.3.8 Indicadores visibles. Debe contarse con dos indicadores visibles para indicar externamente la fuente de energía a la que se encuentra conectada el controlador de la bomba contra incendio.

10.8.3.9 Retransferencia.

10.8.3.9.1 Deben proveerse medios para retardar la **retransferencia** desde la fuente de energía alternativa hacia la fuente normal hasta que la fuente normal se estabilice.

10.8.3.9.2 Este retardo debe eliminarse automáticamente si falla la fuente alternativa.

10.8.3.10 Corrientes de irrupción. Debe contarse con medios para evitar corrientes de irrupción más elevadas que lo normal cuando se transfiere el motor de la bomba desde una fuente a otra.

10.8.3.10.1 Debe prohibirse el uso de un “monitor en fase” para cumplir con los requisitos de 10.8.3.10.

△ **10.8.3.10.2** Debe **permitirse** el uso de una demora intencional a través de una posición abierta neutral del interruptor de transferencia para cumplir con los requisitos de 10.8.3.10.

• **10.8.3.11* Protección contra sobrecorriente.** El interruptor de transferencia de energía no debe tener protección contra cortocircuitos ni contra sobrecorriente, como parte del mecanismo de conmutación del interruptor de transferencia.

10.8.3.12 Requisitos adicionales. Debe proveerse lo siguiente:

- (1) Un dispositivo que demore el arranque del generador de fuente alternativa para prevenir arranques en falso en el caso de caídas e interrupciones momentáneas de la fuente normal
- (2) Un lazo de circuito hacia el generador de fuente alternativa, por el cual la apertura o cierre del circuito arrancará el generador de fuente alternativa (cuando sea **ordenado** por el interruptor de transferencia de energía) (Ver 10.8.3.6.)
- (3) Un medio que evite el envío de la señal de arranque del generador de fuente alternativa cuando sea **ordenado** por

el interruptor de transferencia de energía, si el interruptor de aislamiento alternativo o el ruptor de circuito alternativo están en la posición abierto o disparado

10.8.3.12.1 El interruptor de aislamiento alternativo y el **ruptor** de circuito alternativo deben ser monitoreados para indicar cuándo uno de ellos está en la posición abierto o disparado, como se especifica en 10.8.3.12(3).

10.8.3.12.2 La supervisión debe operar una señal audible y visible en la combinación del controlador de la bomba contra incendio /interruptor de transferencia automática y permitir el monitoreo en una ubicación remota si fuera requerido.

10.8.3.13 Interruptor de prueba momentánea. Debe contarse con un interruptor de prueba momentánea, operable externamente, en el controlador que simulará una falla de fuente de energía normal.

10.8.3.14 Indicación remota. Deben ser provistos contactos de apertura o cierre auxiliares operados mecánicamente por el mecanismo del interruptor de transferencia de energía de la bomba contra incendio para indicación remota de conformidad con 10.4.8.

10.9 Controladores para motores de bombas de aditivos.

10.9.1 Equipos de control. Los controladores para bombas de aditivos deben cumplir con los requisitos de las Secciones 10.1 hasta 10.5 (y Sección 10.8, donde así se requiera) a menos que se considere específicamente en 10.9.2 hasta 10.9.5.

10.9.2 Arranque automático. En lugar del interruptor accionado por presión en 10.5.2.1, el arranque automático debe ser capaz de realizarse a través de la apertura automática de un bucle de circuito cerrado que contenga este equipos de protección contra incendios.

10.9.3 Métodos de parada.

10.9.3.1 Debe contarse con un apagado manual.

10.9.3.2 No debe permitirse una apagado automático.

10.9.4 Bloqueo.

10.9.4.1 Donde así se requiera, el controlador debe contar con una característica de bloqueo donde se use en una aplicación de reserva.

10.9.4.2 Donde así se suministre, este bloqueo debe mostrarse mediante un indicador visible y disposiciones para anunciar la condición en una ubicación remota.

10.9.5 Marcado. El controlador debe estar marcado como “Controlador de bomba para aditivos”.

10.10* Controladores con control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable.

10.10.1 Equipos de control.

10.10.1.1 Los controladores equipados con control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable deben cumplir con los requisitos del Capítulo 10, excepto lo establecido en los puntos 10.10.1 a 10.10.11.

10.10.1.2 Los controladores con control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable deben estar listados para servicios contra incendios.

10.10.1.3 El control de limitación de presión de velocidad variable o el control de limitación de succión de velocidad variable deben tener una certificación en caballos de fuerza como mínimo equivalente a los caballos de fuerza del motor o, donde esté certificada en amperios, deben tener una certificación en amperios no inferior a la corriente de carga máxima del motor.

N 10.10.1.3.1 No debe excederse la certificación de corriente de la unidad impulsora de frecuencia variable (VFD) cuando se opera en el factor de servicio del motor.

10.10.1.4 Los controladores para motores que impulsan cargas de par constante, tales como las bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada o aditivos (espuma), deben estar certificadas para aplicaciones de par constante y la unidad impulsora de frecuencia variable (VFD) en tales controladores debe estar certificada para una carga de motor de par constante.

10.10.2 Marcas adicionales. Además de las marcas requeridas en 10.1.2.5.1, el controlador debe estar marcado con la certificación máxima de temperatura ambiente.

10.10.3* Operación en desvío (Bypass).

10.10.3.1* Si existiera una falla en el control de limitación de presión de velocidad variable en mantener la presión del sistema a o por encima de la presión establecida del sistema de control de limitación de presión de velocidad variable, el controlador debe desviar y aislar el sistema de control de limitación de presión de velocidad variable y operar la bomba a la velocidad nominal.

10.10.3.1.1 Presión baja. Si la presión del sistema permanece por debajo de la presión establecida por más de 15 segundos, debe tener lugar la operación en desvío (bypass).

10.10.3.1.2* Motor no operativo. Si el motor de velocidad variable indica que no está operativo dentro de los cinco segundos, debe tener lugar la operación en desvío (bypass).

10.10.3.1.3* Deben proveerse los medios para evitar corrientes de irrupción mayores de lo normal al transferir el motor de la bomba contra incendio del modo de velocidad variable al modo en desvío (bypass).

10.10.3.2 Cuando el control de limitación de presión de velocidad variable esté desviado, la unidad debe permanecer desviada hasta que sea manualmente restaurada.

10.10.3.3 Los contactores de desviación deben estar operativos utilizando la manija o palanca de funcionamiento de emergencia definida en 10.5.3.2.

10.10.3.4 Apagado automático. Cuando el control de limitación de presión de velocidad variable esté desviado, el apagado automático del controlador debe hacerse según lo permitido en 10.5.4.2.

10.10.3.5 Cuando se use el medio de selección manual requerido en 10.10.7.3 para iniciar una conmutación desde el modo de velocidad variable hacia el modo de desviación, si la bomba está funcionando en el modo de velocidad variable y no exista ninguna de las condiciones descritas en 10.10.3 que requieren

que el controlador inicie el funcionamiento en desvío, el controlador debe estar dispuesto de modo que se proporcione una demora en el reinicio para permitir que el motor sea desenergizado antes de que vuelva a ser reenergizado en el modo de desvío.

10.10.4 Aislamiento.

10.10.4.1 El motor de velocidad variable debe ser aislado de la línea y carga cuando no esté en funcionamiento.

10.10.4.2 El contactor de aislamiento de carga de motor de velocidad variable y el contactor de desviación deben estar mecánica y eléctricamente enclavados para evitar el cierre simultáneo.

10.10.5* Protección del circuito.

10.10.5.1 Debe proveerse de una protección separada del circuito del motor de velocidad variable entre el lado de la línea del motor de velocidad variable y el lado de la carga del ruptor de circuito requerido en 10.4.3.

10.10.5.2 La protección del circuito requerida en 10.10.5.1 debe estar coordinada de modo tal que el ruptor de circuito de 10.4.3 no se dispare debido a una condición de falla en el circuito de velocidad variable.

10.10.6 Calidad de potencia.

10.10.6.1 El equipo de corrección de calidad de potencia debe estar ubicado en el circuito de velocidad variable.

10.10.6.1.1 Como mínimo, debe proveerse el 5 por ciento de la reactancia de la línea.

10.10.6.2* Donde existan voltajes más altos o mayores longitudes de cable en el sistema, la longitud del cable y los requisitos del motor deben estar coordinados.

Δ 10.10.6.3 No debe requerirse coordinación donde el voltaje del sistema no exceda 480 V y las longitudes de los cables entre el motor y el controlador no excedan 100 pies (30.5 m) (ver 10.10.6.2).

10.10.7 Control local.

10.10.7.1 Todos los dispositivos de control requeridos para mantener al controlador en funcionamiento automático deben estar dentro de gabinetes que puedan ser cerrados.

Δ 10.10.7.2 Excepto según lo establecido en 10.10.7.2.1, el elemento de detección de presión de la velocidad variable conectado de conformidad con lo especificado en 10.5.2.1.8.6 debe ser utilizado únicamente para controlar el motor de velocidad variable.

10.10.7.2.1 Donde se provean elementos de detección de presión redundantes como parte de una unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, estos deben estar permitidos para otras funciones del sistema.

10.10.7.3 Deben proveerse los medios para seleccionar manualmente entre el modo de velocidad variable y el modo en desvío.

10.10.7.4 Excepto según lo establecido en 10.10.7.4.2, el control de presión común no debe ser utilizado para instalaciones de bombas múltiples.

10.10.7.4.1 Cada circuito de control de detección de presión del controlador debe operar de manera independiente.

10.10.7.4.2 Debe permitirse el uso de un control de presión común para el controlador de la unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada.

10.10.8 Dispositivos indicadores en el controlador.

10.10.8.1 Falla del motor. Debe proveerse un indicador visible para indicar cuando falla el motor de velocidad variable.

10.10.8.2 Modo de desvío. Un indicador visible debe ser provisto para indicar cuando el controlador se encuentra en modo de desvío.

10.10.8.3 Sobrepresión del control de limitación de presión de velocidad variable. Debe proveerse una indicación visible en todos los controladores equipados con control de limitación de presión de velocidad variable para que se active al 115 por ciento de la presión establecida.

10.10.9 Contactos del controlador para indicación remota. Los controladores deben estar equipados con contactos (abiertos o cerrados) para operar circuitos para las condiciones establecidas en 10.10.8.

10.10.10 Desempeño del sistema.

10.10.10.1* El controlador debe ser provisto de medios de ajuste adecuados para reportar varias condiciones de campo.

10.10.10.2 La operación a velocidad reducida no debe resultar en el recalentamiento del motor.

10.10.10.3 La frecuencia máxima de operación no debe exceder la frecuencia de la línea.

10.10.10.4 Dentro de los veinte segundos posteriores a una demanda de arranque, las bombas deben abastecer y mantener una presión de descarga estable (± 10 por ciento) en todo el rango de funcionamiento completo.

10.10.10.4.1 Debe permitirse que la presión de descarga vuelva a estabilizarse toda vez que se modifique la condición del flujo.

10.10.11 Configuraciones críticas. Deben proveerse y colocarse los medios en el interior del gabinete del controlador en forma permanente, para registrar las siguientes configuraciones:

- (1) Configuración del punto establecido de limitación de presión de velocidad variable
- (2) Presión de arranque de la bomba
- (3) Presión de parada de la bomba

10.10.12 Impulsores de velocidad variable para bombas verticales.

10.10.12.1 El proveedor de la bomba debe informar al fabricante del controlador sobre todas las velocidades de resonancia críticas que estén dentro del rango de la velocidad operativa de la bomba, que van desde cero hasta la velocidad máxima.

10.10.12.1.1 El controlador debe evitar funcionar a estas velocidades o cuando exista un aumento gradual de las mismas.

10.10.12.1.2 El controlador debe hacer uso de salto de frecuencias con un ancho de banda suficiente para evitar la excitación de la bomba hacia una resonancia.

10.10.12.2 Cuando se instalen bombas lubricadas con agua con cojinetes de eje en línea, el fabricante de la bomba debe informar al fabricante del controlador sobre el tiempo máximo

permitido para que el agua llegue hasta el cojinete superior, bajo condiciones en las que el nivel de agua del foso o reservorio sea el más bajo previsto.

10.10.12.2.1 El controlador debe proveer una velocidad de aceleración dentro de este período de tiempo.

10.10.12.3 El tiempo de desaceleración debe ser aprobado o convenido con el fabricante de la bomba.

10.10.12.4 Cualquier salto de frecuencia empleado y su ancho de banda debe incluirse junto con la información requerida en 10.10.11.

10.10.12.5 Los tiempos de aceleración y desaceleración para bombas lubricadas con agua deben incluirse junto con la información requerida en 10.10.11.

Capítulo 11 Impulsor con motor diésel

11.1 Generalidades.

11.1.1 Este capítulo provee requisitos para el desempeño mínimo de los impulsores con motores diésel.

11.1.2 Los dispositivos accesorios, tales como los medios de monitoreo y de señalización, están incluidos donde sea necesario para asegurar el desempeño mínimo del equipo mencionado con anterioridad

11.1.3* Tipo de motor.

11.1.3.1 Los motores diésel para el impulso de bombas contra incendio deben ser del tipo de ignición por compresión.

11.1.3.2 No deben utilizarse motores de combustión interna de ignición por chispa.

11.2 Motores.

11.2.1 Listado. Los motores deben estar listados para el servicio de bombas contra incendio.

11.2.2 Certificaciones de los motores.

11.2.2.1 Los motores deben tener una placa indicando la certificación listada disponible en caballos de fuerza para impulsar la bomba.

11.2.2.2* La capacidad del motor en caballos de fuerza, cuando esté equipado para el servicio de la bomba contra incendio, debe tener una certificación mínima de cuatro horas en caballos de fuerza, no inferior al 10 por ciento mayor que la potencia en caballos de fuerza listada en la placa de identificación del motor.

11.2.2.3 Los motores deben ser aceptables con las certificaciones de caballos de fuerza listadas por el laboratorio de pruebas para condiciones normales de SAE.

11.2.2.4* Debe efectuarse una reducción del 3 por ciento de la certificación de caballos de fuerza en condiciones normales de SAE por cada 1000 pies (300 m) de altitud sobre 300 pies (91 m).

11.2.2.5* Debe efectuarse una reducción del 1 por ciento de la certificación de caballos de fuerza corregidas a condiciones normales de SAE por cada 10°F (5.6°C) por encima sobre 77°F (25°C) de temperatura ambiente.

11.2.2.6 Donde se utilicen motores de engranajes en ángulo recto (*ver 7.5.18*) entre la bomba de turbina vertical y su motor, el requisito de caballos de fuerza de la bomba debe incrementarse para compensar la pérdida de potencia en el motor.

11.2.2.7 Una vez cumplidos los requisitos establecidos en los puntos 11.2.2.1 a 11.2.2.6, los motores deben tener una certificación mínima de cuatro horas en caballos de fuerza, equivalente o superior a la potencia al freno en caballos de fuerza requerida para accionar la bomba a su velocidad nominal, bajo cualquiera de las condiciones listadas para las condiciones ambientales a las que se encuentra la carga de la bomba.

11.2.3 Conexión de la energía del motor a la bomba.

11.2.3.1 Los motores de ejes horizontales deben estar provistos de un medio para la conexión directa de un adaptador de acople flexible, un adaptador de eje de conexión flexible, un eje corto o un acoplamiento torsional al volante del motor. (*Ver Sección 6.5 y 7.5.1.4.*)

11.2.4 Controles de velocidad del motor.

11.2.4.1 Gobernador del control de velocidad.

11.2.4.1.1 Los motores deben estar provistos con un gobernador con capacidad para regular la velocidad del motor dentro de un rango del 10 por ciento entre el cierre y la condición de carga máxima de la bomba.

11.2.4.1.2 Se debe poder ajustar el gobernador en el campo, configurado y asegurado para mantener la velocidad nominal de la bomba a su carga máxima.

N 11.2.4.1.3 Debe permitirse que los motores de inyección de combustible mecánica con un dispositivo regulador de control de velocidad mecánico empleen un sistema de anulación del control de velocidad accionado por electricidad para obtener un control de velocidad de menos del 10 por ciento, siempre que igual se cumplan los requisitos de 11.2.4.1.1 en caso de falla del sistema de control de velocidad de accionamiento eléctrico.

11.2.4.1.4 Los motores deben acelerar hasta la velocidad nominal de salida dentro de los **20** segundos.

11.2.4.2* Control electrónico de manejo de combustible.

11.2.4.2.1 Módulo de control electrónico alternativo. Los motores que incorporan un módulo de control electrónico (ECM) para efectuar y controlar el proceso de inyección de combustible deben tener un ECM alternativo montado y cableado para que el motor pueda producir su salida de energía nominal completa si ocurriera una falla en el ECM primario.

11.2.4.2.2 Protección del voltaje del módulo de control electrónico (ECM, por sus siglas en inglés). Los ECM deben estar protegidos de los picos de voltaje transitorios y corriente directa (CD) inversa.

11.2.4.2.3 Interruptor de selección del ECM.

11.2.4.2.3.1 Operación.

(A) La transición desde el ECM primario hacia el alternativo o desde el alternativo hasta el primario debe estar controlada por un interruptor manual/automático sin posición de apagado.

(B) Cuando el interruptor requerido en 11.2.4.2.3.1(A) esté en la posición automática, la transición desde el ECM primario

hacia el alternativo o desde el alternativo hacia el primario debe efectuarse automáticamente al producirse una falla en cualquiera de los ECM.

(C) Cuando el interruptor requerido en 11.2.4.2.3.1(A) esté en la posición manual, la transición desde el ECM primario hacia el alternativo o desde el alternativo hacia el primario debe efectuarse manualmente.

11.2.4.2.3.2 Supervisión. Debe proveerse un indicador visual en el panel de instrumentos del motor y una señal de supervisión debe ser provista en el controlador cuando el interruptor de selección del ECM esté posicionado hacia el ECM alternativo.

11.2.4.2.3.3 Contactos.

(A) Los contactos de cada uno de los circuitos deben estar certificados para **ambos** corriente y voltaje, en sus valores mínimos y máximos.

(B) La resistencia total de cada uno de los circuitos del ECM en el interruptor de selección debe ser aprobada por el fabricante del motor de la bomba.

11.2.4.2.3.4 Gabinete.

Δ (A) El interruptor de selección debe estar encerrado en un gabinete NEMA Tipo 2, a prueba de goteo.

(B) Donde hubiera condiciones ambientales especiales, deben usarse gabinetes adecuados certificados.

11.2.4.2.3.5 Montaje.

(A) El interruptor de selección y el gabinete deben estar montados en el motor.

(B) El gabinete del interruptor de selección y/o el interruptor de selección que está en su interior deben estar aislados de la vibración del motor, a fin de evitar algún deterioro en la operación de contacto.

11.2.4.2.4* Potencia de salida del motor. El ECM (o sus sensores conectados) no debe, por ningún motivo, causar intencionalmente una reducción de la capacidad del motor de producir la potencia de salida nominal.

11.2.4.2.5 Sensores del ECM. Cualquier sensor necesario para el funcionamiento del ECM que afecte la capacidad del motor de producir su potencia de salida nominal debe tener un sensor redundante que debe operar de manera automática en caso de que se produzca una falla en el sensor primario.

11.2.4.2.6 Supervisión del motor del ECM. Debe proveerse una señal de supervisión común dirigida hacia el controlador como mínimo en los siguientes casos:

- (1) Falla en la inyección de combustible
- (2) Presión de combustible baja
- (3) Cualquier falla en el sensor primario

11.2.4.2.7 Suministro de energía para el ECM y el motor.

11.2.4.2.7.1* En el modo de espera (standby), deben usarse las baterías del motor o los cargadores de baterías para suministrar energía al ECM.

11.2.4.2.7.2 Los motores no deben requerir más de 0.5 amperios de la batería o del cargador de la batería, mientras el motor no está en funcionamiento.

11.2.4.3 Control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable (opcional).

11.2.4.3.1 Los sistemas de control de limitación de presión de velocidad variable o de control de limitación de succión de velocidad variable utilizados en motores diésel para accionar bombas contra incendio deben estar listados para el servicio de bombas contra incendio y ser capaces de limitar el cabezal nominal total de salida de la bomba (presión) o la presión de succión mediante la reducción de la velocidad de la bomba.

11.2.4.3.2 Los sistemas de control de velocidad variable no deben reemplazar al gobernador del motor, según se define en 11.2.4.1.

11.2.4.3.3 En el caso de producirse una falla en el sistema de control de velocidad variable, el motor debe funcionar a la velocidad certificada para la bomba con el gobernador definido en 11.2.4.1.

11.2.4.3.4 Línea sensora de presión.

11.2.4.3.4.1 Debe proveerse una línea sensora de presión en el motor con una línea de ½ pulg. (12.7 mm) de tamaño nominal de diámetro interno.

11.2.4.3.4.2 Para el control de limitación de presión, debe instalarse una línea sensora de presión desde una conexión entre la brida de descarga y la válvula de retención de descarga hacia el motor.

11.2.4.3.4.3* Si la línea sensora de presión se instala donde podría ingresar sedimento, deben instalarse una trampa desplegable y un mecanismo de limpieza.

11.2.4.3.4.4 Para el control de limitación de succión, debe instalarse una línea sensora desde una conexión en la brida de entrada de la bomba hacia el motor.

11.2.4.3.5 Dentro de los veinte segundos posteriores a una demanda de arranque, las bombas deben abastecer y mantener una presión de descarga estable (± 10 por ciento) en todo el rango de funcionamiento completo.

11.2.4.3.5.1 Debe permitirse que la presión de descarga vuelva a estabilizarse toda vez que se modifique la condición del flujo.

11.2.4.4 Control de apagado del motor por exceso de velocidad, señal de baja presión de aceite, y señales de alta y baja temperatura del refrigerante.

11.2.4.4.1 Los motores deben estar provistos de un dispositivo de apagado por exceso de velocidad.

11.2.4.4.2 El dispositivo para exceso de velocidad debe estar dispuesto de modo que apague el motor cuando el rango de velocidad sea del 10 al 20 por ciento superior a la velocidad nominal del motor y de manera que pueda ser reconfigurado manualmente.

11.2.4.4.3 Debe proveerse un medio que indique una señal de avería por exceso de velocidad en el controlador automático del motor, de manera que el controlador no pueda ser reconfigurado hasta que el dispositivo de apagado por exceso de velocidad sea manualmente reconfigurado a su posición de funcionamiento normal.

11.2.4.4.4 Deben proveerse medios para la verificación del interruptor por exceso de velocidad y de la función de apagado de los circuitos.

11.2.4.4.5 Deben proveerse medios para la señalización en el controlador de la presión de aceite críticamente baja en el sistema de lubricación del motor.

11.2.4.4.5.1 Deben proveerse medios en el motor para la prueba de funcionamiento de la señal de presión de aceite que se emite en el controlador, que active una alarma visible y audible común en el controlador, según lo requerido en 12.4.1.3.

11.2.4.4.5.2 Las instrucciones para llevar a cabo la prueba descrita en 11.2.4.4.5.1 deben ser incluidas en el manual del motor.

11.2.4.4.6 Deben proveerse medios para la señalización de temperatura alta del motor en el controlador.

11.2.4.4.6.1 Deben proveerse medios en el motor para que la prueba de funcionamiento de la señal de temperatura alta del motor que se emite en el controlador, active una alarma visible y audible común en el controlador, según lo requerido en 12.4.1.3.

11.2.4.4.6.2 Las instrucciones para llevar a cabo la prueba descrita en 11.2.4.4.6.1 deben ser incluidas en el manual del motor.

11.2.4.4.7 Deben proveerse medios para la señalización de temperatura baja del motor en el controlador.

Δ 11.2.4.4.7.1 Deben proveerse medios en el motor para que las pruebas de funcionamiento de la señal de temperatura baja del motor en el controlador, cuyo resultado sea una alarma visible y audible común en el controlador, según lo requerido en 12.4.1.4.

11.2.4.4.7.2 Las instrucciones para llevar a cabo la prueba descrita en 11.2.4.4.7.1 deben ser incluidas en el manual del motor.

11.2.4.4.8 Deben proveerse medios para la señalización de temperatura alta del agua de refrigeración hacia el controlador a una temperatura especificada por el fabricante del motor, coordinada con el dimensionamiento del suministro de agua de intercambio de calor.

11.2.4.4.8.1 Deben proveerse medios en el motor para la prueba del funcionamiento de la señal de temperatura del agua de refrigeración alta hacia el controlador que derive en una alarma visible y audible común en el controlador, según lo requerido en 12.4.1.3.

11.2.4.4.8.2 Las instrucciones para llevar a cabo la prueba mencionada en 11.2.4.4.8.1 deben ser incluidas en el manual del motor.

11.2.4.5 Control de funcionamiento del motor e interrupción del arranque.

11.2.4.5.1 Los motores deben estar provistos de un interruptor sensible a la velocidad que emita una señal sobre el funcionamiento del motor y la interrupción del arranque.

11.2.4.5.2 La energía para esta señal debe tomarse de una fuente que no sea el generador ni el alternador del motor.

11.2.5 Instrumentación.

11.2.5.1 Panel de instrumentos.

11.2.5.1.1 Todos los instrumentos del motor deben colocarse en un panel fijado al motor o en el interior de un controlador del motor montado sobre la placa de la base.

11.2.5.1.2 El panel de instrumentos del motor no debe utilizarse como una caja de empalme o conduit para ningún suministro de corriente alterna (CA).

11.2.5.2 Velocidad del motor.

11.2.5.2.1 Debe proveerse un tacómetro u otros medios para indicar las revoluciones por minuto del motor, que incluya al cero, en todo momento.

11.2.5.2.2 El tacómetro debe ser del tipo totalizador, o debe proveerse un contador horario u otros medios que registre el tiempo total de funcionamiento del motor.

11.2.5.2.3 Debe permitirse que los tacómetros con pantalla digital se encuentren en blanco cuando el motor no está en funcionamiento.

11.2.5.3 Indicador presión de aceite. Los motores deben estar provistos de un indicador de presión de aceite u otros medios que señale la presión del aceite lubricante.

11.2.5.4 Indicador de temperatura. Los motores deben estar provistos de un indicador de temperatura u otros medios que señalen la temperatura del refrigerante del motor en todo momento.

11.2.5.5 El motor debe estar provisto con un medio para indicar el tipo de falla que se está señalizando en 11.2.4.2.6.

11.2.6 Elementos del cableado.

11.2.6.1 Cableado del controlador automático en fábrica.

11.2.6.1.1* Todos los cables de conexión para controladores automáticos deben sujetarse o revestirse de manera flexible, montarse sobre el motor y conectarse en una caja de conexiones del motor a las terminales numeradas para corresponderse con las terminales numeradas del controlador.

11.2.6.1.2 Todo el cableado del motor, incluidos los circuitos de arranque, deben dimensionarse para un funcionamiento continuo.

N 11.2.6.1.3 Deben tomarse las debidas provisiones en el motor para la conexión de los dos conductores sensores remotos desde cada uno de los cargadores de baterías, con el propósito de medir con exactitud el voltaje en cada uno de los terminales de baterías en todas las condiciones de carga.

11.2.6.2* Cableado de control automático en campo.

11.2.6.2.1 Las interconexiones entre el controlador automático y la caja de conexiones del motor deben llevarse a cabo usando cable trenzado dimensionado para un funcionamiento continuo.

11.2.6.2.1.1 El tamaño del cable de interconexión debe basarse en la longitud, según lo recomendado para cada terminal por el fabricante del controlador.

11.2.6.2.2 Las interconexiones de corriente directa (CD) entre el controlador automático y la caja de conexiones del

motor y cualquier suministro de corriente alterna (CA) al motor deben ser direccionadas en conduits separados.

11.2.6.3 Cables de baterías.

11.2.6.3.1 Los cables de baterías deben ser dimensionados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del motor, tomando en consideración la longitud de los cables requerida para la ubicación específica de la batería.

11.2.7 Métodos de arranque.

11.2.7.1 Dispositivos de arranque. Los motores deben estar equipados con un dispositivo de arranque confiable.

11.2.7.2 Arranque eléctrico. Donde se utilice un arranque eléctrico, el dispositivo de arranque eléctrico debe tomar corriente desde baterías de almacenamiento.

11.2.7.2.1 Baterías.

11.2.7.2.1.1 Cada motor debe estar provisto de dos unidades de batería de almacenamiento: unidad de batería A y unidad de batería B.

Δ 11.2.7.2.1.2* Las baterías de plomo ácido inundadas deben ser proporcionadas en una condición de carga húmeda o seca con líquido electrolítico en un recipiente separado. Las baterías de plomo-ácido reguladas por válvula (valve-regulated lead-acid VRLA) deben ser proporcionadas en condiciones de carga completa.

Δ 11.2.7.2.1.3 Debe permitirse la instalación de baterías de níquel-cadmio u otros tipos de baterías lugar de baterías de plomo ácido, siempre que cumplan los requisitos del fabricante del motor y que los niveles de voltaje de carga de los cargadores mencionados en 11.2.7.2.5.3 estén coordinados para cumplir con los requisitos de las baterías específicas.

Δ 11.2.7.2.1.4* A 40 °F (4 °C), la unidad de baterías A debe tener la capacidad suficiente para mantener la velocidad de arranque recomendada por el fabricante del motor durante seis ciclos consecutivos de 15 segundos de arranque del motor y 15 segundos de reposo.

N 11.2.7.2.1.5 A 40 °F (4 °C), la unidad de baterías B debe tener la capacidad suficiente para mantener la velocidad de arranque recomendada por el fabricante del motor durante seis ciclos consecutivos de 15 segundos de arranque del motor y 15 segundos de reposo.

Δ 11.2.7.2.1.6* La unidad de baterías A y la unidad de baterías B, combinadas, deben ser de un tamaño, en función de los cálculos, que tenga la capacidad de soportar las cargas definidas en 11.2.7.2.3 durante 72 horas de energía de reserva, seguido por seis ciclos consecutivos de 15 segundos de arranque del motor y 15 segundos de reposo, sin energía de corriente alterna disponible para la carga de las baterías.

11.2.7.2.2* Aislamiento de las baterías.

11.2.7.2.2.1 Los motores con un solo motor de arranque deben incluir un contactor para la batería principal instalado entre cada una de ellas y el motor de arranque para el aislamiento de las baterías.

(A) Los contactores de las baterías principales deben estar listados para el servicio de impulsores de bombas contra incendio.

(B) Los contactores de las baterías principales deben estar certificados para la corriente de arranque del motor.

(C) Los contactores de las baterías principales deben ser capaces de un funcionamiento mecánico manual, incluidos los métodos positivos, como un operador central accionado por resorte, para transmitir energía al motor de arranque en caso de producirse una falla en el circuito del controlador.

11.2.7.2.2.2 Los motores con dos motores de arranque deben tener un motor de arranque exclusivo para cada batería.

(A) Cada motor de arranque debe cumplir con los requisitos de arranque de un solo sistema de motores de arranque.

(B) Para activar el arranque, cada motor de arranque debe tener un relé de solenoide integral para ser puesto en funcionamiento por el dispositivo controlador de la bomba.

(C) Cada relé solenoide integral del motor de arranque debe tener capacidad para recibir energía desde un operador manual listado y certificado para el relé de solenoide del motor de arranque e incluir un interruptor mecánico en el panel del motor para transmitir energía al motor de arranque en caso de producirse una falla en el circuito del controlador.

11.2.7.2.3 Cargas de las baterías.

11.2.7.2.3.1 Las cargas no esenciales no deben ser alimentadas con las baterías de arranque del motor.

11.2.7.2.3.2 Las cargas esenciales, incluidos el motor, el controlador y todos los equipos del cuarto de bombas combinados no deben exceder de 0.5 amperios para un total de 1.5 amperios, en forma continua.

11.2.7.2.4* Ubicación de las baterías.

11.2.7.2.4.1 Las baterías de almacenamiento deben ubicarse en un soporte por encima del piso, fijarse para evitar los desplazamientos y colocarse donde no vayan a estar sujetas a temperatura excesiva, vibraciones, daños mecánicos o inundaciones con agua.

11.2.7.2.4.2 Las piezas que transportan corriente deben encontrarse a no menos de 12 pulg. (305 mm) por encima del nivel del suelo

11.2.7.2.4.3 Las baterías de almacenamiento deben encontrarse fácilmente accesibles para mantenimiento.

11.2.7.2.4.4 Las baterías de almacenamiento no deben estar ubicadas en frente de los instrumentos y controles montados sobre el motor.

11.2.7.2.4.5 Las estanterías para almacenamiento de baterías y su ubicación deben cumplir con lo establecido en *NFPA 70*.

N 11.2.7.2.5* Recarga de baterías.

N 11.2.7.2.5.1 Debe haber dos medios para la recarga de las baterías de almacenamiento.

N 11.2.7.2.5.2 Un método debe ser el generador o alternador provisto con el motor.

N 11.2.7.2.5.3 El otro método debe ser un cargador de baterías controlado automáticamente, de acuerdo con la Sección 12.6, que obtenga la energía de una fuente de energía de corriente alterna.

11.2.7.3 Arranque hidráulico.

11.2.7.3.1 Donde se utilice un arranque hidráulico, los acumuladores y otros accesorios deben colocarse en gabinetes o protegerse de modo que no sufran daños mecánicos.

11.2.7.3.2* Las tuberías entre el motor y el sistema acumulador hidráulico deben ser instaladas de acuerdo con las recomendaciones de caída máxima de presión admitida del fabricante.

11.2.7.3.3 El motor diésel debe instalarse sin ayuda de arranque, con la excepción de lo requerido en 11.2.8.2.

11.2.7.3.4 El motor diésel, según sea instalado, debe tener la capacidad de soportar su carga nominal total durante 20 segundos después de iniciado el arranque con el aire de entrada, la temperatura ambiente y todos los equipos de arranque a 32°F (0°C).

Δ 11.2.7.3.5 El sistema de arranque hidráulico debe ser un sistema autónomo que proveerá las fuerzas de arranque y revoluciones por minuto (rpm) de arranque del motor requeridas, según lo recomendado por el fabricante del motor

N 11.2.7.3.6 Los medios operados eléctricamente o los medios operados por aire deben automáticamente recargar y mantener la presión hidráulica almacenada dentro de los requisitos de presión predeterminados.

N 11.2.7.3.7 Los medios para mantener automáticamente el sistema hidráulico dentro de los requisitos de presión predeterminados deben recibir energía desde la barra distribuidora principal y desde la barra distribuidora de emergencia final, si se hubiera provisto una.

N 11.2.7.3.8 Deben proveerse medios impulsados por motor para la recarga del sistema hidráulico cuando el motor está funcionando.

N 11.2.7.3.9 Deben proveerse medios para manualmente recargar, depurar y purgar el sistema acumulador hidráulico.

N 11.2.7.3.10 Cuando el motor está equipado con múltiples sistemas de arranque (de diferentes tipos), uno de los sistemas debe ser definido como sistema de arranque primario y el otro como sistema de arranque secundario.

N 11.2.7.3.11 Cuando se use como sistema de arranque único o primario, la capacidad del sistema de arranque hidráulico debe proporcionar no menos de doce ciclos de arranque de no menos de 15 segundos cada uno (capacidad para 180 segundos de tiempo de arranque total).

N 11.2.7.3.11.1 La capacidad total debe ser provista desde dos sistemas acumuladores separados, del mismo tamaño.

N 11.2.7.3.11.2 Los primeros seis intentos deben ser automáticos desde la fuente de señalización, alternando entre los sistemas acumuladores.

N 11.2.7.3.11.3 Los segundos seis intentos deben ser manualmente activados, ya sea desde el motor o bien el controlador, iniciándose un intento de arranque completo de 15 segundos con cada presión del botón.

N 11.2.7.3.12 Cuando se use como sistema de arranque secundario, la capacidad del sistema de arranque hidráulico debe poder proporcionar no menos de seis ciclos de arranque de no menos de 15 segundos cada uno (capacidad para 90 segundos de tiempo de arranque total).

N 11.2.7.3.12.1 Los primeros tres intentos deben ser automáticos desde la fuente de señalización.

N 11.2.7.3.12.2 Los segundos tres intentos van a ser manualmente activados ya sea desde el motor o bien el controlador, iniciándose un intento de arranque completo de 15 segundos con cada presión del botón.

N 11.2.7.3.13 Para sistemas de arranque primarios y secundarios, cada ciclo de arranque debe proveer la cantidad necesaria de revoluciones a las rpm requeridas, a fin de permitir que el motor diésel cumpla los requisitos de soportar su carga nominal total dentro de los 20 segundos de haberse iniciado el arranque con el aire de entrada, temperatura ambiente y sistema de arranque hidráulico a 32°F (0°C).

N 11.2.7.3.14 Todos los controles para el apagado del motor en caso de exceso de velocidad deben ser de una fuente de corriente directa de 12 V o de 24 V para acomodar los controles suministrados en el motor, y también debe aplicarse lo siguiente:

- (a) En el caso de producirse tal falla, el sistema de arranque hidráulico debe contar con un enclavamiento para evitar que el motor vuelva a arrancar.
- (b) El enclavamiento debe reconfigurarse manualmente para un arranque automático cuando se corrige la falla del motor.

11.2.7.4 Arranque con aire.

11.2.7.4.1 Además de los requisitos de la Sección 11.1 a 11.2.7, 11.2.8.1, 11.2.8 a 11.6.2, 11.6.4, y 11.6.6, deben aplicarse los requisitos de 11.2.7.4.

11.2.7.4.2 Conexiones del controlador automático en fábrica.

11.2.7.4.2.1 Todos los conductores para controladores automáticos deben protegerse o revestirse de manera flexible, montarse en el motor y conectarse en una caja de conexiones del motor hacia las terminales numeradas para corresponder con las terminales numeradas del controlador.

11.2.7.4.2.2 Estos requisitos deben garantizar una conexión lista en el campo entre los dos equipos de terminales.

11.2.7.4.3 Señal para el funcionamiento del motor e interrupción del arranque.

11.2.7.4.3.1 Los motores deben contar con un interruptor de detección de velocidad para enviar una señal de funcionamiento de motor e interrupción de arranque.

11.2.7.4.3.2 La energía para esta señal debe tomarse de una fuente diferente de la del compresor del motor.

11.2.7.4.4* Suministro de arranque con aire.

11.2.7.4.4.1 Donde el motor está equipado con múltiples sistemas de arranque (de diferentes tipos), uno de los sistemas debe ser definido como sistema de arranque primario y el otro como sistema de arranque secundario.

N 11.2.7.4.4.2 Donde se use como sistema de arranque único o primario, el contenedor de suministro de aire debe estar dimensionado para 180 segundos de arranque continuo sin recarga.

N 11.2.7.4.4.3 Donde se use como sistema de arranque único o primario, la capacidad total debe ser provista desde dos con-

nedores A y B de suministro de aire separados, del mismo tamaño.

N 11.2.7.4.4.4 Donde se use como sistema de arranque único o primario, el primer intento de encendido debe ser automático desde la fuente de señalización, extrayendo del contenedor A de suministro de aire con 90 segundos de duración del arranque.

N 11.2.7.4.4.5 Donde se use como sistema de arranque único o primario, el segundo intento de encendido debe ser manualmente activado, ya sea desde el motor o bien el controlador, extrayendo del contenedor B de suministro de aire y arrancando solamente mientras el botón se mantiene oprimido.

N 11.2.7.4.4.6 Donde se use como sistema de arranque secundario, el contenedor de suministro de aire debe estar dimensionado para 90 segundos de arranque continuo sin recarga.

N 11.2.7.4.4.7 Donde se use como sistema de arranque secundario, el primer intento de encendido debe ser automático desde la fuente de señalización con 45 segundos de duración del arranque.

N 11.2.7.4.4.8 Donde se use como sistema de arranque secundario, el segundo intento de encendido debe ser manualmente activado, ya sea desde el motor o bien el controlador, arrancando solamente mientras el botón se mantiene oprimido.

11.2.7.4.4.9 Debe haber un compresor de aire automático separado e impulsado de manera adecuada o medios de obtención de aire desde algún otro sistema, independientes del compresor impulsado por el motor de la bomba contra incendio.

11.2.7.4.4.10 Debe mantenerse un servicio de supervisión adecuado para indicar condiciones de presión de aire altas y bajas.

11.2.7.4.4.11 Debe instalarse un conductor de desvío (bypass) con una válvula manual o interruptor para una aplicación directa de aire desde el contenedor de aire hacia el arranque del motor en caso de que falle el circuito de control.

11.2.8 Sistema de refrigeración del motor.

11.2.8.1 Debe incluirse el sistema de refrigeración del motor como parte del montaje de motor y debe ser uno de los siguientes tipos de circuito cerrado:

- (1) Un tipo de intercambiador de calor que incluya una bomba de circulación impulsada por el motor, un intercambiador de calor, y un dispositivo de regulación de temperatura de camisa de motor.
- (2) Un tipo de radiador que incluye una bomba de circulación impulsada por el motor, un radiador, un dispositivo de regulación de temperatura de camisa de motor, y un ventilador impulsado por motor para suministrar un movimiento positivo de aire a través del radiador.

11.2.8.2 Debe proveerse un medio para mantener una temperatura de 120 °F (49 °C) en la cámara de combustión.

11.2.8.3 Debe contarse con un acceso en el circuito para poder llenar el sistema, verificar el nivel de refrigerante y agregar refrigerante de reposición cuando sea requerido.

11.2.8.4 El refrigerante debe cumplir con la recomendación del fabricante del motor.

11.2.8.5* Suministro de agua del intercambiador de calor.

11.2.8.5.1 El suministro de agua de refrigeración para un sistema del tipo intercambiador de calor debe ser desde la descarga de la bomba y tomado antes de la válvula de retención de la descarga de la bomba.

11.2.8.5.2 El caudal de agua refrigerante requerido debe establecerse con base en la máxima temperatura ambiental del agua de refrigeración.

11.2.8.5.3 Componentes del suministro de agua del intercambiador de calor.

11.2.8.5.3.1 Para esta conexión debe utilizarse una tubería rígida y roscada.

△ 11.2.8.5.3.2 Deben permitirse secciones flexibles no metálicas entre la descarga de la bomba y la entrada del conjunto de montaje de suministro de agua de refrigeración, y entre la descarga del conjunto de montaje del suministro de agua de refrigeración y la entrada del motor, siempre que tengan al menos 2 veces la presión nominal de descarga de la bomba contra incendio y una certificación de resistencia al fuego de 30 minutos equivalentes a las establecidas en ISO 15540.

11.2.8.5.3.3 La conexión de tubería en la dirección del flujo debe incluir una válvula indicadora de cierre manual, un filtro del tipo descarga, además del que puede ser parte del regulador de presión, un regulador de presión, una válvula automática y una segunda válvula indicadora de cierre manual o una válvula de retención accionada por resorte.

11.2.8.5.3.4 Las válvulas indicadoras de cierre manual deben contar con etiquetas permanentes con un texto mínimo de 0.5 pulg. (12.7 mm) que señale lo siguiente: Para la válvula del suministro de agua del intercambiador de calor, “Normalmente Abierta” para la posición abierta normal cuando el controlador se encuentra en la posición automática y “Precaución”: “No automática/Cerrada” para la posición de emergencia o manual.

11.2.8.5.3.5 El regulador de presión debe ser de un tamaño y tipo capaz y ajustado para el paso de aproximadamente 120 por ciento del agua de refrigeración requerida cuando el motor se encuentra funcionando a la máxima potencia al freno en caballos de fuerza y cuando el regulador recibe agua a la presión de la bomba cuando está bombeando al 150 por ciento de su capacidad nominal.

11.2.8.5.3.6 Válvula automática.

(A) Una válvula automática listada para servicio de protección contra incendios debe permitir el flujo de agua refrigerante dirigido al motor cuando éste se encuentra funcionando.

(B) La energía para hacer funcionar la válvula automática debe venir desde el impulsor diésel o sus baterías y no debe venir del edificio.

(C) La válvula automática debe encontrarse normalmente cerrada.

(D) No se debe requerir una válvula automática en una bomba tipo turbina de eje vertical o cualquier otra bomba cuando no haya presión en la descarga cuando la bomba no está en funcionamiento.

11.2.8.5.3.7 Debe instalarse un manómetro de presión del sistema de suministro de agua refrigerante del lado del motor de la última válvula en el suministro de agua del intercambiador de calor y en el suministro de agua desviado del intercambiador de calor.

11.2.8.5.3.8 Separación del agua potable (opcional). Donde la autoridad competente requiera dos niveles de separación para posibles contaminantes de la fuente de agua subterránea o potable, deben instalarse válvulas de retención duales accionadas por resorte o dispositivos de prevención de contraflujo.

(A)* La(s) válvula(s) de retención accionada(s) por resorte debe(n) reemplazar a la(s) segunda(s) válvula(s) indicadora(s) de cierre manual del conjunto de montaje del circuito refrigerante, según se establece en 11.2.8.5.3.3.

(B)* Si se utilizan dispositivos de prevención de contraflujo, los dispositivos deben estar listados para el servicio de protección contra incendios e instalados en paralelo en el suministro de agua y en el conjunto de derivación del suministro de agua.

(C) Donde la autoridad competente requiera la instalación de dispositivos de prevención de contraflujo en conexión con el motor, debe tomarse especialmente en consideración el aumento de la pérdida de presión, que requerirá que el tamaño de la tubería del circuito refrigerante sea evaluado y documentado mediante cálculos de ingeniería, a fin de demostrar que cumple con las recomendaciones del fabricante del motor.

11.2.8.6* Desvío de suministro de agua del intercambiador de calor.

11.2.8.6.1 Debe instalarse una línea de desvío de tubería rígida y roscada alrededor del suministro de agua del intercambiador de calor.

11.2.8.6.2 La conexión de tubería en la dirección del flujo debe incluir una válvula indicadora de cierre manual, un filtro del tipo descarga, además del que puede ser parte del regulador de presión, un regulador de presión, y una válvula indicadora de cierre manual o una válvula de retención accionada por resorte.

△ 11.2.8.6.3 Las válvulas indicadoras de cierre manual deben contar con etiquetas permanentes con un texto mínimo de 0.5 pulg. (12.7 mm) que señale lo siguiente: Para la válvula de desvío del suministro de agua del intercambiador de calor, “Normal/Cerrada” para la posición cerrada normal cuando el controlador se encuentra en la posición automática y “Emergencia/Abierta” para la operación manual o cuando el motor está recalentando.

11.2.8.7 Salida de desechos del intercambiador de calor.

11.2.8.7.1 Debe contarse con una salida para la línea de aguas de desecho desde el intercambiador de calor, y la línea de descarga no debe ser menor que un tamaño más grande que la línea de entrada.

11.2.8.7.2 La línea de salida debe ser lo más corta posible, siempre que resulte práctico, debe descargar en un cono de desperdicios abierto y visible, y no debe contar con válvulas.

11.2.8.7.3 Debe permitirse que la salida descargue a un reservorio de succión siempre que se instale un indicador visual de flujo y de temperatura.

11.2.8.7.4 Cuando la tubería de salida de desechos es más larga que 15 pies (4.6 m) o sus descargas de salida se encuentran 4 pies (1.2 m) más elevadas que el intercambiador de calor, o ambos, el tamaño de tubería debe incrementarse por lo menos en un tamaño.

11.2.8.8 Radiadores.

11.2.8.8.1 El calor del circuito primario del radiador debe disiparse mediante el movimiento de aire a través del radiador creado por un ventilador incluido en el motor e impulsado por el mismo.

11.2.8.8.2 El radiador debe estar diseñado para limitar la temperatura máxima de funcionamiento del motor con una temperatura de ingreso de aire de 120°F (49°C) en la entrada del limpiador del aire de combustión.

11.2.8.8.3 El radiador debe incluir la plomería dirigida hacia el motor y una brida en el lado de descarga de aire para la conexión de un conducto flexible sobre el lado de descarga hacia el ventilador de aire de descarga.

11.2.8.8.4 Ventilador.

11.2.8.8.4.1 El ventilador debe empujar el aire a través del radiador que debe eliminarse de la habitación mediante el ventilador de descarga de aire.

11.2.8.8.4.2 Para garantizar una circulación de aire adecuada en el cuarto y el radiador, el ventilador debe ser capaz de soportar una restricción de una columna de agua de 0.5 pulg. (columna de agua de 13 mm) creada por la combinación del suministro de aire y los ventiladores de descarga, además del radiador, la protección del ventilador y otras obstrucciones de los componentes del motor.

11.2.8.8.4.3 El ventilador debe estar cubierto para protección personal.

11.2.9 Lubricación del motor.

11.2.9.1 Deben seguirse las recomendaciones para los calentadores del aceite, formuladas por el fabricante del motor.

11.3* Cuarto de bombas.

11.3.1 El piso o superficie alrededor de la bomba y del motor debe estar inclinado para poder lograr un drenaje adecuado del agua lejos de equipo vital, como bomba, motor, controlador, tanque de combustible, etc.

11.3.2* Ventilación.

11.3.2.1 Debe brindarse ventilación para las siguientes funciones:

- (1) Para controlar la temperatura máxima a 120°F (49°C) en la entrada del filtro de aire de combustión con el motor funcionando a la carga nominal.
- (2) Para proveer aire para la combustión del motor.
- (3) Para eliminar vapores peligrosos.
- (4) Para suministrar y eliminar el aire necesario para lograr enfriamiento del radiador del motor cuando así se requiera.

11.3.2.2 Los componentes del sistema de ventilación deben estar coordinados con el funcionamiento del motor.

11.3.2.3* Ventilador de suministro de aire.

11.3.2.3.1 El ventilador de suministro de aire no debe incluir nada en el camino de suministro de aire hacia la habitación.

11.3.2.3.2 El camino total de suministro de aire hacia la bomba no debe restringir la corriente de aire en más de una columna de agua de 0.2 pulg. (columna de agua de 5.1 mm)

11.3.2.4* Ventilador de descarga de aire.

11.3.2.4.1 Debe considerarse que el ventilador de descarga de aire no incluya nada en el trayecto de descarga de aire desde el motor hasta el exterior.

11.3.2.4.2 El ventilador de descarga de aire debe permitir que suficiente aire abandone el cuarto de bombas para satisfacer la sección 11.3.2.

11.3.2.4.3 Motores refrigerados por radiadores.

11.3.2.4.3.1 En el caso de motores refrigerados por radiadores, la descarga del radiador debe dirigirse hacia el exterior de modo de evitar la recirculación.

11.3.2.4.3.2 El ducto debe conectarse al radiador a través de una sección flexible.

11.3.2.4.3.3 El camino de descarga de aire para motores refrigerados por radiadores no debe restringir la circulación de aire en más de una columna de agua de 0.3 pulg. (7.6 mm de la columna de agua).

11.3.2.4.3.4* Debe permitirse un ducto de recirculación para el funcionamiento en temperaturas frías, siempre que se cumpla con los requisitos siguientes:

- (1) La recirculación de aire debe regularse mediante un regulador de tiro controlado termostáticamente.
- (2) El regulador de tiro de control debe cerrarse completamente en modo de falla.
- (3) El aire recirculado debe hacerse a través de ductos a fin de evitar la recirculación directa hacia el radiador.
- (4) El conducto de recirculación no debe provocar que la temperatura en la entrada del filtro de aire de combustión se eleve por encima de los 120 °F (49 °C).
- (5) El dispositivo de desvío debe estar instalado de manera que provea aire a la habitación cuando sea necesario y cuando el regulador de control esté abierto y no haya aire de escape proveniente de la habitación.

11.4 Suministro de combustible y arreglos.

11.4.1 Generalidades.

11.4.1.1 Revisión de planos. Antes de instalar cualquier sistema de combustible, deben prepararse y enviarse los planos a la autoridad competente para acordar si el sistema es el adecuado para las condiciones existentes.

11.4.1.2* Tanque de suministro de combustible.

11.4.1.2.1 El tanque de suministro de combustible y el combustible deben estar reservados exclusivamente para el motor diésel de la bomba contra incendio.

11.4.1.2.2 Debe haber un tanque de suministro de combustible separado para cada motor.

11.4.1.2.3 Debe haber un tanque de suministro de combustible y una línea de retorno separados para cada motor.

11.4.1.3 Capacidad del tanque de suministro de combustible

11.4.1.3.1* El/los tanque/s de suministro de combustible debe/n tener una capacidad de por lo menos al menos equivalente a 1 gal. por hp (5.07 l por kW), más un volumen del 5 por ciento para expansión y un volumen del 5 por ciento para sedimentación.

11.4.1.3.2 Si se requieren o no tanques de suministro de combustible de mayor capacidad, ello debe determinarse según las condiciones predominantes, tales como el ciclo de recarga y el calentamiento del combustible debido a la recirculación, y deben estar sujetos a condiciones especiales en cada caso.

11.4.1.4 Construcción de los tanques.

11.4.1.4.1 Los tanques deben ser de pared simple o de pared doble y deben estar diseñados y construidos de acuerdo con normas de ingeniería reconocidas, como ANSI/UL 142, *Norma para Tanques de Acero Superficiales, para Líquidos Inflamables y Combustibles*.

11.4.1.4.2 Los tanques deben estar montados de manera segura sobre soportes no combustibles.

11.4.1.4.3 Los tanques utilizados de acuerdo con las disposiciones de la presente norma deben limitarse a un volumen 1.320 gal (4.996 l).

11.4.1.4.3.1 En situaciones donde se estén usando tanques de combustible de más de 1320 gal (4996 l), deben aplicarse los requisitos de NFPA 37.

11.4.1.4.4 Los tanques para combustibles de pared simple deben estar encerrados con muros, bordillos o diques, suficientes para retener la capacidad completa del tanque.

11.4.1.5 Conexiones de los tanques.

11.4.1.5.1 Cada tanque debe contar con una conexión de llenado.

11.4.1.5.1.1 Las tuberías de llenado que ingresen por la parte superior del tanque deben terminar dentro de las 6 pulg. (152 mm) del fondo del tanque y deben ser instaladas y dispuestas de modo que la vibración sea mínima.

11.4.1.5.2 Cada tanque debe tener una conexión de drenaje.

11.4.1.5.2.1 Una conexión de drenaje ubicada en el punto más bajo del tanque debe ser de 1 pulg. (25.4 mm) NPT.

11.4.1.5.3 Cada tanque debe tener una conexión de ventilación.

11.4.1.5.3.1 Las ventilaciones normales deben ser de 2 pulg. (50 mm) NPT o estar dimensionados de acuerdo con ANSI/UL 142, *Norma para Tanques de Acero Superficiales, para Líquidos Inflamables y Combustibles*, u otras normas aprobadas.

(A) Como una alternativa al requisito de 11.4.1.2.5.3.1, la ventilación normal debe ser al menos tan grande como la conexión mayor de llenado o remoción, aunque en ningún caso debe ser de menos de 1¼ pulg. (32 mm) de diámetro nominal interno.

11.4.1.5.4 Cada tanque debe tener una conexión al suministro del motor.

11.4.1.5.4.1 La conexión de la tubería de suministro de combustible debe estar ubicada en uno de los lados del tanque.

11.4.1.5.4.2 La conexión de la tubería de suministro (succión) de combustible al motor debe estar ubicada en el tanque, de modo que el 5 por ciento del volumen del tanque provea un volumen de sedimentación no utilizable por el motor.

11.4.1.5.4.3 La conexión del tanque no debe ser más pequeña que la tubería de suministro de combustible al motor.

11.4.1.5.5 Cada tanque debe tener una conexión de retorno del motor.

11.4.1.5.5.1 La conexión del tanque no debe ser más pequeña que la tubería de retorno de combustible desde el motor.

11.4.1.5.6 Cada tanque debe tener una conexión al interruptor de nivel de combustible.

Δ 11.4.1.5.6.1 El tanque de combustible debe tener una conexión NPT roscada de 2 pulg. (50.8 mm) en la parte superior, próximo al centro del tanque para alojar el interruptor de nivel de combustible bajo requerido en 11.4.2.

11.4.1.5.7 Cada tanque debe tener una conexión activa de retorno de mantenimiento de combustible.

11.4.1.5.7.1 El tanque de combustible debe tener una conexión NPT roscada de 1 pulg. (25.4 mm) en la parte superior del tanque para alojar la conexión de una línea para el combustible de retorno desde un sistema activo de mantenimiento de combustible.

11.4.1.5.7.2 Donde no hay instalado un sistema activo de combustible, debe instalarse un tapón en esta conexión.

11.4.1.5.8 Si se instala un tanque de doble pared, debe monitorearse el espacio intersticial entre las paredes del tanque de almacenamiento de combustibles diésel para determinar si hay fugas de combustible y debe ser advertido por el controlador impulsor del motor.

N 11.4.1.5.9 La señal debe ser de tipo supervisora.

11.4.1.6 Tubería de ventilación.

11.4.1.6.1 La tubería de ventilación debe disponerse de modo que los vapores se descarguen hacia arriba o de manera horizontal hacia afuera desde los muros adyacentes y para que no queden atrapados por aleros u otras obstrucciones.

11.4.1.6.2 Las salidas deben terminar a una distancia de al menos 5 pies (1.5 m) de las aberturas del edificio.

11.4.1.6.3 Las salidas deben terminar a una distancia de al menos 12 pies (3.7 m) por encima del nivel del piso acabado.

11.4.1.6.4 Las ventilaciones desde los espacios intersticiales de los tanques de doble pared deben cumplir con los requisitos de 11.4.1.6.2 y 11.4.1.6.3 y no deben estar unidas por un múltiple a una ventilación desde el compartimento primario del tanque.

11.4.2 Indicación del nivel del tanque.

11.4.2.1 Debe contarse con medios diferentes a las tuberías de observación para una indicación continua de la cantidad de combustible dentro de cada tanque de almacenamiento.

11.4.2.2 Debe proveerse un indicador del nivel de combustible que se active cuando el nivel del tanque sea de dos tercios.

11.4.2.3 La condición de nivel de combustible bajo debe iniciar una señal de supervisión.

11.4.2.4 Debe evitarse el sobrellenado de los tanques mediante uno de los siguientes:

- (1) Un mecanismo automático que envía una señal audible o visible a la persona que está llenando el tanque cuando se alcanza el 90 por ciento de la capacidad del tanque y que automáticamente interrumpe el flujo de líquido hacia el tanque cuando se alcanza el 95 por ciento de la capacidad del tanque.
- (2) Un cartel permanente en el punto de llenado con una tabla de calibración e instrucciones sobre el procedimiento de llenado, que incluye que la persona que está llevando a cabo la operación de llenado determine cuán lleno está el tanque antes de la operación y calcule la cantidad de combustible (en galones o litros) que falta para llegar al 90 por ciento de la capacidad del tanque. Donde las condiciones climáticas sean tales que el cartel podría no ser visible por causa de la presencia de hielo o nieve, ser ilegible por el desgaste o por algún otro motivo, debe permitirse que los procedimientos y la tabla estén ubicadas en una ventana de la oficina, en una caja de seguridad o en otra ubicación accesible para la persona que lleva a cabo el llenado del tanque.
- (3) Cualquier procedimiento aprobado para evitar el sobrellenado del tanque.

11.4.3* Ubicación del tanque de suministro de combustible.

11.4.3.1 Los tanques de suministro de combustibles diésel deben estar ubicados sobre la superficie, de conformidad con lo establecido en ordenanzas municipales u otras, y de acuerdo con los requisitos de la autoridad competente y no deben enterrarse.

11.4.3.2 En zonas en las que sean posibles temperaturas de congelamiento [32 °F (0 °C)], los tanques de suministro de combustible deben colocarse en el cuarto de bombas.

11.4.3.3 El tanque de suministro debe estar colocado de manera que la conexión de la tubería de suministro de combustible al motor no esté por debajo del nivel de la bomba de transferencia de combustible del motor.

11.4.3.4 Los límites de presión de cabezal estático de la bomba de combustible establecidos por el fabricante del motor no deben excederse cuando el nivel de combustible dentro del tanque sea el máximo.

11.4.4* Tuberías para combustibles.

△ **11.4.4.1** Debe contarse con mangueras flexibles reforzadas resistentes a las llamas, con una certificación de resistencia al fuego de 30 minutos, equivalentes a lo establecido en ISO 15540, *Fire Resistance of Non-Metallic Hose Assemblies and Non-Metallic Compensators - Test Methods*, y una certificación de presión no menor de 2 veces el suministro de combustible y la presión de trabajo de retorno. Deben proveerse conexiones roscadas en el motor para la conexión a la tubería del sistema de combustible.

11.4.4.2 Las tuberías para combustibles no deben ser ni de acero galvanizado, ni de cobre galvanizado.

11.4.4.2.1 Donde se utilice una tubería de acero negro para la red de tuberías de combustible, los accesorios deben ser de acero o de hierro maleable.

11.4.4.3 La línea de retorno de combustible debe instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante del motor.

11.4.4.3.1 Debe permitirse que se instale una válvula de retención, según lo especificado por el fabricante del motor, en la línea de retorno de combustible únicamente cuando sea requerido por el fabricante del motor.

11.4.4.4 No debe haber una válvula de cierre en la línea de retorno de combustible al tanque.

11.4.4.5 Debe colocarse una válvula de cierre manual en la línea de suministro de combustible al tanque.

11.4.4.5.1 La válvula debe estar bloqueada en la posición de abierta.

11.4.4.5.2 No debe colocarse otra válvula que no sea una válvula manual, bloqueada en posición abierta en la línea de combustible que va desde el tanque de combustible hasta el motor, excepto según sea provista como parte del motor listado.

11.4.4.6* Protección de la línea de combustible. Debe proveerse un dispositivo protector para la tubería o emplearse una tubería de doble pared aprobada para todas las líneas de combustible expuestas al tráfico o a posibles daños.

11.4.4.7* Válvula solenoide de combustible. Donde se utilice una válvula solenoide eléctrica para controlar el suministro de combustible al motor, esta debe poder funcionar de forma mecánica manual o debe poder desviarse manualmente en caso de una falla en el circuito de control.

11.4.5* Tipo de combustible.

11.4.5.1* El tipo y grado de combustible diésel debe ser el especificado por el fabricante del motor.

11.4.5.2 En áreas donde las reglamentaciones sobre el manejo de la calidad del aire permitan sólo el uso de combustible DF #1 y no haya un motor diésel de bomba contra incendio disponible listado para uso con combustible DF #1, debe permitirse el uso de un motor listado para uso con combustible DF #2, pero debe tener la potencia nominal de placa disminuida en un 10 por ciento, siempre que el fabricante del motor apruebe el uso de combustible DF #1.

11.4.5.3 El grado del combustible debe estar indicado en la placa del motor requerida en 11.2.2.1.

11.4.5.4 El grado del aceite combustible debe estar indicado en el tanque de combustible con letras de un mínimo de 6 pulg. (152 mm) de altura y de un color que contraste con el tanque.

11.4.5.5 No deben utilizarse combustibles residuales, aceites para hogares de calefacción doméstica y aceites para lubricación drenados.

11.4.6* Electricidad estática.

11.4.6.1 El tanque, la bomba y las tuberías deben estar diseñados y operarse de manera que se eviten las igniciones electrostáticas.

11.4.6.2 El tanque, la bomba y las tuberías deben estar interconectados y puestos a tierra.

11.4.6.3 La interconexión y puesta a tierra deben aplicarse físicamente o deben estar inherentemente presentes según la naturaleza de la instalación.

11.4.6.4 Toda sección eléctricamente aislada de las tuberías o equipos metálicos debe estar interconectada y puesta a tierra para evitar la acumulación peligrosa de electricidad estática.

11.5 Escape del motor.

11.5.1 Múltiple de escape. Los múltiples de escape y los turbocompresores deben incorporar disposiciones que eviten poner en riesgo al operador o a los materiales inflamables adyacentes al motor.

11.5.2* Tuberías de escape.

11.5.2.1 Cada motor de bomba debe tener un sistema de escape independiente.

11.5.2.2 Debe realizarse una conexión flexible con una sección de acero inoxidable, sin costura o soldado corrugado (no unido), no menor a 12 pulg. (305 mm) de largo entre la salida de escape del motor y la tubería de escape.

11.5.2.3 El tubo de escape no debe tener un diámetro inferior al de la salida de escape del motor y debe ser lo más corto posible.

11.5.2.4 El tubo de escape debe estar recubierto con un aislamiento refractario o de lo contrario debe poseer una guarda para proteger al personal de alguna lesión.

11.5.2.5 El tubo y el silenciador de escape deben ser aceptables para el fabricante del motor y la contrapresión de escape no debe superar las recomendaciones del fabricante del motor.

11.5.2.5.1 El tubo y el silenciador de escape deben estar sostenidos de manera independiente de la conexión de escape flexible del motor.

11.5.2.6 Los tubos de escape deben instalarse con separaciones de al menos 9 pulg. (229 mm) de los materiales combustibles.

11.5.2.7 Los tubos de escape que pasan directamente a través de techos combustibles deben estar protegidos en el punto de paso por manguitos metálicos ventilados que se extiendan al menos 9 pulg. (229 mm) por encima y 9 pulg. (229 mm) por debajo de la construcción del techo y que tengan por lo menos 6 pulg. (152 mm) más de diámetro que el tubo de escape.

11.5.2.8 Los tubos de escape que pasan directamente a través de paredes o tabiques combustibles deben estar protegidos en el punto de paso por uno de los métodos siguientes:

- (1) Manguitos metálicos ventilados al menos 12 pulg. (305 mm) más grandes en diámetro que el tubo de escape.
- (2) Manguitos metálicos o de arcilla quemada fabricados en mampostería u otros materiales aprobados que proporcionen al menos 8 pulg. (203 mm) de aislamiento entre el manguito y los materiales de construcción.

11.5.2.9* Las emisiones de escape posteriores a los dispositivos de tratamiento que tengan el potencial de impactar de manera adversa el desempeño y la fiabilidad del motor no deben estar permitidas.

11.5.2.10 Donde lo requiera la autoridad competente, la instalación de una emisión de escape después del dispositivo de tratamiento deber ser del tipo regeneración activa con un dispositivo de limitación de presión que permita que el escape del motor pase por un lado del dispositivo post-tratamiento

cuando se supera la máxima contrapresión de escape permitida por el fabricante.

11.5.3 Ubicación de la descarga del escape.

11.5.3.1 El escape desde el motor debe canalizarse hasta un punto seguro, fuera del cuarto de bombas y debe estar dispuesto de modo que excluya el agua.

11.5.3.2 Los gases de escape no deben descargarse donde pudieran afectar personas o poner en peligro edificios.

11.5.3.3 Los sistemas de escape deben terminar fuera de la estructura, en un punto en donde los gases calientes, chispas o productos de combustión descarguen en una ubicación segura. [37:8.2.3.1]

11.5.3.4 Las terminaciones de los sistemas de escape no deben estar dirigidas hacia materiales o estructuras combustibles, o en atmósferas que contengan gases inflamables, vapores inflamables o polvos combustibles. [37:8.2.3.2]

11.5.3.5 Debe permitirse que los sistemas de escape equipados con silenciadores arrestra-chispas terminen en ubicaciones de División 2, como se define en el Artículo 500 y en el Artículo 505 de NFPA 70. [37:8.2.3.3]

11.6* Funcionamiento del sistema con motor diésel.

11.6.1 Funcionamiento semanal.

11.6.1.1 Los motores deben ser diseñados e instalados de modo que puedan ser arrancados no menos de una vez por semana y puedan funcionar durante no menos de 30 minutos para alcanzar la temperatura de operación normal.

11.6.1.2 Los motores deben funcionar sin problemas a la velocidad nominal, con excepción de los motores descritos en 11.6.1.3.

11.6.1.3 Debe permitirse que los motores equipados con controlador de limitación de presión de velocidad variable funcionen a velocidades reducidas, siempre que se mantenga la presión pre-establecida en fábrica y funcionen sin problemas.

11.6.2* Mantenimiento del motor. Los motores deben ser diseñados e instalados de modo que puedan mantenerse limpios, secos y bien lubricados a fin de garantizar un desempeño adecuado.

11.6.3 Mantenimiento de la batería.

11.6.3.1 Las baterías de almacenamiento deben ser diseñadas e instaladas de modo que puedan mantenerse cargadas en todo momento.

11.6.3.2 Las baterías de almacenamiento deben ser diseñadas e instaladas de modo que puedan ser puestas a prueba frecuentemente para determinar la condición de las celdas y la cantidad de carga de la batería.

11.6.3.3 Sólo debe utilizarse agua destilada en las celdas de las baterías.

11.6.3.4 Las placas de las baterías deben mantenerse sumergidas en todo momento.

11.6.3.5 La característica de automático en el cargador de la batería no debe reemplazar el adecuado mantenimiento de la batería y el cargador.

11.6.3.6 La batería y el cargador deben ser diseñados e instalados de modo que sea físicamente posible llevar a cabo inspecciones periódicas tanto de la batería como del cargador.

11.6.3.6.1 Esta inspección debe determinar que el cargador funciona correctamente, que el nivel de agua de la batería es el correcto y que la batería tiene la carga adecuada.

11.6.4* Mantenimiento del suministro de combustible.

11.6.4.1 Los tanques de almacenamiento de combustibles deben ser diseñados e instalados de modo que puedan conservarse llenos y mantenerse tanto como fuera factible en todo momento, pero nunca por debajo de 66 por ciento (dos tercios) de la capacidad del tanque.

11.6.4.2 Los tanques deben ser diseñados e instalados de modo que siempre puedan ser llenados por medios que garanticen el retiro de la totalidad del agua y materiales extraños.

11.6.4.3* Los tanques deben ser diseñados e instalados de modo que puedan ser mantenidos por medios que garanticen el retiro de agua y materiales extraños.

11.6.4.4* Debe permitirse la instalación de un sistema activo de mantenimiento de combustible para el servicio de bombas contra incendio para el mantenimiento del combustible en el tanque de suministro.

11.6.4.4.1 Donde esté provisto, el sistema activo de mantenimiento de combustible debe estar equipado con un indicador visible que señale cuándo el sistema necesita mantenimiento.

11.6.4.4.2 Donde esté provisto, el sistema activo de mantenimiento de combustible debe estar equipado con un cierre de contacto para señalar en el controlador cuándo el sistema necesita mantenimiento.

11.6.4.4.3 Donde esté provisto, el sistema activo de mantenimiento de combustible debe estar permanentemente conectado al tanque de combustible de la siguiente manera:

- (1) Todas las conexiones deben hacerse directamente con el tanque.
- (2) El suministro desde el tanque hasta el sistema activo de mantenimiento de combustible debe incluir una válvula de cierre manual y una conexión al drenaje ubicado entre el fondo del tanque y la válvula de drenaje del tanque de almacenamiento de combustible.
- (3) El retorno desde el sistema activo de mantenimiento de combustible hacia el tanque de almacenamiento de combustible debe estar conectado a la conexión dedicada que está en la parte superior del tanque con un tubo que desciende hasta el nivel del 50 por ciento, y debe incluir una válvula de cierre manual para el servicio de mantenimiento y reparación del sistema.

11.6.5* Mantenimiento de la temperatura.

11.6.5.1 La temperatura del cuarto de bombas, caseta de bomba o área donde están instalados los motores debe ser diseñada de modo que se mantenga en, o por encima de, la temperatura mínima recomendada por el fabricante del motor.

N 11.6.5.2 En ubicaciones donde la energía eléctrica no es confiable y donde hay riesgo de congelamiento del cuarto de bombas, debe proveerse una fuente de energía alternativa para mantener la calefacción ambiental, la carga de las baterías, el calentamiento del bloque motor y la iluminación.

11.6.6 Arranque y parada de emergencia.

11.6.6.1 Debe colocarse la secuencia para funcionamiento de emergencia manual, dispuesta paso a paso, en el motor de la bomba contra incendio.

11.6.6.2 Debe ser responsabilidad del fabricante de motores listar las instrucciones específicas pertinentes al funcionamiento de este equipo durante operaciones de emergencia.

Capítulo 12 Controladores para motor diésel

12.1 Aplicación.

12.1.1 Este capítulo provee los requerimientos para desempeño mínimo de controladores de motor diésel automáticos y no automáticos para bombas contra incendio impulsadas por motores diésel.

12.1.2 Los dispositivos accesorios, tales como los medios de alarma de bomba contra incendio y de señalización, están incluidos donde sea necesario para asegurar el desempeño mínimo del equipo mencionado en 12.1.1.

12.1.3 Generalidades.

12.1.3.1 Todos los controladores deben estar específicamente listados para servicio de bombas contra incendio impulsadas por motores diésel.

12.1.3.2 Todos los controladores deben estar completamente armados, cableados y puestos a prueba por el fabricante antes del embarque desde la fábrica.

12.1.3.3 Marcación.

12.1.3.3.1 Todos los controladores deben estar marcados como "Controlador de bomba contra incendio de motor diésel" y deben mostrar claramente el nombre del fabricante, la designación de identificación, la presión nominal operativa, la designación de tipo de gabinete y una certificación eléctrica completa.

12.1.3.3.2 Donde bombas múltiples abastecen diferentes áreas o porciones de las instalaciones, debe colocarse un aviso apropiado lo suficientemente llamativo en cada controlador señalando el área, la zona o porción del sistema abastecido por la bomba o por el controlador de la bomba.

12.1.4 Debe ser la responsabilidad del fabricante de la bomba o su representante designado realizar las disposiciones necesarias para obtener los servicios de un representante del fabricante de controladores, donde sea necesario, para los servicios y ajustes del equipo durante la instalación, puesta a prueba y períodos de garantía.

12.2 Ubicación.

12.2.1* Los controladores deben estar ubicados lo más cerca posible a los motores que controlan, siempre que resulte práctico, y deben estar a la vista de los motores.

12.2.2 Los controladores deben ubicarse o protegerse de manera que no sean dañados por el agua que se filtre desde las bombas o conexiones de las bombas.

12.2.3 Las piezas de los controladores que transportan corriente deben encontrarse a no menos de 12 pulg. (305 mm) por encima del nivel del suelo.

12.2.4 Los espacios libres alrededor de los controladores deben cumplir con el NFPA 70, Artículo 110.

12.3 Construcción.

12.3.1 Equipo.

12.3.1.1* Todo el equipo debe ser el adecuado para utilizar en ubicaciones sujetas a un grado moderado de humedad, como un sótano húmedo.

12.3.1.2 La confiabilidad del funcionamiento no debe verse afectado de manera adversa por acumulaciones normales de polvo.

12.3.2 Montaje. Todo el equipo no montado sobre el motor debe montarse de una manera sustancial en una estructura única de soporte no combustible.

12.3.3 Gabinetes.

12.3.3.1* Montaje.

12.3.3.1.1 La estructura o panel deben estar montados de manera segura y como mínimo, en uno o más gabinetes NEMA, a prueba de goteo, de Tipo 2 o en uno o más gabinetes con una certificación de protección de entrada (IP) de IP 31.

12.3.3.1.2 Donde el equipo se encuentra en el exterior, o donde exista un medio ambiente especial, deben utilizarse gabinetes certificados adecuadamente.

12.3.3.2 Conexión a tierra. Los gabinetes deben tener conexión a tierra de conformidad con el NFPA 70, Artículo 250.

12.3.4 Gabinete (bloqueable) cerrado. Todos los interruptores requeridos para mantener el controlador en la posición automática deben encontrarse dentro de gabinetes cerrados que cuenten con paneles de vidrio rompibles.

12.3.5 Conexiones y cableado.

12.3.5.1 Cableado de campo.

12.3.5.1.1 Todo el cableado entre el controlador y el motor diésel debe ser trenzado y dimensionado para transportar las corrientes de carga o de control como lo requiera el fabricante del controlador.

12.3.5.1.2 Dicho cableado debe estar protegido contra daños mecánicos.

12.3.5.1.3 Deben seguirse las especificaciones del fabricante del controlador sobre distancia y tamaño del cable.

12.3.5.2 Elementos del cableado. Los elementos del cableado del controlador deben estar diseñados para un funcionamiento continuo.

12.3.5.3 Conexiones de campo.

12.3.5.3.1 Un controlador de bomba contra incendio de motor diésel no debe utilizarse como una caja de conexiones para abastecer otro equipo.

12.3.5.3.2 No deben instalarse contactos externos ni efectuarse cambios en el controlador que interfieran en el funcionamiento de este.

12.3.5.3.3 Los conductores de suministro eléctrico para bombas de mantenimiento de presión no deben conectarse al controlador de bomba contra incendio de motor diésel.

12.3.5.3.3.1 Excepto según lo establecido en 4.21.2.5, no deben permitirse el enclavamiento ni el apagado remoto para evitar el funcionamiento normal, a menos que esté aprobado por la autoridad competente

12.3.5.3.4 Debe permitirse que los controladores de bomba contra incendio de motor diésel abastezcan corriente la CA o CD esencial, o ambas, necesarias para hacer funcionar persianas (dampers) del cuarto de bombas y calentadores de aceite para motor y otro equipamiento requerido para motores sólo cuando se proveen terminales de campo dedicadas y equipados en fábrica y protección de sobrecorriente.

12.3.6 Diagramas eléctricos e instrucciones.

12.3.6.1 Debe contarse con un diagrama de conexión de campo y colocarse en forma permanente a la parte interior del gabinete.

12.3.6.2 Todas las terminales de conexión de campo deben estar claramente marcadas para corresponder con el diagrama suministrado de conexión en campo.

12.3.6.3 Para conexiones de motor externas, las terminales de conexión en campo deben numerarse comúnmente entre el controlador y las terminales de motor.

12.3.6.4 Deben cumplirse las instrucciones de instalación del fabricante del controlador de la bomba contra incendio.

12.3.7 Marcación.

12.3.7.1 Cada componente operativo del controlador debe estar marcado claramente con el símbolo de identificación que aparece en el diagrama esquemático eléctrico.

12.3.7.2 Las marcaciones deben estar ubicadas en un lugar que resulte visible después de la instalación.

12.3.8* Instrucciones. Debe contarse con instrucciones completas que cubran el funcionamiento del controlador y deben colocarse visiblemente sobre el mismo.

12.4 Componentes.

12.4.1 Indicadores en el controlador.

12.4.1.1 Todos los indicadores visibles deben ser claramente visibles.

12.4.1.2* Debe contarse con una indicación visible que indique que el controlador se encuentra en la posición automática. Si el indicador visible es una lámpara piloto, debe ser accesible para un reemplazo.

12.4.1.3 Debe contarse con indicadores visibles separados y una alarma común de bomba contra incendio audible, capaz de ser escuchada mientras el motor está en funcionamiento y operable en todas las posiciones del interruptor principal, salvo la posición de apagado, para indicar de inmediato las siguientes condiciones:

- (1) Presión de aceite peligrosamente baja en el sistema de lubricación
- (2) Temperatura elevada del motor
- (3) Falla del motor al arrancar automáticamente
- (4) Apagado por exceso de velocidad
- (5) Temperatura del agua de refrigeración alta

•
 ▲ 12.4.1.4 Debe contarse con indicadores visibles separados y una señal audible común que pueda ser oída mientras el motor está en funcionamiento y operable en todas las posiciones del interruptor principal, excepto en posición de apagado, con el fin de indicar en forma inmediata las siguientes condiciones:

- (1)* Falla o falta de la batería. Cada controlador debe ser provisto con un indicador visible separado para cada batería. La señal de falla de la batería debe iniciarse en no menos de dos tercios de la certificación del voltaje nominal de la batería (8.0 V CD en un sistema de 12 V CD). La detección debe ser demorada, a fin de evitar falsas señales.
- (2) Falla en el cargador de la batería. Cada controlador debe contar con un indicador visible separado para fallas en el cargador de la batería y no debe requerirse la señal audible para fallas en el cargador de la batería.
- (3) Baja presión de aire o hidráulica. Donde se cuenta con un arranque de aire o hidráulico (*ver 11.2.7 y 11.2.7.4*), cada tanque de presión debe enviar al controlador indicaciones visibles separadas para señalar presión baja.
- (4) Presión excesiva del sistema, para motores equipados con controles de limitación de presión de velocidad variable, para que se accionen al 115 por ciento de la presión establecida.
- (5) El interruptor de selección del modelo de control electrónico (ECM) en la posición del ECM alternativo (sólo para motores con control del ECM únicamente).
- (6)* Alarma común para el mal funcionamiento de la inyección de combustible (sólo para motores con control ECM).
- (7) Bajo nivel de combustible. Señal a los dos tercios de la capacidad del tanque.
- (8) Baja presión de aire (sólo para controladores de motores con arranque de aire). El contenedor del suministro de aire debe tener un indicador visible separado para señalar una presión de aire baja.
- (9) Baja temperatura del motor.
- (10) Señal de supervisión para la intrusión de líquido en un espacio intersticial.
- (11) Mantenimiento de combustible necesario si se provee un sistema automático de mantenimiento de combustible.

12.4.1.5 Debe proveerse una válvula o interruptor separado, que no sea el interruptor principal del controlador, que silencie la señal, para las condiciones mencionadas en los puntos 12.4.1.3 y 12.4.1.4.

12.4.1.5.1 El interruptor o la válvula deben permitir que el dispositivo audible sea silenciado hasta un máximo de 4 horas y que luego vuelva a hacerse sonar repetidamente para las condiciones mencionadas en 12.4.1.3.

12.4.1.5.2 El interruptor o la válvula deben permitir que el dispositivo audible sea silenciado hasta un máximo de 24 horas y que luego vuelva a hacerse sonar repetidamente para las condiciones mencionadas en 12.4.1.4.

12.4.1.5.3 El dispositivo audible debe hacerse sonar hasta que la condición sea corregida o el interruptor principal sea puesto en la posición de apagado.

12.4.1.6* El controlador debe retornar automáticamente al estado de no silenciado cuando la/s alarma/s se han eliminado (retornar al estado normal).

▲ 12.4.1.7 Cuando se incorporen señales audibles para las condiciones adicionales enumeradas en A.4.26 con las alarmas especificadas en 12.4.1.3, del motor de las bombas contra incendio, debe ser provisto un interruptor silenciador o válvula en el controlador para las señales audibles adicionales mencionadas en A.4.26.

12.4.1.8 El circuito debe disponerse de modo que la señal audible se active si el interruptor o la válvula silenciadores se encuentran en la posición de silencio cuando las condiciones supervisadas sean normales.

12.4.2 Dispositivos de señalización remota del controlador.

12.4.2.1 Donde el cuarto de la bomba no es constantemente atendido, deben proveerse señales audibles o visibles energizadas por una fuente distinta de las baterías de arranque del motor y que no exceda los 125 V en un punto de atención constante.

12.4.2.2 **Indicación remota.** Los controladores deben estar equipados para hacer funcionar los circuitos para la indicación remota de las condiciones descritas en 12.4.1.3, 12.4.1.4 y 12.4.2.3.

12.4.2.3 El panel remoto debe indicar lo siguiente:

- (1) El motor está funcionando (señal separada).
- (2) El interruptor principal del controlador ha sido ubicado en posición apagada o en posición manual (señal separada).
- (3)* Hay un problema en el controlador o en el motor (señales separadas o comunes). (*Ver 12.4.1.4 y 12.4.1.5.*)

12.4.3 **Contactos del controlador para indicación remota.** Los controladores deben estar equipados con contactos abiertos o cerrados para hacer funcionar circuitos para las condiciones cubiertas en 12.4.2.

12.4.4* Grabador de presión.

12.4.4.1 Debe instalarse en la entrada del controlador un dispositivo listado de grabación de presión para detectar y grabar la presión en cada línea sensora de presión del controlador de la bomba contra incendio.

12.4.4.2 La grabadora debe ser capaz de funcionar por lo menos 7 días sin tener que reconfigurarse o rebobinarse.

12.4.4.3 El elemento de detección de presión del interruptor debe ser capaz de soportar una sobrecarga momentánea de por lo menos 400 psi (27.6 bar) o 133 por ciento de la presión nominal operativa del controlador de la bomba, la que sea más elevada, sin perder su precisión.

12.4.4.4 El dispositivo de grabación de presión debe rebobinarse mecánicamente por resorte o impulsarse mediante medios eléctricos confiables.

12.4.4.5 El dispositivo de grabación de presión no debe depender solamente en corriente eléctrica alterna (CA) como su fuente primaria de energía.

12.4.4.6 Si se cortara la energía eléctrica CA, el grabador accionado por electricidad debe ser capaz de funcionar durante por lo menos 24 horas.

12.4.4.7 Con un controlador no accionado por presión, no debe requerirse un grabador de presión.

12.4.5 Voltímetro. Debe contarse con un voltímetro de una precisión de ± 5 por ciento en cada banco de baterías para indicar el voltaje durante el arranque o para monitorear la condición de las baterías utilizadas con controladores de motores de arranque de aire.

12.5 Recarga de baterías. Si una fuente de energía de corriente alterna (CA) no se encuentra disponible o no es confiable, debe contarse con otro método de carga, además del generador o alternador provisto con el motor.

12.6 Cargadores de baterías. Los requisitos de los cargadores de baterías deben ser los siguientes:

- (1) Los cargadores deben estar específicamente listados para servicio de bombas contra incendio y deben formar parte del controlador de la bomba contra incendio diésel.
- (2) Deben permitirse la instalación de cargadores adicionales, también listados para el servicio de bombas contra incendio, externos al controlador de la bomba contra incendio diésel para capacidad agregada o redundancia.
- (3) El rectificador debe ser del tipo semiconductor.
- (4) El cargador de una batería de ácido de plomo debe ser de un tipo que automáticamente reduzca la tasa de carga a menos de 500 mA cuando la batería alcanza una carga completa.
- (5) El cargador de la batería a su voltaje nominal debe ser capaz de proveer energía a una batería completamente descargada de un modo en que esta no resulte dañada.
- (6) El cargador de la batería debe devolver a la batería un 100 por ciento de la capacidad de reserva de la batería o su certificación en amperios-hora dentro de las 24 horas.
- (7) El cargador debe estar marcado con la capacidad de reserva o la certificación en amperios-hora de la batería de mayor capacidad que pueda recargar en conformidad con lo establecido en 12.6(4).
- (8) Deben proveerse medios en el exterior del controlador para la lectura del voltaje y corriente de carga de cada batería con una precisión que esté dentro del ± 2 por ciento.
- (9) El cargador debe diseñarse de modo que no se dañen o quemem los fusibles durante el ciclo de arranque del motor, cuando funcione mediante un controlador automático o manual.
- (10) El cargador debe cargar automáticamente a la tasa máxima siempre que así lo requiera el estado de la carga de la batería.
- (11) El cargador de la batería debe estar configurado de modo que indique la pérdida de corriente en el lado de carga del dispositivo de protección de sobrecorriente de corriente directa (CD) donde no esté conectado a través de un panel del control. [Ver 12.4.1.4(2).]
- (12) El/los cargador/es debe/n permanecer en el modo flotante o cambiar del modo ecualizador al flotante mientras están bajo las cargas especificadas en 11.2.7.2.5.2.
- (13) El alternador debe ser el medio de carga primario cuando el motor está en marcha.

12.7* Arranque y control.

12.7.1 Automático y no automático.

12.7.1.1 Un controlador automático debe ser operable también como un controlador no automático.

12.7.1.2 La fuente de energía primaria del controlador no debe ser corriente eléctrica CA.

12.7.2 Funcionamiento automático del controlador.

12.7.2.1 Control de presión de agua.

12.7.2.1.1 Interruptor accionado por presión.

12.7.2.1.1.1 Debe proveerse un interruptor accionado por presión o un sensor electrónico de presión con puntos de configuración de alta o baja calibración ajustables como parte del controlador.

N 12.7.2.1.1.2* Las tuberías de agua no deben extenderse hasta el interior del controlador.

12.7.2.1.1.3 Para bombas multietapas y multipuertos, debe proveerse un interruptor accionado por presión dedicado o un sensor electrónico de presión, según se describe en 12.7.2.1.1.1, para cada puerto de descarga de la bomba como parte del controlador.

12.7.2.1.1.4 Para bombas multietapas y multipuertos, debe proveerse un grabador de presión dedicado, según se describe en 12.4.4.1, para cada puerto de descarga de la bomba como parte del controlador.

12.7.2.1.1.5 No deben aplicarse los requisitos de 12.7.2.1.1.1 y 12.7.2.1.1.3 a un controlador no accionado por presión, donde el interruptor accionado por presión o el medio de respuesta a la presión no deban ser requeridos.

12.7.2.1.2 No debe haber un amortiguador de presión ni un orificio de restricción dentro del interruptor de presión o del medio de respuesta a la presión.

12.7.2.1.3* Donde se utilice un sensor electrónico de presión para controlar automáticamente el funcionamiento de la bomba contra incendio, el controlador de la bomba contra incendio debe monitorear al transductor durante las pruebas automáticas.

12.7.2.1.3.1* Cuando la lectura de la presión del transductor excede 10 psi (0.68 bar) durante el arranque de cualquier bomba automática donde fue iniciada por la válvula solenoide de drenaje, según lo requerido por 12.7.2.7.3, el controlador debe activar una alarma visual y audible que pueda ser silenciada.

12.7.2.1.3.2* Donde se utilice un sensor electrónico de presión para controlar el funcionamiento de la bomba contra incendio, el controlador de la bomba contra incendio debe monitorear y emitir una señal para las siguientes condiciones del sensor electrónico de presión:

- (1) Cada vez que la salida del transductor es de menos del 10 por ciento del rango nominal o por debajo de su salida de presión nominal cero.
- (2) Cada vez que la lectura del transductor es de más del 10 por ciento por encima de su salida nominal a escala real.

12.7.2.1.4 No debe haber ninguna válvula ni otras restricciones dentro del controlador situado delante del interruptor de presión o del medio de respuesta a la presión.

12.7.2.1.5 El interruptor debe responder a la presión de agua dentro del sistema de protección contra incendios.

12.7.2.1.6 El elemento de detección de presión del interruptor debe ser capaz de soportar sin perder su precisión una sobrecarga momentánea de 27.6 bar (400 psi) o 133 por ciento de la presión nominal operativa del controlador de la bomba, la que sea más elevada.

12.7.2.1.7 Debe disponerse de los medios adecuados para el alivio de presión hacia el interruptor accionado por presión, a fin de permitir la prueba del funcionamiento del controlador y de la unidad de bombeo. [Ver *Figura A.4.32(a)* y *Figura A.4.32(b)*.]

12.7.2.1.8 El control de presión de agua debe ser como se indica a continuación:

- (1) No debe haber una válvula de cierre en la línea sensora de presión.
- (2) El accionamiento del interruptor de presión en la configuración baja debe iniciar la secuencia de arranque de la bomba si esta ya no se encuentra en funcionamiento.

12.7.2.2 Control del equipo de protección contra incendios.

12.7.2.2.1 Donde la bomba abastezca equipos especiales de control de agua (por ej.: válvulas de diluvio, válvulas para tubería seca), debe permitirse que el motor arranque antes de que lo haga el(los) interruptor(e)s accionado(s) por presión.

12.7.2.2.2 Bajo tales condiciones, el controlador debe estar equipado para arrancar el motor al ponerse en funcionamiento los equipos de protección contra incendios.

12.7.2.2.3 El arranque del motor debe ser iniciado por la apertura del lazo del circuito de control que contiene este equipo de protección contra incendios.

12.7.2.3 Control eléctrico manual en estación remota. Donde se provean estaciones de control adicionales para iniciar un funcionamiento continuo no automático de la unidad de bombeo, independiente del interruptor accionado por presión o de la válvula de control, en ubicación remota al controlador, dichas estaciones no deben ser operables para detener el motor.

12.7.2.4 No debe permitirse el arranque automático al perderse la energía de corriente alterna, a menos que sea requerido por la autoridad competente.

12.7.2.5 Arranque en secuencia de las bombas.

12.7.2.5.1 El controlador para cada unidad de bombas múltiples debe incorporar un dispositivo secuencial temporizado a fin de evitar que cualquier motor arranque simultáneamente junto a otro motor.

12.7.2.5.2 Cada una de las bombas en serie que suministre presión de succión a otra bomba debe estar dispuesta de modo que arranque dentro de los 10 segundos previos al arranque de la bomba que abastece.

12.7.2.5.2.1 Los controladores para bombas dispuestas en serie deben estar enclavados para garantizar una correcta secuencia de arranque de las bombas.

12.7.2.5.3 Si los requisitos de agua exigen más de una bomba para poder funcionar, las unidades deben arrancar a intervalos de 5 a 10 segundos.

12.7.2.5.4 La falla de un motor principal para arrancar no debe evitar que lo hagan los motores posteriores.

12.7.2.6 Circuitos externos conectados a controladores.

12.7.2.6.1 Con las unidades de bombeo funcionando solas o en paralelo, los conductores de control que ingresen o egresen del controlador de bomba contra incendio y que se extiendan por fuera del cuarto de bomba deben disponerse de forma de prevenir una falla del arranque.

12.7.2.6.2 Debe permitirse la rotura, desconexión, puenteo de los cables o pérdida de energía hacia estos circuitos para provocar un funcionamiento continuo de la bomba contra incendio, pero no debe evitarse que los controladores arranquen las bombas contra incendio debido a causas diferentes a estos circuitos externos.

12.7.2.6.3 Todos los conductores de control dentro del cuarto de la bomba contra incendio que no son tolerantes a las fallas deben protegerse contra daños mecánicos.

12.7.2.6.4 Cuando un motor diésel se utiliza junto con una bomba de desplazamiento positivo, el controlador diésel debe proveer un circuito y un temporizador para activar y luego cerrar la válvula de descarga después de que haya finalizado el arranque del motor.

12.7.2.7 Pruebas automáticas.

12.7.2.7.1 El equipamiento del controlador debe configurarse para que arranque de manera automática, haga funcionar y apague el motor a la frecuencia mínima de la prueba sin flujo y con la duración requerida por NFPA 25.

12.7.2.7.2 El desempeño de este temporizador de programa semanal debe grabarse como una indicación de caída de presión en el grabador de presión. (Ver *12.4.4*).

12.7.2.7.3 Una válvula solenoide de drenaje en la línea de control de presión debe ser el medio iniciador.

12.7.2.7.4 El motor debe apagarse automáticamente ante la alta temperatura del motor, la baja presión de aceite o la alta temperatura del agua de refrigeración si no existe otra causa de arranque o funcionamiento.

12.7.2.7.5 Si después del apagado se presenta una causa de arranque, el controlador debe volver a arrancar el motor y anular los dispositivos de apagado por alta temperatura del motor, baja presión de aceite o alta temperatura del agua de enfriamiento y funcionar de acuerdo con 12.7.5.2.

12.7.2.7.6 En un controlador no accionado por presión, debe permitirse que la prueba semanal sea iniciada por medios diferentes de una válvula solenoide.

12.7.2.7.7 El controlador debe utilizar el banco de batería opuesto (banco de por medio) para el arranque en las semanas subsiguientes.

12.7.3 Funcionamiento no automático del controlador.

12.7.3.1 Control manual en el controlador.

12.7.3.1.1 Debe haber un interruptor o válvula operados manualmente en el panel del controlador.

12.7.3.1.2 El interruptor o válvula deben configurarse de tal modo que el funcionamiento del motor, cuando se arranque manualmente, no pueda verse afectado por el interruptor accionado por presión.

12.7.3.1.3 La configuración también debe considerar que la unidad continuará en funcionamiento hasta que se la apague manualmente.

12.7.3.1.4 La falla de cualquiera de los circuitos automáticos no debe afectar el funcionamiento manual.

12.7.3.2 Prueba manual del funcionamiento automático.

12.7.3.2.1 El controlador debe configurarse para arrancar el motor manualmente mediante la apertura de la válvula de solenoide de drenaje cuando así lo inicia el operador.

12.7.3.2.2 En un controlador no activado por presión, debe permitirse que la prueba manual sea iniciada por medios diferentes al de una válvula solenoide.

12.7.4 Disposición del equipo de arranque. Los requisitos para la configuración del equipo de arranque deben ser los siguientes:

- (1) Debe contarse con dos unidades de batería de almacenamiento, ambas en conformidad con los requisitos de 11.2.7.2.1, y configurarse para que el arranque manual y automático del motor pueda llevarse a cabo con cualquiera de las unidades.
- (2) La corriente de arranque debe suministrarse primero por medio de una batería y luego por medio de la otra en funcionamientos sucesivos del arrancador.
- (3) El cambio de batería debe efectuarse automáticamente, con excepción del arranque manual.
- (4) En caso de que el motor no arranque después de la finalización de su intento de iniciar el ciclo de arranque, el controlador debe detener los sucesivos arranques de motor y hacer funcionar un indicador visible y una alarma de bombas contra incendio audible en el controlador.
- (5) El ciclo de intento de arranque debe ser fijo y debe consistir en seis períodos de arranque de motor de una duración aproximada de 15 segundos separados por cinco períodos de descanso de aproximadamente 15 segundos de duración.
- (6) En caso de que una batería se encuentre inoperante o faltante, el control debe enclavarse en la unidad de batería restante durante la secuencia de arranque de motor.

12.7.5 Métodos de parada.

12.7.5.1 Apagado eléctrico manual. El apagado manual debe efectuarse mediante alguna de las siguientes opciones:

- (1) El funcionamiento del interruptor principal o de la válvula de parada dentro del controlador
- (2) El funcionamiento de un botón de parada o de una válvula de parada en la parte externa del gabinete del controlador, de la siguiente manera:
 - (a) El botón de parada o la válvula de parada deben provocar el apagado del motor a través de los circuitos automáticos sólo si todas las causas del arranque han vuelto a la situación normal.
 - (b) El controlador debe entonces volver a la posición automática completa.

12.7.5.2* Apagado automático después del arranque automático. No debe permitirse el apagado automático si las causas de arranque y funcionamiento están presentes.

12.7.5.2.1 Debe permitirse el apagado automático únicamente en las siguientes circunstancias:

- (1)* Durante las pruebas automáticas de acuerdo con 12.7.2.7.
- (2) Cuando funciona el dispositivo de apagado de motor por exceso de velocidad:
 - (a) El controlador debe quitar energía de los dispositivos de funcionamiento del motor, evitar futuros arranques del motor, energizar la alarma de bombas contra incendio por exceso de velocidad y bloquearse hasta que se reconfigure manualmente.
 - (b) Debe requerirse la reconfiguración del circuito por exceso de velocidad en el motor y mediante el reajuste del interruptor del controlador principal a la posición de apagado.
 - (c) El controlador no debe ser capaz de reconfigurarse hasta que el dispositivo de apagado de velocidad excesiva se reinicie de manera manual.
- (3) Donde está aprobado por la autoridad competente.

12.7.5.2.2* Donde está permitido el apagado automático después del arranque automático, debe utilizarse un temporizador con un período de funcionamiento mínimo de por lo menos treinta minutos.

12.7.6 Control de emergencia. Los circuitos de control automáticos, cuya falla podría evitar que el motor arranque y funcione, deben derivarse por completo durante el arranque y funcionamiento manuales.

12.8 Controladores de motor de arranque con aire.

12.8.1 Requisitos existentes. Además de los requisitos establecidos en las Secciones 12.1 a 12.7, deben aplicarse los requisitos de la Sección 12.8.

12.8.2 Disposición de los equipos de arranque. Los requisitos para la disposición de los equipos de arranque deben ser los siguientes:

- (1) Debe contarse con un tanque para el suministro de aire, de conformidad con los requisitos establecidos en 11.2.5.4.4, el que debe estar configurado de modo que pueda efectuarse el arranque manual y automático del motor.
- (2) En caso de que el motor no arranque después de la finalización de su intento de iniciar el ciclo, el controlador debe detener los sucesivos arranques de motor y hacer funcionar las alarmas de bombas contra incendio visibles y audibles.
- (3) El intento de iniciar el ciclo debe ser fijo y debe consistir en un período de arranque de motor de aproximadamente 90 segundos de duración.

12.8.3 Apagado manual. El apagado manual debe efectuarse mediante:

- (1) El funcionamiento de una válvula de parada o interruptor en el panel del controlador.
- (2) El funcionamiento de una válvula de parada o interruptor en la parte externa del gabinete del controlador.

12.8.3.1 La válvula de parada debe generar el apagado del motor a través de circuitos automáticos sólo después de que todas las causas de arranque han vuelto a la normalidad.

12.8.3.2 Esta acción debe volver al controlador a la posición automática total.

Capítulo 13 Motor de turbina de vapor

13.1 Generalidades.

13.1.1 Aceptabilidad.

13.1.1.1 Las turbinas de vapor de potencia adecuada resultan fuentes de energía primaria aceptables para impulsar bombas contra incendio. La confiabilidad de las turbinas debe haber sido probada en trabajos comerciales.

13.1.1.2 La turbina de vapor debe conectarse directamente a la bomba contra incendio.

13.1.2 Capacidad de la turbina.

13.1.2.1 Para las presiones de caldera de vapor que no superan los 120 psi (8.3 bar), la turbina debe ser capaz de manejar la bomba a su velocidad nominal y la carga de bomba máxima con una presión de 80 psi (5.5 bar) en el regulador de la turbina cuando se ventila contra presión atmosférica con la válvula manual abierta.

13.1.2.2 Para las presiones en turbina de vapor que no superan los 120 psi (8.3 bar), donde el vapor se mantiene en forma continua, una presión del 70 por ciento de la presión de caldera habitual debe tomar el lugar de la presión de 80 psi (5.5 bar) requerida en 13.1.2.1.

13.1.2.3 Al encargar turbinas para bombas contra incendio estacionarias, el comprador debe especificar las cargas nominales y máximas de la bomba a la velocidad nominal, la velocidad nominal, la presión de caldera, la presión de vapor en el regulador de la turbina (si fuera posible) y el sobrecalentamiento del vapor.

13.1.3* Consumo de vapor.

13.1.3.1 Debe prestarse especial atención a la selección de una turbina de un consumo de vapor total acorde al suministro de vapor disponible.

13.1.3.2 Donde se utilicen turbinas multietapas, éstas deben estar diseñadas de modo que la bomba pueda llevarse a su velocidad sin un requisito de tiempo de precalentamiento.

13.2 Turbina.

13.2.1 Carcasa y otras partes.

13.2.1.1* La carcasa debe diseñarse para permitir el acceso con la menor remoción posible de partes o de tubería.

13.2.1.2 Debe conectarse una válvula de seguridad directamente a la carcasa de la turbina a fin de aliviar la elevada presión de vapor en la carcasa.

13.2.1.3 Válvula de regulador principal.

13.2.1.3.1 La válvula de regulador principal debe estar ubicada en un tramo horizontal de tubería conectado directamente a la turbina.

13.2.1.3.2 Debe haber un tramo de tubería para agua en el lado de suministro de la válvula reguladora.

13.2.1.3.3 Este tramo debe conectarse a una trampa de vapor adecuada para poder drenar automáticamente todos los condensados de la línea que abastece vapor a la turbina.

13.2.1.3.4 Las cámaras de vapor y de escape deben estar equipadas con drenajes adecuados para los condensados.

13.2.1.3.5 Donde la turbina se encuentra controlada automáticamente, estos drenajes deben descargar a través de trampas adecuadas.

13.2.1.3.6 Además, si la tubería de escape descargara verticalmente, debe haber un drenaje abierto en el codo inferior.

13.2.1.3.7 Este drenaje no debe contar con una válvula pero debe descargar en una ubicación segura.

13.2.1.4 La cámara de la boquilla, el cuerpo de la válvula del regulador, el regulador de presión y las otras piezas a través de las cuales pasa vapor deben estar hechos de metal capaz de soportar las temperaturas máximas involucradas.

13.2.2 Regulador de velocidad.

13.2.2.1 La turbina de vapor debe estar equipada con un regulador de velocidad configurado para mantener la velocidad nominal a la carga máxima de la bomba.

13.2.2.2 El regulador debe ser capaz de mantener, en todas las cargas, la velocidad nominal dentro de un rango total de aproximadamente 8 por ciento desde ninguna carga de turbina hasta una carga de turbina máxima mediante alguno de los siguientes métodos:

- (1) Con presión de vapor normal y con la válvula manual cerrada.
- (2) Con presiones de vapor en 80 psi (5.5 bar) [o a 70 por ciento de la presión total donde ésta supera los 120 psi (8.3 bar)] y con la válvula manual cerrada.

13.2.2.3 Mientras la turbina se encuentra funcionando a la carga nominal de la bomba, el regulador de velocidad debe ser capaz de ajustarse a fin de garantizar una velocidad de aproximadamente un 5 por ciento menores y un 5 por ciento mayores a la velocidad nominal de la bomba.

13.2.2.4 También debe haber un dispositivo independiente regulador de emergencia.

13.2.2.5 El dispositivo independiente regulador de emergencia debe configurarse para apagar el suministro de vapor a una velocidad de turbina 20 por ciento más elevada que la velocidad nominal de la bomba.

13.2.3 Manómetro y conexiones de manómetro.

13.2.3.1 Debe contarse con un manómetro listado de presión de vapor en el lado de la entrada del regulador de velocidad.

13.2.3.2 Debe contarse con un acople con rosca de tubería de 0.25 pulg. (6 mm) para la conexión del manómetro en la cámara de la boquilla de la turbina.

13.2.3.3 El manómetro debe señalar presiones no menores a una y una vez y media la presión de la caldera y en ningún caso menores a 240 psi (16.5 bar).

13.2.3.4 El manómetro debe estar marcado como "Vapor".

13.2.4 Rotor.

13.2.4.1 El rotor de la turbina debe ser de un material adecuado.

13.2.4.2 La primera unidad del diseño de un rotor debe ponerse a prueba en el taller del fabricante a un 40 por ciento por encima de la velocidad nominal.

13.2.4.3 Todas las unidades siguientes del mismo diseño deben ponerse a prueba al 25 por ciento por encima de la velocidad nominal.

13.2.5 Eje.

13.2.5.1 El eje de la turbina debe ser de acero de alta calidad, como el acero al carbono o el acero al níquel fabricado en hogar abierto.

13.2.5.2 Donde la bomba y la turbina se ensamblan como unidades independientes, debe contarse con un acople flexible entre las dos unidades.

13.2.5.3 Donde se utiliza un rotor colgante, el eje para la unidad combinada debe ser de una pieza con sólo dos cojinetes.

13.2.5.4 La velocidad crítica del eje debe encontrarse bastante por encima de la velocidad más elevada de la turbina, para que la turbina funcione sin una vibración objetable en todas las velocidades hasta en un 120 por ciento de la velocidad nominal.

13.2.6 Cojinetes.

13.2.6.1 Cojinetes de camisa. Las turbinas que cuenten con cojinetes de camisa deben tener cascos y tapas de cojinete del tipo partido.

13.2.6.2 Cojinetes de bolas.

13.2.6.2.1 Deben aceptarse las turbinas que tengan cojinetes de bolas después de haber logrado una trayectoria satisfactoria en el campo comercial.

13.2.6.2.2 Debe contarse con medios adecuados para otorgar una indicación visible del nivel de aceite.

13.3* Instalación. Deben planificarse con cuidado los detalles de suministro de vapor, ventilación y alimentación de caldera a fin de suministrar confiabilidad y un funcionamiento efectivo de las bombas contra incendio impulsadas por turbinas de vapor.

Capítulo 14 Pruebas de aceptación, desempeño y mantenimiento

14.1 Pruebas hidrostáticas y lavado.**14.1.1* Lavado.**

14.1.1.1 La tubería de succión debe descargar agua a un caudal no menor al indicado en la Tabla 14.1.1.1 o a la tasa de demanda de agua calculada hidráulicamente del sistema, el que sea mayor.

14.1.1.2 La descarga de lavado debe hacerse antes de la prueba hidrostática.

14.1.1.3 Donde el caudal máximo disponible del suministro de agua no pueda suministrar la tasa de flujo especificada en la

Tabla 14.1.1.1, la tasa del flujo de agua debe ser igual o mayor al 150 por ciento del flujo nominal de la bomba contra incendio conectada.

14.1.1.3.1 Donde el caudal máximo disponible del suministro de agua no pueda suministrar un caudal del 150 por ciento del flujo nominal de la bomba, la tasa de flujo de lavado debe ser mayor al 100 por ciento del flujo nominal de la bomba contra incendio conectada o de la demanda máxima de flujo del sistema de protección contra incendios.

14.1.1.3.2 Una capacidad del flujo de lavado reducida de acuerdo con 14.1.1.3.1 debe constituir una prueba aceptable, siempre que la tasa de flujo sea la mayor que pueda obtenerse de manera segura y exceda la tasa de flujo de diseño del sistema de protección contra incendios.

14.1.2 Prueba hidrostática.

14.1.2.1 Las tuberías de succión y de descarga deben probarse hidrostáticamente a una presión no menor a 200 psi (13.8 bar), o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión máxima que mantendrá el sistema, la que resulte mayor.

14.1.2.2 La presión requerida en 14.1.2.1 debe mantenerse durante dos horas.

14.1.3* El instalador debe proporcionar un certificado para realizar descargas y pruebas hidrostáticas antes del comienzo de la prueba de aceptación de campo de la bomba contra incendio.

14.2 Pruebas de aceptación en campo.

14.2.1* El fabricante de la bomba, el fabricante del motor (cuando se suministre), el fabricante del controlador y el fabricante del interruptor de transferencia (cuando se suministre) o sus representantes autorizados deben estar presentes durante la prueba de aceptación de campo. (Ver Sección 4.4).

14.2.2 La fecha, hora y lugar de la prueba de aceptación de campo deben ser coordinados con la autoridad competente.

△ Tabla 14.1.1.1 Caudales mínimos para lavado de la tubería de succión

Tamaño nominal de la tubería (en pulg.)	Caudal (gpm)	Tamaño nominal de la tubería (mm)	Caudal (L/min)
1	37	25	140
1½	85	38	330
2	150	50	570
2½	229	65	870
3	330	75	1,250
3½	450	85	1,710
4	590	100	2,240
5	920	125	3,490
6	1,360	150	5,150
8	2,350	200	8,900
10	3,670	250	13,900
12	5,290	300	20,100
14	7,200	350	27,300
16	9,400	400	35,600

14.2.3 Cableado eléctrico del cuarto de bombas. Todo el cableado eléctrico hacia el(los) motor(es) de la(s) bomba(s) contra incendio, incluido el intercableado de control (bombas múltiples); el suministro de energía normal; el suministro de energía alternativo, donde se hubiera provisto, y la bomba jockey, debe ser completado y verificado por el contratista eléctrico, antes de la puesta en marcha inicial y la prueba de aceptación.

14.2.4* Curva certificada de la bomba.

14.2.4.1 Debe haber disponible una copia de la curva certificada de la prueba del fabricante de la bomba para realizar una comparación de los resultados de la prueba de aceptación de campo.

14.2.4.1.1 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, debe disponerse de una copia de los datos de prueba de taller certificados del fabricante para el funcionamiento tanto con velocidad variable como con velocidad no variable, a fin de poder comparar los resultados de la prueba de aceptación de campo.

14.2.4.1.2 Para bombas multietapas y multipuertos, debe haber disponible una copia de los datos de la prueba de taller certificada del fabricante para cada salida de descarga para realizar una comparación con los resultados de la prueba de aceptación de campo.

N 14.2.4.1.3 Para unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación, debe haber disponible una copia de las curvas de prueba del fabricante para modo propulsión (boost) constante de velocidad variable de autorregulación, modo descarga constante de velocidad variable de autorregulación y modo derivación de velocidad constante.

14.2.4.2 En todas las condiciones de flujo, entre las que se incluyen aquellas que se requiere sean probadas en 14.2.6.4, la bomba contra incendio, según ha sido instalada, debe igualar el desempeño indicado en la curva de la prueba de taller certificada del fabricante dentro de los límites de precisión del equipo para pruebas.

14.2.4.2.1 Para las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada con características de velocidad variable, la unidad de la bomba, según ha sido instalada, debe igualar el desempeño indicado en los datos de la prueba de taller certificada del fabricante de la unidad de bombas de incendio, con las características de velocidad variable desactivadas dentro de los límites de precisión del equipo para pruebas.

14.2.4.2.2 Para las unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, la unidad de la bomba, según ha sido instalada, debe igualar el desempeño indicado en los datos de la prueba de taller certificada del fabricante de la unidad de bombas contra incendio, con las características de velocidad variable activadas dentro de los límites de precisión del equipo para pruebas.

N 14.2.4.2.3* Para unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación, la unidad, según ha sido instalada, debe igualar el desempeño indicado en los datos de las pruebas de taller de modo velocidad variable de autorregulación certificados por el fabricante de la unidad de bomba contra incendio, dentro de los límites de precisión del equipo para pruebas.

14.2.5 Demanda del sistema. Los caudales de descarga reales de la bomba contra incendio no ajustados y las presiones espe-

cificados en la instalación deben cumplir o exceder la demanda del sistema de protección contra incendios.

14.2.6* Procedimientos de la prueba de aceptación de campo.

14.2.6.1* Equipao para pruebas.

14.2.6.1.1 Debe proveerse el equipo para pruebas calibrado para determinar presiones netas de bomba, caudal de la bomba, voltios y amperios, y velocidad.

14.2.6.1.2 Los manómetros de prueba, transductores y otros dispositivos calibrados que se usen para las mediciones requeridas en 14.2.6.1.1 durante la prueba deben ser utilizados y deben llevar una etiqueta con la última fecha de calibración.

14.2.6.1.2.1 Los manómetros, transductores y otros dispositivos que se usen para las mediciones requeridas en 14.2.6.1.1 durante la prueba deben ser calibrados anualmente como mínimo.

14.2.6.1.2.2 La calibración de los manómetros, transductores y otros dispositivos que se usen para las mediciones requeridas en 14.2.6.1.1 durante la prueba debe ser mantenida en un nivel de precisión del ± 1 por ciento.

14.2.6.1.2.3 Para la prueba de aceptación, debe permitirse el empleo de las lecturas de voltaje y de corriente del controlador de la bomba contra incendio en los controladores que están calibrados en fábrica y ajustados en un ± 2 por ciento, en lugar de los medidores de voltios/amperios calibrados.

14.2.6.1.2.4 Los dispositivos de flujo de salida fijos deben ser inspeccionados para la detección de daños, pero no deben requerir calibración.

14.2.6.1.3 Los orificios sensores y de descarga que puedan ser visualmente observados sin desmontar los equipos, tuberías o válvulas deben ser visualmente inspeccionados y deben estar libres de daños y obstrucciones que podrían afectar la precisión de la medición.

14.2.6.1.4 Los orificios de descarga deben estar listados o contruidos de acuerdo con una norma reconocida con un coeficiente de descarga conocido.

14.2.6.1.5 Deben cumplirse los requisitos establecidos para los procedimientos y equipos de protección personal, de acuerdo con lo especificado en *NFPA 70E* cuando se trabaje cerca de equipos rotativos o eléctricos energizados.

N 14.2.6.2 Dispositivos y equipos para inspecciones y pruebas automatizadas.

N 14.2.6.2.1 Los dispositivos y equipos para inspecciones y pruebas automatizadas instalados en el sistema de bombas contra incendio deben ser probados para garantizar la precisión de los dispositivos y equipos para inspecciones y pruebas automatizadas.

N 14.2.6.2.1.1 Debe demostrarse que los dispositivos y equipos para inspecciones automatizadas son tan eficaces como un examen visual.

N 14.2.6.2.1.2 Los dispositivos y equipos para pruebas automatizadas deben llevar a cabo la misma acción requerida por esta norma para la prueba de un dispositivo.

N 14.2.6.2.2 Las pruebas deben descargar agua donde sea requerido por esta norma y por *NFPA 25*.

N 14.2.6.2.3 La falla de un componente o sistema por la que no pasan una prueba o inspección automatizada debe resultar en una señal de falla audible de acuerdo con *NFPA 72*.

14.2.6.3 Pruebas de flujo de la bomba contra incendio.

14.2.6.3.1 La bomba contra incendio debe funcionar con cargas mínimas, nominales y máximas, sin un recalentamiento objetable de cualquier componente.

14.2.6.3.2* Las vibraciones del conjunto de montaje de la bomba contra incendio no deben ser de una magnitud tal que provoquen un potencial daño a alguno de los componentes de la bomba.

14.2.6.3.3 Las cargas mínimas, nominales y máximas de la bomba contra incendio deben determinarse mediante el control de la cantidad de agua descargada a través de dispositivos de prueba aprobados.

14.2.6.3.3.1 Donde sea posible el funcionamiento simultáneo de bombas múltiples, o requerido como parte de un diseño del sistema, la prueba de aceptación debe incluir una prueba de caudal de todas las bombas que funcionen simultáneamente.

14.2.6.3.4 Donde el caudal máximo disponible del suministro de agua no pueda proveer un caudal del 150 por ciento del flujo nominal de la bomba, la bomba contra incendio debe ponerse en funcionamiento al flujo nominal mayor al 100 por ciento o a la descarga máxima admisible de la demanda máxima de caudal del(de los) sistema(s) de protección contra incendios, a fin de determinar su aceptación.

14.2.6.3.4.1 Esta capacidad reducida debe constituir una prueba aceptable, siempre que la descarga de la bomba supere lo establecido en el diseño del sistema de protección contra incendios y la tasa de flujo.

14.2.6.3.5 Donde la succión de la bomba contra incendio se efectúe desde un tanque de interrupción, la tasa de recarga del tanque debe ser sometida a prueba y registrada.

14.2.6.3.5.1 El dispositivo de recarga debe ser puesto en funcionamiento como mínimo cinco veces.

14.2.6.3.6 Detección del nivel de agua. Se debe requerir la detección del nivel de agua para todas las bombas de turbina vertical instaladas en fosos para determinar el nivel de agua disponible en los puntos de apagado y de caudal al 100 por ciento y al 150 por ciento, a fin de establecer si la bomba está funcionando dentro de sus condiciones de diseño.

14.2.6.3.6.1 La distancia entre el nivel de agua y la brida de descarga debe emplearse para determinar la presión de descarga neta de la bomba a fin de comprobar el desempeño de la bomba.

14.2.6.4 Bombas de velocidad variable.

14.2.6.4.1* Las bombas de velocidad variable deben ser probadas sin ningún caudal, al 25 por ciento, 50 por ciento, 75 por ciento, 100 por ciento, 125 por ciento y 150 por ciento de la carga nominal en el modo de velocidad variable.

14.2.6.4.1.1 Las bombas de velocidad variable también deben ser probadas con las cargas mínimas, nominales y máximas, con la bomba funcionando a la velocidad nominal.

14.2.6.4.2 El sistema de protección contra incendios debe ser aislado y la válvula de alivio de presión debe estar cerrada para

llevar a cabo las pruebas de velocidad nominal requeridas en **14.2.6.4.1.1**.

14.2.6.4.3 El sistema de protección contra incendios debe ser abierto y la válvula de alivio debe estar configurada para las pruebas de velocidad variable requeridas en 14.2.6.4.1.

14.2.6.5 Bombas multietapas y multipuertos.

14.2.6.5.1 Cada salida de descarga en una bomba contra incendio multietapa y multipuerto debe ser probada de acuerdo con esta norma.

14.2.6.6* Procedimiento de medición.

14.2.6.6.1 La cantidad de agua que descarga la bomba contra incendio debe ser determinada y estabilizada.

14.2.6.6.2 Inmediatamente después, deben ser medidas las condiciones operativas de la bomba contra incendio y del motor.

14.2.6.6.3 Bombas de desplazamiento positivo.

14.2.6.6.3.1 Debe ponerse a prueba y determinarse el caudal para bombas de desplazamiento positivo, a fin de cumplir con los criterios de desempeño nominales especificados donde se requiere que sólo un punto de desempeño establezca la aceptabilidad de la bomba de desplazamiento positivo.

14.2.6.6.3.2 La prueba de caudal para bombas de desplazamiento positivo debe efectuarse utilizando un medidor de flujo o una placa de orificio instalada en el bucle de retorno de prueba dirigido al tanque de suministro, en el lado de la entrada de una bomba de agua de desplazamiento positivo, o al drenaje.

14.2.6.6.3.3 Debe grabarse la lectura del medidor de flujo o la presión de descarga y éstas deben estar acorde con la información de desempeño de flujo del fabricante.

14.2.6.6.3.4 Si se utilizan placas de orificio, debe entregarse a la autoridad competente el tamaño del orificio y la correspondiente presión de descarga a mantener en el lado ascendente de la placa de orificio.

Δ 14.2.6.6.3.5 Las tasas de flujo deben ser las especificadas mientras funcionan a la presión de diseño del sistema. Las pruebas deben llevarse a cabo según *ANSI/HI 3.6, Rotary Pump Tests*.

14.2.6.6.3.6 Debe permitirse que las bombas de desplazamiento positivo utilizadas para bombear líquidos distintos al agua se pongan a prueba con agua; sin embargo, el desempeño de la bomba se verá afectado, y deben proveerse los cálculos del fabricante que muestren la diferencia de viscosidad entre el agua y el líquido del sistema.

14.2.6.6.3.7 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, cada bomba debe ponerse en funcionamiento manualmente un mínimo de seis veces durante la prueba de aceptación.

14.2.6.6.3.8 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, cada una de las operaciones automáticas requeridas deben poner en funcionamiento todas las bombas, a excepción de lo establecido en 14.2.6.6.3.9 y 14.2.6.6.3.10.

14.2.6.6.3.9 Donde se provean bombas redundantes, cada una de las operaciones automáticas debe poner en funcionamiento la cantidad de bombas requerida para cumplir con la demanda del sistema.

14.2.6.6.3.10 Donde se provean bombas redundantes, cada una de las bombas deben funcionar durante un mínimo de tres operaciones automáticas.

14.2.6.6.4 Unidades impulsadas por motores eléctricos. Para motores eléctricos que funcionan a voltajes y frecuencias nominales, la demanda de amperios en cada fase no debe superar el producto de la certificación en amperios de la carga plena multiplicado por el factor de servicio admisible, según lo estampado en la placa de identificación del motor.

14.2.6.6.5* Para motores eléctricos que funcionan con voltaje variable, el producto del voltaje real y la demanda de corriente en cada fase no deben superar el producto del voltaje nominal y la corriente nominal de carga plena multiplicado por el factor de servicio permitido.

14.2.6.6.6 El voltaje en los terminales de salida del contactor del motor no debe variar en más del 5 por ciento por debajo ni del 10 por ciento por encima del voltaje nominal (placa) durante la prueba. (Ver Sección 9.4.)

14.2.6.6.7 Unidades impulsadas por motores de combustión interna.

14.2.6.6.7.1 Cuando se hayan suministrado baterías de carga seca, debe agregarse electrolito a las baterías un mínimo de 24 horas antes del momento en que el motor deba ser puesto en servicio y que las baterías reciban una carga de acondicionamiento.

14.2.6.6.7.2 Las unidades impulsadas por motores de combustión interna no deben mostrar señales de sobrecarga o estrés.

14.2.6.6.7.3 El regulador de tales unidades debe configurarse al momento de la prueba a fin de regular adecuadamente la velocidad del motor de combustión interna a una velocidad nominal de la bomba. (Ver 11.2.4.1).

14.2.6.6.7.4 Los motores equipados con un control de velocidad variable deben permitir que el dispositivo de control de velocidad variable no funcione cuando se configure y fije el ajuste en campo del regulador, que se describe en 11.2.4.1.

14.2.6.6.8 Unidades impulsadas por turbinas de vapor. La turbina de vapor debe mantener su velocidad dentro de los límites especificados en 13.2.2.

14.2.6.6.9 Unidades de impulsores de engranajes en ángulo recto. El conjunto de montaje de los impulsores de engranajes debe funcionar sin ruidos, vibraciones o calentamientos excesivos objetables.

14.2.6.7 Prueba de arranque de cargas. La unidad de bomba contra incendio debe arrancarse y llevarse a una velocidad nominal sin interrupción bajo las condiciones de descarga iguales a la carga máxima.

14.2.6.8* Prueba de inversión de fase. Para motores eléctricos, debe efectuarse una prueba a fin de garantizar que no haya una condición de inversión de fase ya sea en la configuración normal de suministro de energía o desde el suministro de energía alternativa (donde esté provisto).

14.2.7 Pruebas de aceptación del controlador para unidades impulsadas por motores eléctricos y diésel.

14.2.7.1* Los controladores de bombas contra incendio deben ponerse a prueba de acuerdo con el procedimiento recomendado de prueba del fabricante.

14.2.7.2 Como mínimo, deben llevarse a cabo no menos de seis operaciones automáticas y seis manuales durante la prueba de aceptación.

14.2.7.3 Una bomba contra incendio accionada por electricidad debe ser puesta en funcionamiento por un período de al menos 5 minutos, a velocidad máxima, durante cada una de las operaciones requeridas en 14.2.7.2.

14.2.7.4 No debe exigirse que un motor diésel funcione durante 5 minutos a velocidad plena entre arranques sucesivos, hasta que el tiempo acumulado de todos los arranques sucesivos alcance los 45 segundos.

14.2.7.5 La secuencia de funcionamiento automático del controlador debe arrancar la bomba desde todas las características de arranque provistas.

14.2.7.6 Esta secuencia debe incluir interruptores de presión o señales de arranque remotas.

14.2.7.7 Las pruebas de controladores impulsados por motor diésel deben dividirse entre ambos equipos de baterías.

14.2.7.8 Debe confirmarse que la selección, el tamaño y la configuración de todos los dispositivos de protección de sobrecorriente, incluyendo el interruptor de circuito del controlador de la bomba contra incendio, estén en conformidad con esta norma.

14.2.7.9 La bomba contra incendio debe arrancarse una vez desde cada uno de los servicios de energía y hacerse funcionar durante un mínimo de 5 minutos.

PRECAUCIÓN: El funcionamiento de emergencia manual debe realizarse mediante el accionamiento manual de la manija de emergencia a la posición de bloqueo total en un movimiento continuo. La manija debe bloquearse durante el tiempo que dure esta prueba.

14.2.8 Suministro de energía alternativa.

14.2.8.1 En instalaciones con una fuente alternativa de energía y un interruptor de transferencia automática, debe simularse la pérdida de una fuente primaria y la transferencia debe ocurrir mientras la bomba funciona con una carga máxima.

14.2.8.2 La transferencia desde fuente normal a alterna y la retransferencia de alterna a normal no debe provocar la apertura de los dispositivos de protección de sobrecorriente en ninguna de las dos líneas.

14.2.8.3 Por lo menos la mitad de las operaciones manuales y automáticas de 14.2.7.2 deben llevarse a cabo con la bomba contra incendio conectada a la fuente alterna.

14.2.8.4 Si la fuente de energía alternativa es un generador requerido por 9.3.2, la aceptación de instalación debe estar en conformidad con NFPA 110.

14.2.9 Regulador de emergencia para unidades impulsadas por vapor.

14.2.9.1 La válvula de regulador de emergencia para vapor debe ser operada para demostrar un desempeño del equipo satisfactorio.

14.2.9.2 La disyunción manual debe ser aceptable.

14.2.10 **Condiciones simuladas.** Deben simularse ambas señales, locales y remotas y las condiciones de alarma de la bomba contra incendio para demostrar una operación satisfactoria.

14.2.11* **Duración de la prueba.** La bomba contra incendio o la bomba para concentrados de espuma debe funcionar no menos de 1 hora en total durante todas las pruebas anteriores.

14.2.12* **Manejo electrónico de combustible (ECM).** Para motores con sistemas de control de manejo electrónico de combustible (ECM), debe llevarse a cabo una prueba de funcionamiento de los ECM primarios y alternativos.

14.3* Planos de registro, informes de pruebas, manuales, herramientas especiales y piezas de repuesto.

14.3.1 Debe entregarse al propietario del edificio un set de los planos de registro.

14.3.2 Debe entregarse al propietario del edificio una copia del informe completo de las pruebas.

14.3.3* El fabricante de cada uno de los componentes más importantes debe entregar un mínimo de un manual de instrucciones de todos los componentes más importantes del sistema de bomba contra incendio.

14.3.4 El manual debe contener lo siguiente:

- (1) Una explicación detallada del funcionamiento del componente
- (2) Instrucciones para mantenimiento de rutina
- (3) Instrucciones detalladas en relación a las reparaciones
- (4) Lista de piezas e identificación de partes
- (5) Diagramas esquemáticos del controlador, interruptor de transferencia y paneles de control de bombas de incendio.
- (6)* Lista de piezas de repuesto y lubricantes recomendados.

14.3.5 Debe estar disponible para la inspección por parte de la autoridad competente cualquier herramienta especial y dispositivo de prueba requeridos para un mantenimiento de rutina en el momento de la prueba de aceptación de campo.

14.4 **Inspección, prueba y mantenimiento periódicos.** Las bombas contra incendio deben inspeccionarse, probarse y mantenerse de acuerdo con NFPA 25.

14.5 Reemplazo de componentes.

14.5.1 Bombas de desplazamiento positivo.

14.5.1.1 Cada vez que se reemplaza un componente imprescindible en una bomba contra incendio de desplazamiento positivo, como se define en 14.5.2.5, debe efectuarse una prueba de campo de la misma.

14.5.1.2 Si se reemplazan componentes que no afectan el desempeño, tales como ejes, entonces sólo debe requerirse una prueba funcional a fin de garantizar una instalación y reensamblado adecuados.

14.5.1.3 Si se reemplazan componentes que afectan el desempeño, tales como rotores, pistones, etc., entonces debe efectuarse una nueva prueba por parte del fabricante o del representante designado, o personas calificadas, que resulte aceptable para la autoridad competente.

14.5.1.3.1 Para unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, la repetición de la prueba debe incluir la unidad de la bomba como un todo.

14.5.1.4 Resultados de las nuevas pruebas de campo.

14.5.1.4.1 Los resultados de la repetición de las pruebas de campo deben ser comparados con el desempeño original de la bomba, según lo indicado en la curva de prueba original certificada en factoría del fabricante, siempre que se encuentre disponible.

14.5.1.4.2 Los resultados de las nuevas pruebas deben cumplir o superar las características de desempeño señaladas en la placa de la bomba, y los resultados deben encontrarse dentro de los límites de precisión de la prueba de campo como se establece es la presente norma.

14.5.2 Bombas centrífugas.

14.5.2.1 Toda vez que se reemplaza, cambia o modifica un componente fundamental en un equipo de bomba centrífuga, debe efectuarse una nueva prueba en el lugar/en el campo.

14.5.2.2 Sólo representantes autorizados por la fábrica o personas calificadas deben realizar el reemplazo de componentes de bombas de incendio, controladores de bombas contra incendio y motores, lo que debe ser aceptado por la autoridad competente.

14.5.2.3* Cuando se reemplace un ECM de un motor controlado por manejo electrónico de combustibles, el ECM de reemplazo debe incluir la misma programación del software que tenía el ECM original.

14.5.2.4 **Reemplazo de los componentes.** Deben cumplirse los requisitos especificados en la Tabla 8.6.1 incluida en NFPA 25 para las pruebas de reemplazo de los componentes.

14.5.2.4.1 Siempre que así sea posible, deben utilizarse piezas de repuesto que puedan mantener el listado para los componentes de bombas contra incendio.

14.5.2.4.2 Si no es posible mantener el listado para los componentes o si el componente no fue listado originalmente para un uso de protección contra incendios, las piezas de repuesto deben cumplir o superar la calidad de las piezas reemplazadas.

14.5.2.5 Los componentes fundamentales incluyen las siguientes características del equipo de bomba:

- (1) Bombas de incendio:
 - (a) Impulsor, carcasa
 - (b) Impulsores de engranajes
- (2) Controladores de bomba contra incendio (eléctricos o diésel): reemplazo total
- (3) Impulsores con motor eléctrico, turbina de vapor o motor diésel
 - (a) Reemplazo del motor eléctrico
 - (b) Reemplazo o reconstrucción de la turbina de vapor
 - (c) Mejora del regulador de vapor o de la fuente
 - (d) Reemplazo o reconstrucción del motor

14.5.2.6 Cada vez que se efectúe el reemplazo, cambio o modificación de un componente de la ruta crítica en una bomba contra incendio, motor o controlador, según se describe en 14.5.2.5, el fabricante de la bomba, el representante autorizado de la fábrica o personas calificadas aceptables para la autoridad competente deben llevar a cabo una nueva prueba de aceptación.

14.5.2.7 Nuevas pruebas de campo.

14.5.2.7.1 Los resultados de las nuevas pruebas de campo deben compararse con el desempeño original de la bomba como se señala en la curva de prueba original certificada por la fábrica, siempre que se encuentre disponible.

14.5.2.7.2 Los resultados de las nuevas pruebas de campo deben cumplir o superar las características de desempeño señaladas en la placa de la bomba, y los resultados deben encontrarse dentro de los límites de precisión de la prueba de campo como se establece en la presente norma.

Anexo A Material explicativo

El Anexo A no forma parte de los requisitos de este documento de NFPA, pero se incluye únicamente con propósitos informativos. Este anexo contiene material explicativo, numerado en concordancia con los párrafos del texto aplicables.

A.1.1 Para mayor información, ver NFPA 25 y NFPA 70, Artículo 695.

A.3.2.1 Aprobado. La National Fire Protection Association no aprueba, inspecciona o certifica ninguna instalación, procedimiento, equipo o materiales; tampoco aprueba ni evalúa laboratorios de pruebas. Para determinar la aceptación de las instalaciones, procedimientos, equipos o materiales, la autoridad competente puede basar su aceptación de conformidad con las normas NFPA u otras normas adecuadas. En ausencia de dichas normas, la autoridad mencionada puede requerir evidencia de una instalación, procedimiento o uso adecuados. La autoridad competente puede también basarse en las prácticas de certificación o de etiquetado de una organización que tenga que ver con la evaluación de productos y se encuentra por lo tanto en posición de determinar si las mismas cumplen con las normas apropiadas para la producción actual de los artículos listados.

A.3.2.2 Autoridad Competente (AC). La frase “autoridad competente” o su acrónimo (AC), son utilizadas en los documentos de la NFPA de manera amplia, dado que las jurisdicciones y agencias de aprobación varían, así como sus responsabilidades. En donde la seguridad sea primordial, la autoridad competente puede ser federal, estatal, local u otro tipo de dependencia regional o individual tales como el jefe de bomberos, el inspector de incendios, el jefe del consejo de prevención de incendios, el departamento de trabajo, o el departamento de salud, el inspector de construcciones, el inspector de instalaciones eléctricas; u otros que tengan autoridad estatutaria. Para fines del seguro, un departamento de inspección de seguros, oficina de tasación u otro representante de la compañía de seguros puede ser la autoridad competente. En muchas circunstancias, el propietario o sus agentes designados asumen el papel de autoridad competente, en instalaciones gubernamentales, el comandante, o el jefe de departamento pueden ser la autoridad competente.

A.3.2.3 Listado. La forma de identificar el equipamiento listado puede variar para cada organización que tenga que ver con la evaluación de productos, algunas organizaciones no reconocen un equipo como listado a menos que el mismo esté etiquetado. La autoridad competente debe utilizar el sistema empleado por la organización responsable de las certificaciones para identificar un producto listado.

A.3.3.18.1 Motor diésel. El motor diésel funciona con el aceite combustible inyectado cerca del punto muerto superior del tiempo de compresión. La combustión se produce dentro del cilindro de trabajo y no en cámaras externas.

A.3.3.29 Cabezal. La unidad de medida del cabezal es el pie (metro). La relación entre presión expresada en libras por pulgada cuadrada (bar) y presión expresada en pies (metros) del cabezal se expresa por medio de las siguientes formulas:

[A.3.3.29]

$$\text{Cabezal en pies} = \frac{\text{Presión en psi}}{0.433 \text{ gravedad específica}}$$

$$\text{Cabezal en metros} = \frac{\text{Presión en bar}}{0.098 \text{ gravedad específica}}$$

En términos de pies-libras (metros-kilogramos) de energía por libra (kilogramo) de agua, todas las cantidades del cabezal tienen dimensiones en pies (metros) de agua. Las lecturas de presión se convierten a pies (metros) de agua bombeada. (Ver Figura A.3.3.29).

A.3.3.29.3.1 Cabezal Total (H), bombas horizontales. Ver Figura A.3.3.29.3.1. (La Figura A.3.3.29.3.1 no muestra los diversos tipos de bombas aplicables).

A.3.3.29.3.2 Cabezal total (H), Bombas de turbina vertical. Ver Figura A.3.3.29.3.2.

A.3.3.29.6 Cabezal de velocidad (h_v). A los fines de la presente norma, el cabezal de velocidad se calcula aplicando la velocidad promedio, que puede obtenerse dividiendo el caudal en pies cúbicos por segundo (o metros cúbicos por segundo) por la superficie real de la sección transversal de la tubería en pies cuadrados (o en metros cuadrados). El cabezal de velocidad es la distancia vertical a la que un cuerpo tiene que caer para adquirir la velocidad (V). El cabezal de velocidad (h_v) se expresa mediante la siguiente fórmula:

[A.3.3.29.6]

$$h_v = \frac{v^2}{2g}$$

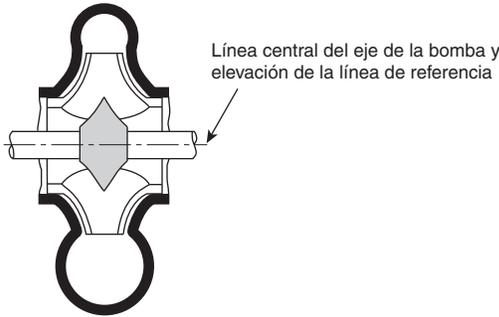
dónde:

v = velocidad en la tubería [pies/s (m/s)]

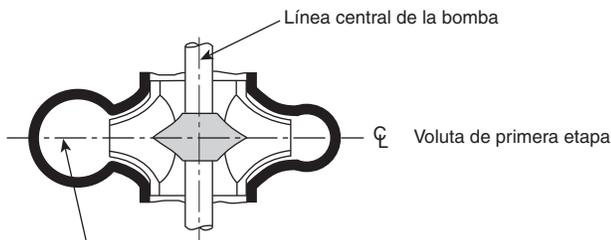
g = aceleración por la gravedad: 32.17 pies/s² (9.807 m/s²) a nivel del mar y a 45 grados de latitud.

A.3.3.42 Sin flujo (flujo cero). Se requiere una pequeña descarga de agua para evitar el recalentamiento de la bomba cuando funciona en condiciones sin flujo (flujo cero).

A.3.3.44 Generador auxiliar en sitio. Difiere de las instalaciones de generación de energía en sitio en que no genera energía de manera constante.



Bomba horizontal de doble succión



Bomba vertical de doble succión

Notas:

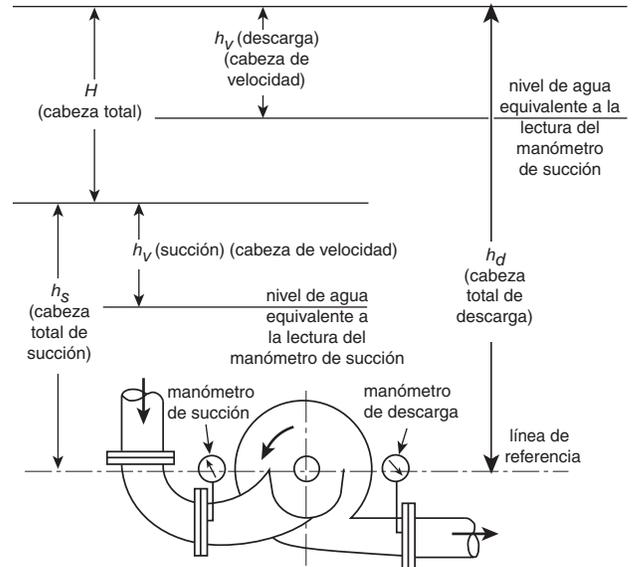
- (1) Para todos los tipos de bombas de eje horizontal (en la figura se muestra la bomba de una única etapa de doble succión). La línea de referencia es la misma para cualquier bomba, ya sea multietapas, de succión única (al final) de tipo ANSI o de eje horizontal)
- (2) Para todos los tipos de bombas de eje vertical (en la figura se muestra la bomba de una única etapa vertical de doble succión) La línea de referencia es la misma para la succión única (al final), en línea, o cualquier bomba con eje vertical.

Figura A.3.3.29 Altitud del nivel de referencia de dos diseños de bombas estacionarias

A.3.3.45 Carga máxima. Los requisitos de potencia máxima para una bomba centrífuga generalmente se observan cuando la bomba está funcionando entre el 130 por ciento y el 150 por ciento del caudal nominal. La potencia requerida podría continuar aumentando a más del 150 por ciento del caudal nominal, pero NFPA 20 no requiere pruebas a más del 150 por ciento del caudal nominal. La carga máxima puede determinarse observando la curva en caballos de fuerza en la curva de la bomba contra incendio suministrada por el fabricante de la bomba.

A.3.3.47.2 Presión de succión más baja permisible. La presión más baja permitida por la autoridad competente estará probablemente aguas arriba del dispositivo de prevención de contraflujo o en la conexión con la tubería principal del servicio general de agua. La presión permisible en la succión de la bomba podría ser menor que el límite establecido por la autoridad competente y podría determinarse sumando la pérdida por fricción y el cambio en la elevación de la presión entre la ubicación citada y la succión de la bomba contra incendios.

A.3.3.47.3 Presión neta (presión diferencial). La presión neta (presión diferencial) incluye la diferencia en la corrección del cabezal de velocidad (presión) desde la descarga de la bomba hasta la succión de la bomba. En muchos casos, la diferencia en la corrección del cabezal de velocidad de succión y de descarga



Nota: instalación con cabeza de succión sobre la presión atmosférica de muestra

Figura A.3.3.29.3.1 Cabezal total para todos los tipos de bombas contra incendio estacionarias (no del tipo de turbina vertical)

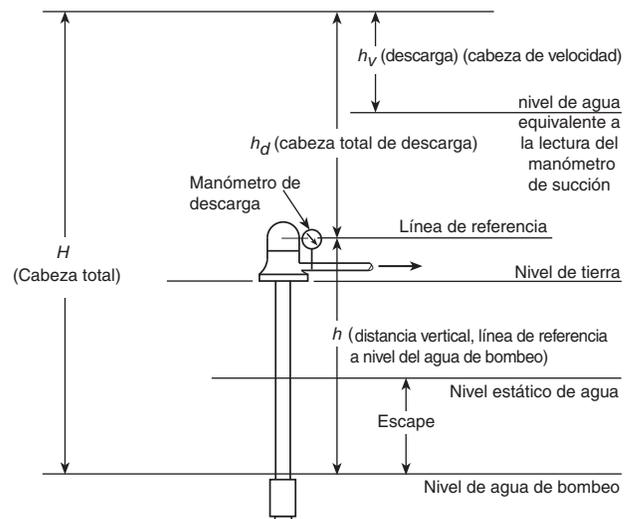


Figura A.3.3.29.3.2 Cabezal total de bombas contra incendio de tipo de turbina vertical

(presión) es pequeña y puede ser ignorada sin afectar de manera adversa la evaluación del desempeño de la bomba.

A.3.3.49.11 Bomba multietapa y multipuerto. Una bomba multietapa y multipuerto funciona de manera similar a las bombas contra incendio dispuestas en serie. La principal diferencia entre una bomba multietapa y multipuerto y las bombas contra incendio dispuestas en serie es que se requieren impulsores individuales para las bombas contra incendio dispuestas en serie y no se provee una válvula de cierre entre los impulsores en una bomba multietapa y multipuerto.

A.3.3.49.19 Unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada. No es la intención de esta norma que este término se aplique a las bombas individuales que se utilicen para abastecer a los sistemas de agua nebulizada. La intención de este término es que se aplique a sistemas de agua nebulizada diseñados con múltiples bombas, en los que una bomba funciona de manera individual o múltiples bombas funcionan en paralelo, basándose en la demanda del sistema corriente abajo y en la cantidad de boquillas que descargan. Estas bombas funcionan de manera conjunta como una sola unidad, a fin de proveer el caudal y la presión necesarios del sistema de agua nebulizada.

A.3.3.55 Unidad de bombas contra incendio en serie. Las bombas que llenan los tanques no se consideran en serie con las bombas abastecidas por esos tanques. Los sistemas de los servicios de agua y de distribución de agua "tipo campus" que abastecen a una bomba contra incendio dentro de un edificio pueden tener bombas que funcionen de manera independiente, pero que sean necesarias, para el funcionamiento de una bomba contra incendio dentro del edificio. Estas bombas no están incluidas dentro de la definición de unidad de bombas contra incendio en serie, aunque la disposición de estas bombas debería ser revisada como parte de la evaluación del suministro de agua.

A.3.3.56 Servicio. Para más información, ver *NFPA 70*, Artículo 100.

A.3.3.57 Equipo de servicio. Para más información, ver *NFPA 70*, Artículo 100.

N A.3.3.59 La presión se limita controlando la velocidad de la bomba contra incendios. Una vez que la bomba contra incendios alcanza su velocidad nominal, la presión de descarga disminuirá respecto de la presión establecida a medida que aumenta la tasa de flujo y/o los valores máximos de consumo de energía.

A.3.3.61 Señal. Se espera una respuesta a las señales dentro de las 2 horas.

N A.3.3.76.2 Unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación. La unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación tiene en sí misma una lógica integrada en fábrica que le permite conocer la presión de succión, la presión de descarga y el consumo de energía, y calcular las presiones de flujo y neta a partir de esa información, y posteriormente comunicar la información. Todos los accesorios requeridos para llevar a cabo las funciones de limitación de la presión de descarga y de limitación de la presión neta mediante la regulación de la velocidad de la bomba están integrados en la unidad de la bomba.

Cada unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación debería incluir una derivación que pueda funcionar en modo automático y mediante un operador mecánico manual que puede usarse para derivar el variador de frecuencia variable (VDF) con el fin de aplicar la energía directamente en el motor.

A.4.2 Debido a la naturaleza única de las unidades de bombas contra incendio, la aprobación debería ser obtenida antes del montaje de cualquier componente específico.

N A.4.3.1 La determinación del funcionamiento satisfactorio puede hacerse ya sea mediante una persona calificada que se dirija al cuarto de bombas y monitoree las condiciones perso-

nalmente, o mediante equipos de video, medición y sensores instalados en el cuarto de bombas de manera que una persona calificada pueda determinar el funcionamiento satisfactorio remotamente.

A.4.3.2.3(2) Los programas de certificación en protección contra incendios reconocidos a nivel nacional incluyen, aunque no de manera limitada, aquellos ofrecidos por Asociación Internacional de Señales Municipales (IMSA) y el Instituto Nacional de Certificación en Tecnologías de Ingeniería (NICET). Nota: Estas organizaciones y los productos o servicios que ofrecen no han sido verificados de manera independiente por la NFPA, ni han sido aprobados o certificados por la NFPA, ni por ninguno de sus comités técnicos.

A.4.3.3.3(2) Ver A.4.3.2.3(2).

A.4.3.4 El personal responsable del servicio debería:

- (1) Comprender los requisitos incluidos en la presente norma y en *NFPA 25* y los requisitos para bombas contra incendio incluidos en *NFPA 70*
- (2) Comprender las leyes y requisitos básicos sobre seguridad en el sitio de trabajo
- (3) Aplicar técnicas para la solución de problemas y determinar la causa de las fallas que se produzcan en los sistemas de protección contra incendios
- (4) Comprender los requisitos específicos de los equipos, como su programación, aplicación y compatibilidad
- (5) Leer e interpretar la documentación sobre el diseño de los sistemas de protección contra incendios y los lineamientos de los fabricantes sobre inspección, prueba y mantenimiento
- (6) Utilizar adecuadamente las herramientas y equipos requeridos para la prueba y mantenimiento de los sistemas de protección contra incendios y sus componentes
- (7) Aplicar adecuadamente los métodos de prueba requeridos en la presente norma y en *NFPA 25*

A.4.3.4.2(2) Ver A.4.3.2.3(2).

N A.4.4.3 *Responsabilidad de la unidad* significa la obligación de responder y resolver cualquier y todos los problemas referentes a la instalación, compatibilidad, rendimiento y aceptación del equipo. Responsabilidad de la unidad no debería ser interpretada como la compra de todos los componentes a un único proveedor.

N A.4.5.1.5 Esto requiere dos curvas de prueba certificadas adicionales para cada unidad de bombeo. Los datos de prueba del modo de autorregulación (velocidad variable) muestran la presión/caballo de fuerza/velocidad en el eje Y y el flujo en el eje X.

A.4.6.1 Para requisitos de caudal del suministro de agua y presión, ver los siguientes documentos

- (1) *NFPA 1*
- (2) *NFPA 13*
- (3) *NFPA 14*
- (4) *NFPA 15*
- (5) *NFPA 16*
- (6) *NFPA 750*

A.4.6.2 Donde el suministro a la succión proviene de un sistema de agua utilizado por una fábrica, el funcionamiento de la bomba a 150 por ciento de la capacidad nominal no debería crear alteraciones peligrosas de los procesos debido a la baja presión de agua.

N A.4.6.2.3.1 En este caso, el flujo máximo debería ser considerado el flujo más alto que el suministro de agua puede alcanzar a la presión de succión más baja permisible.

A.4.6.4 Deberían evitarse las fuentes de agua que contengan sal u otros materiales perjudiciales para los sistemas de protección contra incendios.

Donde la autoridad competente apruebe el arranque de una bomba contra incendio impulsada por motor diésel debido a un corte en el suministro de la energía eléctrica, el suministro del líquido debería ser suficiente para cumplir con la demanda adicional de agua sistema de enfriamiento del motor diésel.

A.4.7.1 Lo establecido en este punto no impide el uso de bombas en suministros de agua públicos y privados que provean agua para fines domésticos, procesos y sistemas de protección contra incendios. Dichas bombas no son bombas contra incendio y no se espera que cumplan todos los requisitos establecidos en la presente norma. Se permite que dichas bombas se utilicen para protección contra incendios si se consideran confiables según el análisis exigido en la Sección 4.6. La evaluación de la confiabilidad debería incluir, como mínimo, los niveles de supervisión y respuesta rápida a problemas, característicos de los sistemas de agua municipales.

Si un proyecto de desarrollo privado (campus) necesita una bomba de protección contra incendios, ello generalmente se satisface mediante la instalación de una bomba contra incendio dedicada (conforme a lo establecido en la presente norma) en paralelo con una bomba doméstica o como parte de una ramificación dedicada de la red de incendios/lazo de un suministro de agua.

A.4.7.3 No es la intención de lo establecido en este punto requerir el reemplazo de las instalaciones de motores duales efectuadas antes de la adopción de la edición 1974 de la presente norma.

A.4.7.6 Para bombas centrífugas y de turbina, la potencia al freno máxima en caballos de fuerza requerida para accionar la bomba generalmente se produce a un caudal superior al 150 por ciento de la capacidad nominal. Para bombas de desplazamiento positivo, la potencia al freno máxima en caballos de fuerza requerida para accionar la bomba generalmente se produce cuando la válvula de alivio tiene un flujo del 100 por ciento de la capacidad nominal de la bomba. Las bombas conectadas a motores de velocidad variable pueden funcionar a velocidades más bajas, aunque el motor debería seleccionarse en función de la potencia requerida para accionar la bomba a la velocidad nominal y a su carga máxima bajo cualquier condición del caudal.

A.4.7.7 Una válvula de alivio de presión no constituye un método aceptable de reducción de la presión del sistema en condiciones operativas normales. Antes de la edición 2003, NFPA 20 no prohibía de manera estricta el uso de válvulas de alivio de presión para el manejo de una presión excesiva en condiciones de flujo cero o bajas condiciones de flujo de agua y solamente reconocía esto como una práctica de diseño deficiente incluida en la edición 1999. Las instalaciones existentes diseñadas según lo establecido en ediciones previas de NFPA 20 y que contienen válvulas de alivio de presión diseñadas para dichos fines podrían todavía estar en servicio.

A.4.7.7.2 No es la intención de lo establecido en este punto restringir el uso de válvulas de reducción de presión en la

corriente aguas abajo de la válvula de aislamiento de descarga con el propósito de cumplir los requisitos establecidos en 4.7.7.

A.4.7.7.3.2 Este requisito tiene la intención de tomar en consideración el desempeño de la tolerancia de la presión establecida del control de limitación de presión de velocidad variable tal como lo establece el fabricante.

N A.4.8.9(8) La señal de alarma de presión establecida no cumplida debería ser enviada siempre que la presión de descarga esté por debajo de la presión establecida y el consumo de energía esté por debajo del máximo de diseño.

N A.4.8.16 En condiciones sin flujo, la bomba reforzadora podría mantener la presión en el sistema por encima de la presión establecida, lo que provoca que el control de velocidad variable se ralentice. Esto limita la velocidad mínima de la bomba en aproximadamente un 50 por ciento de la velocidad nominal.

A.4.10 El desempeño de la bomba cuando se utilice a capacidades superiores al 140 por ciento del caudal nominal puede verse severamente afectado por las condiciones de succión. No se recomienda la utilización de la bomba a caudales inferiores al 90 por ciento del caudal nominal.

La selección y aplicación de la bomba contra incendio no debería ser confundida con las condiciones de funcionamiento de la bomba. Con condiciones de succión apropiadas, la bomba se puede operar en cualquier punto de su curva característica desde el punto de cierre hasta el 150 por ciento de su caudal nominal.

A.4.10.2 En países que utilizan el sistema métrico, aparentemente no hay certificaciones normalizadas de los flujos respecto de la capacidad de las bombas; por consiguiente las conversiones métricas enumeradas en la Tabla 4.10.2 son conversiones matemáticas directas.

A.4.12.2 Debe instalarse en donde se desee, un protector de manómetro para proteger contra daño por sobrepresión.

N A.4.13.1.1 En condiciones sin flujo, la bomba reforzadora podría mantener la presión en el sistema por encima de la presión establecida, lo que provoca que el control de velocidad variable se ralentice. Sin embargo, aún es necesario descargar una pequeña cantidad de agua para enfriar la bomba.

A.4.14 Debe prestarse especial consideración a los requisitos para las instalaciones de bombas contra incendio instaladas por debajo del nivel del terreno. La luz, el calor, el drenaje, la ventilación y las potenciales inundaciones son algunas de las variables que necesitan ser consideradas. Algunas ubicaciones o instalaciones pueden no requerir una casa de bombas. Donde se requiera un cuarto de bombas o una casa de bombas, debería ser lo suficiente amplio y ubicado para permitir una disposición de tuberías apropiada y corta. La tubería de succión debería considerarse en primer lugar. La casa de bombas debería ser preferentemente una construcción independiente hecha de materiales no combustibles. Un cuarto de bombas de un solo nivel, con un techo combustible, sea éste independiente o bien protegido de un edificio contiguo de un solo nivel, es aceptable si cuenta con rociadores. En los casos en que un edificio independiente no sea posible, el cuarto de bombas debería ser ubicado y construido para proteger la unidad de bombeo y los controles de pisos que se caigan o de maquinaria y del fuego que pudiera alejar al operador de la bomba o dañar la unidad de bombeo o los controles. Se debería proveer

acceso al cuarto de bombas desde el exterior. En donde no sea posible el uso de ladrillos u hormigón armado, se recomienda utilizar listones de metal y yeso para la construcción del cuarto de bombas. El cuarto o casa de bombas no debería utilizarse para almacenar cosas. Las bombas de tipo turbina de eje vertical pueden requerir un panel removible en el techo de la casa de bombas para permitir que la bomba sea removida para inspección o reparación. Deben suministrarse espacios libres apropiados entre los equipos tal como lo recomiendan los planos del fabricante.

Δ A.4.14.1 Una bomba contra incendio que está fuera de servicio por alguna razón en cualquier momento, constituye una desactivación del sistema de protección contra incendios. Debe ser puesta nuevamente en servicio sin demora.

Las lluvias y el calor intenso del sol, lluvias heladas con viento, tormentas de arena o polvo, inundaciones, roedores, insectos y vandalismo son condiciones adversas para equipos no instalados en un cerramiento o edificio con una protección aceptable. Como mínimo, el equipamiento instalado debería estar protegido por un techo o cubierta.

A.4.14.1.1 La mayoría de los departamentos de bomberos tiene procedimientos que requieren la operación de una unidad de bombeo contra incendio durante un incidente. Los diseñadores de los edificios deberían ubicar el cuarto de la bomba contra incendio de modo tal de ser fácilmente accesible durante un incidente.

A.4.14.1.1.2 El propósito de la columna "Sin rociadores" de la Tabla 4.14.1.1.2 es describir los lineamientos aplicables a edificios sin rociadores. Esto no permite omitir los rociadores en los cuartos de bombas de edificios totalmente provistos de rociadores.

A.4.14.1.1.3 Esta sección permite la instalación de sistemas de protección contra incendios para riesgos especiales, tales como los de agua nebulizada de aplicación local en el interior de edificios que podrían o no estar protegidos de alguna otra manera. La inquietud radica en que se garantice que un incendio asociado con el proceso que se está protegiendo no cause una falla inmediata en el sistema de bombeo. No es la intención de esta sección proveer protección para la totalidad del edificio, ni proteger el área de procesos contra un incendio de exposición que involucre a ese sector del edificio.

A.4.14.1.1.5 El equipo que aumente el riesgo de incendio (tal como las calderas) y no esté relacionado con los sistemas de protección contra incendios no debería estar en el cuarto de bombas.

N A.4.14.1.1.6 Artículos que podrían crear un riesgo adicional, tales como calentadores de agua alimentados por combustible, no deberían ser instalados en el interior del cuarto de bombas.

A.4.14.7 Los cuartos y las casas de bombas deberían estar secos y libres de condensación. Podrá ser necesario algo de calefacción, para lograr un ambiente seco.

A.4.15.1 El exterior de las tuberías de acero no enterradas debería mantenerse pintado.

A.4.15.2 Son preferibles las bridas soldadas a las tuberías.

A.4.15.6 Actualmente, los requisitos de NFPA 13 no hacen referencia a bombas contra incendio, controladores, impulsores, tanques de combustible (incluidos los accesorios), tuberías

de cabezales de prueba, tuberías de válvulas de alivio o silenciadores de escape.

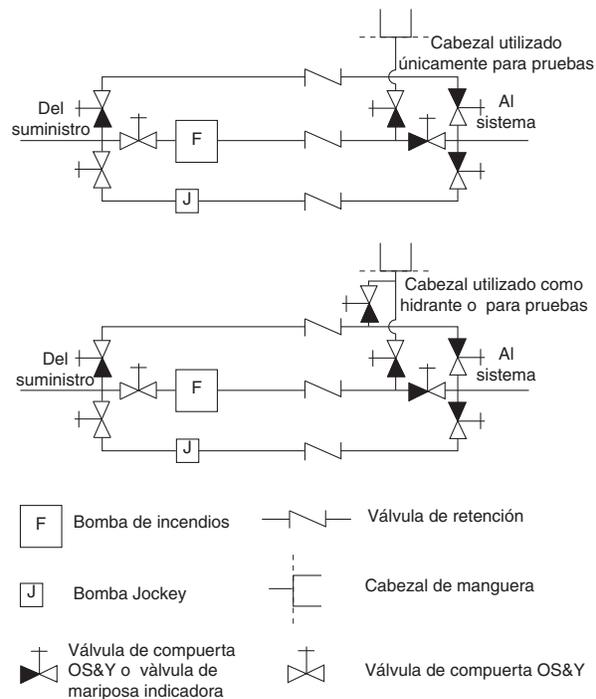
A.4.15.7 Cuando se suelda una tubería de succión o descarga de una bomba, con la bomba en su lugar, la tierra de la soldadora debería estar del mismo lado de la bomba en que está la soldadura.

Δ A.4.16.1 El exterior de tuberías de acero de succión debería mantenerse pintado. La tubería enterrada de hierro o acero debería cubrirse o protegerse contra la corrosión en conformidad con lo aplicable en AWWA-C104, *Cement-Mortar Lining for Ductile-Iron Pipe and Fittings*, o normas equivalentes.

A.4.16.3.2 Se permite que la presión de succión caiga a -3 psi (-0.2 bar) para una bomba centrífuga que succiona desde un tanque de almacenamiento ubicado a nivel del terreno donde la elevación de la succión de la bomba se encuentre al o por debajo del nivel de agua en el tanque de almacenamiento de agua, al final de la duración del caudal de agua requerido. Dicha presión de succión negativa tiene el fin de permitir la pérdida de fricción en la tubería de succión cuando la bomba funciona al 150 por ciento de su capacidad.

A.4.16.4 Las siguientes notas corresponden a la Figura A.4.16.4:

- (1) Generalmente se requiere una bomba reforzadora (jockey) para bombas controladas automáticamente.
- (2) Si se van a proveer instalaciones para pruebas, ver también Figura A.4.22.1.3(a) y Figura A.4.22.1.3(b).
- (3) Las líneas sensoras de presión también deberían ser instaladas conforme a lo establecido en 10.5.2.1 o 12.7.2.1. Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).



Δ Figura A.4.16.4 Diagrama esquemático de arreglos sugeridos para una bomba contra incendio con derivación (bypass), tomando la succión de tuberías públicas principales.

A.4.16.5 Donde el suministro de succión provenga de tuberías principales públicas, la válvula de compuerta debería localizarse lo más lejos posible de la brida de succión de la bomba. Donde provenga de una reserva de almacenamiento de agua, la válvula de compuerta debería localizarse a la salida del contenedor. Una válvula mariposa en el lado de la succión de la bomba puede crear turbulencia afectando severamente el funcionamiento de la bomba y puede incrementar la posibilidad de bloqueo de la tubería.

Δ A.4.16.6 Ver Figura A.4.16.6. (Ver ANSI/HI 9.6.6, *Rotodynamic Pumps for Pump Piping*) para obtener información adicional.)

A.4.16.8 En la selección del material de malla, debería considerarse la prevención de bloqueos, provocados por el crecimiento de organismos acuáticos. La mejor manera de evitar los bloqueos es mediante el uso de **mallas** de bronce o cobre.

A.4.16.9 El término dispositivo, según se emplea en este punto tiene el propósito de incluir, aunque no de manera limitada, dispositivos sensores a la presión de succión que posteriormente restringen o detienen la descarga de la bomba contra incendio. Debido a las pérdidas de presión y al potencial de interrupción del caudal hacia los sistemas de protección contra incendios, no se recomienda el uso de dispositivos de prevención de contraflujo en la tubería de la bomba contra incendio. Donde sea requerido, sin embargo, la colocación de tal dispositivo en el lado de descarga de la bomba tiene como fin garantizar características aceptables del caudal en la succión de la bomba. Resulta más eficiente perder la presión después de que la bomba la ha elevado, en lugar de antes de que lo haya hecho. Donde el dispositivo de prevención de contraflujo se encuentre en el lado de descarga de la bomba y se haya instalado una bomba jockey, la descarga de la bomba jockey y las líneas sensoras deberían estar ubicadas de manera que no se genere una conexión cruzada a través de la bomba jockey.

A.4.16.10 Para más información, ver ANSI/HI 9.6.6, *Rotodynamic Pumps for Pump Piping*. (Ver Figura A.4.16.10)

A.4.17.4 Son preferibles las bridas soldadas a las tuberías.

A.4.17.6 El tamaño de la tubería de descarga debería ser tal que con la bomba(s) funcionando al 150 por ciento de su caudal nominal, la velocidad en la tubería de descarga no exceda los 20 pies/s (6.2 m/s).

A.4.17.7 Los grandes sistemas de protección contra incendio algunas veces experimentan severos golpes de ariete de agua ocasionados por el contraflujo cuando el controlador automático apaga la bomba contra incendio. Donde se pueda esperar que las condiciones causen un golpe de ariete objetable, debería instalarse una válvula de retención listada contra golpe de ariete en la línea de descarga de la bomba contra incendio. Las bombas con controlador automático en edificios altos pueden dar problemas de golpe de ariete al apagarse la bomba.

En donde un sistema de protección de contraflujo sea sustituido por la válvula de retención, puede ser necesario un sistema de protección de contraflujo adicional en la tubería de desviación (bypass) para prevenir el contraflujo a través de la desviación (bypass).

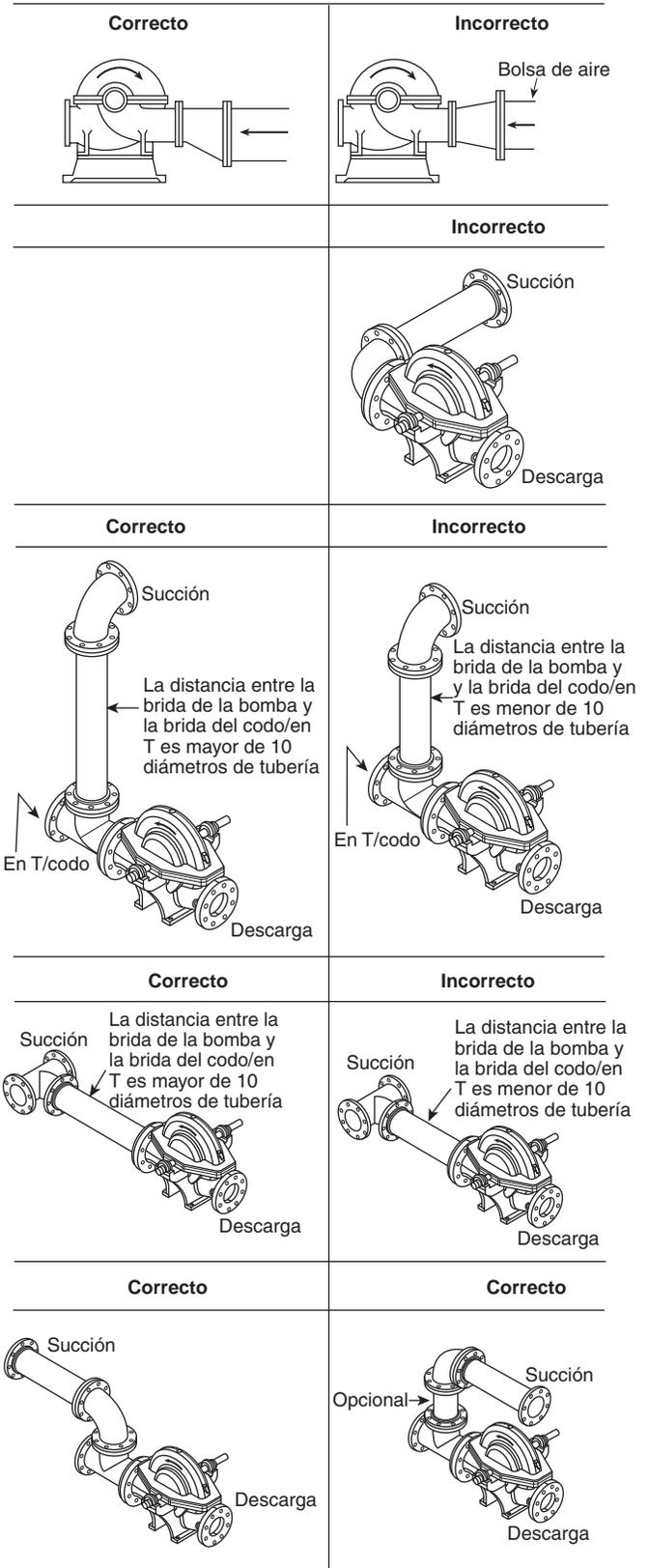
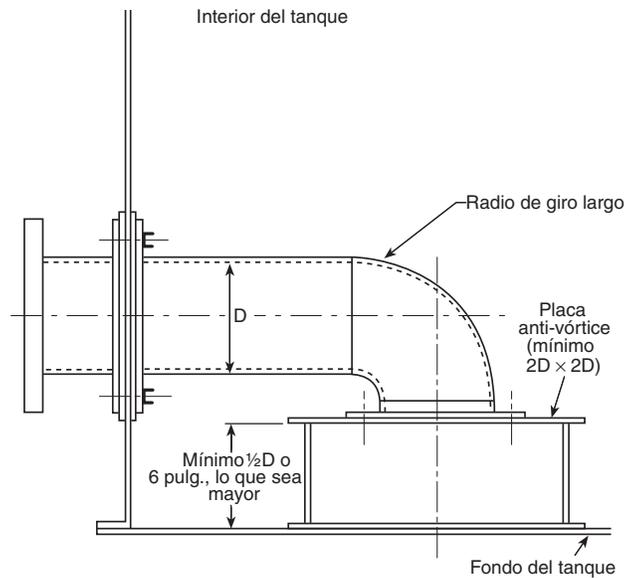


Figura A.4.16.6 Succiones de bombas correctas e incorrectas.



Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm.

Figura A.4.16.10 Conjunto de montaje de placa anti-vórtice

En donde el sistema de protección de contraflujo sea sustituido por la válvula de retención en la descarga, se permite la conexión para la línea sensora entre la última válvula de retención y la última válvula de control si la conexión en la línea sensora de presión puede hacerse sin alterar la válvula de contraflujo o violando su certificación. Este método puede ser utilizado algunas veces añadiendo una conexión a través del puerto de prueba en la válvula de contraflujo. En esta situación, la válvula de control de descarga no es necesaria, dado que la última válvula de control del sistema de protección de contraflujo cumple con esta función.

En donde el sistema de protección de contraflujo sea reemplazado por la válvula de retención de la descarga y la conexión de la línea sensora no puede hacerse dentro del sistema de protección de contraflujo, la línea sensora debería ser conectada entre dicho sistema de protección de contraflujo y la válvula de control de descarga de la bomba. En esta situación, el sistema de protección de contraflujo no puede actuar como sustituto de la válvula de control de descarga porque la línea sensora debe poder ser aislada.

A.4.17.8 Ver A.4.17.7 para conocer las circunstancias en las que la válvula de control de descarga puede sustituir al dispositivo de prevención de contraflujo.

A.4.17.11 Ver 4.7.7.2.

A.4.18 Las válvulas de aislamiento y las válvulas de control son consideradas idénticas cuando se utilizan en conjunción con un dispositivo de protección de contraflujo.

A.4.19 Las roturas de tuberías ocasionadas por movimientos pueden ser fuertemente disminuidas y, en muchos casos, evitadas incrementando la flexibilidad entre las partes más importantes de la tubería. Una parte de la tubería nunca debería mantenerse rígidamente y la otra libre de movimiento, sin tomar las previsiones para aliviar la tensión. La flexibilidad puede darse al utilizar acoples flexibles en los puntos críticos y permitiendo separaciones en las paredes y pisos. La succión y la

descarga de la bomba contra incendio deberían tratarse de la misma manera que los tubos montantes de los rociadores para cualquier sección que se encuentre dentro del edificio. (Ver NFPA 13.)

Los orificios a través de las paredes a prueba de incendios del cuarto de bombas deberían taparse con lana mineral u otro material adecuado el cual debería mantenerse en posición por medio de anillos para tubería ubicados a cada lado de la pared. Las tuberías que pasan a través de las paredes de los cimientos o de las paredes de los pozos hacia el terreno, deberían mantener distancia de estas paredes pero los orificios deberían estar sellados herméticamente. El espacio alrededor de las tuberías que pasan a través de las paredes o del piso del cuarto de bombas debería ser llenado con mástique asfáltico. El movimiento al que se hace referencia en la Sección 4.19 es el asentamiento del sistema y la posible vibración durante el funcionamiento de la bomba. La sección no menciona las fuerzas sísmicas anticipadas.

A.4.20.1 Se requiere que la presión sea evaluada al 121 por ciento de la presión nominal neta de cierre debido a que la presión es proporcional al cuadrado de la velocidad que gira la bomba. Se requiere que un regulador de un motor diésel tenga la capacidad de limitar la velocidad máxima del motor a 110 por ciento, creando una presión de 121 por ciento. Dado que la única vez que la norma requiere la instalación de una válvula de alivio de presión es cuando el motor diésel está girando más rápido que lo normal, y debido a que esto es un evento ocasional, se permite que la descarga de la válvula de alivio de presión retorne a la zona de succión de la bomba.

A.4.20.1.1 En situaciones donde la presión requerida del sistema está cerca de la presión nominal de los componentes del sistema y la presión del suministro de agua varía significativamente con el tiempo, para eliminar la sobrepresurización del sistema, podría ser necesario el uso de alguno de los siguientes:

- (1) Un tanque entre el suministro de agua y la succión de la bomba, en lugar de conectar en forma directa a la tubería de suministro de agua
- (2) Un dispositivo de control de limitación de presión de velocidad variable

A.4.20.2.1 Ver Figura A.4.20.2.1.

A.4.20.5 El cono de la válvula de alivio debería colocarse en la tubería en el punto en que el agua puede ser libremente descargada, preferentemente afuera del edificio. Si la tubería de descarga de la válvula de alivio está conectada a un drenaje subterráneo, debería tenerse cuidado de que ningún vapor en el drenaje entre lo suficientemente cerca como para regresarlo a través del cono y pueda volver al cuarto de bombas.

A.4.20.7 En donde la válvula de alivio haga una contra descarga en la fuente de suministro, deberían determinarse las capacidades de contra presión y limitaciones de la válvula que se utilizarán. Puede ser necesario incrementar el tamaño de la válvula de alivio y de la tubería por encima del mínimo para obtener la capacidad de alivio adecuada debido a la restricción de la contra presión.

A.4.20.8 Cuando la descarga entra en el reservorio por debajo del nivel de agua mínimo, no es probable que se genere un problema de aire. Si entra sobre la parte superior del reservorio, el problema de aire se reduce extendiendo la descarga por debajo del nivel normal de agua.

EJEMPLO DE CÁLCULO DE VÁLVULA DE ALIVIO DE PRESIÓN CON DESCARGA A LA ATMÓSFERA				
Para una bomba de incendio de 1,500 gpm a 100 psi				
1. Certificación de presión de los componentes		175		
2. Exceso de velocidad de la bomba máximo		110%		
3. Tamaño de la bomba		1,500		
4. Presión certificada de bombeo		100		
		Presión estática normal (a velocidad nominal)	Estática de presión máxima (a velocidad de bombeo máxima)	
5. Presión neta de bombeo (presión nominal al 100%)		100	121.0	
6. Presión neta de cierre de la bomba (flujo 0)		120	145.2	
7. Presión neta de la bomba al 150% del flujo nominal		65	78.7	
8. Presión estática máxima en la succión de la bomba		50	50	
9. Flujo disponible en la succión de la bomba		1,320	1,320	
10. Presión residual en la succión de la bomba		45	45	
11. Presión máxima de descarga de la bomba en el cierre		170	195.2	
12. Presión neta máxima de descarga permitida		125		
13. Tasa de flujo de la bomba a la presión neta máxima ajustada a la velocidad normal [#12/(#2*#2)] = 103.3 psi		1,360.4		
14. Tasa de flujo requerida a través de la válvula de alivio de presión (tasa de flujo de la bomba a 125 psi y exceso de velocidad o [#13*#2])		1,496.5		
15. Presión establecida para la válvula de alivio de presión		175		
16. Tamaño de la válvula de alivio de presión		4		
17. Tamaño de la tubería de la válvula de alivio de presión		4.026		
18. Coeficiente de descarga de la boquilla (tubería)		0.9		
19. Factor C		120		
20. Válvula de alivio de presión Cv (P = [Q/Cv] ²)		240		
21. Accesorios de la válvula de alivio de presión	Tipo de accesorio	Cantidad de accesorios	Longitud equivalente	Longitud equivalente total
	45°	1	4	4
	Ells	2	10	20
	LRE	0	6	0
22. Longitud de la tubería de la válvula de alivio de presión		30		
23. Longitud equivalente total		54		
24. Pérdida por fricción por pie en la tubería, a un flujo #14		0.594		
25. Pérdida total en la tubería de la válvula de alivio de presión (#23 x #24)		32.1		
26. Pérdida por fricción en la válvula de alivio de presión a un flujo estimado (válvula totalmente abierta) ((#14/[29.83x#18x17 ²]) ²)		38.9		
27. Presión en la descarga de la válvula de alivio de presión (#1 – #25 – #26)		104.1		
28. Diferencia de elevación (Diferencia de elevación en pies 0.433")		0		
29. Presión requerida en la descarga de la tubería de alivio (presión de Pitot a un flujo de #14) ((#14/[29.83x#18x17 ²]) ²)		11.8		
Conclusión: La presión de descarga en la tubería de alivio de presión (con la válvula de alivio de presión totalmente abierta) excede la presión de Pitot requerida para el flujo; por consiguiente los componentes de alivio de presión están dimensionados adecuadamente.				

Figura A.4.20.2.1 Ejemplo de cálculo de válvula de alivio de presión

A.4.21.2.1 Donde las bombas están instaladas en serie y ubicadas en el mismo cuarto de bombas, la presión de descarga desde la segunda (o tercera) bomba es, generalmente, una presión que es demasiado alta para las boquillas de salida de un sistema de rociadores contra incendio o de **montante** en los pisos inferiores del edificio. En lugar de emplear esta presión de descarga alta con válvulas de reducción de presión, es una práctica común y aceptada tomar el suministro para protección contra incendios desde la descarga de la bomba precedente a través de una conexión entre esa bomba y la(s) bomba(s) subsiguiente(s), como se ilustra en la Figura A.4.22.1.3(a) y Figura A.4.22.1.3(b)

A.4.21.2.8.1 Los siguientes métodos deberían ser considerados aceptables:

- (1) Estar empotrado en un mínimo de 2 pulg. (50 mm) de hormigón.
- (2) Estar protegido por un montaje listado y certificado contra el fuego con una certificación mínima de dos horas y que está dedicado al(a los) circuito(s) de bombas de incendio.
- (3) Ser un sistema listado de protección de circuitos eléctricos con una certificación mínima de dos horas.
- (4) Estar protegido por un montaje listado y certificado contra incendios con una certificación mínima de dos horas y que contiene únicamente circuitos del cableado de alarmas de emergencia y/o de control dedicados a las bombas contra incendio, o generadores de sistemas de emergencia, o generadores legalmente requeridos, y no circuitos del cableado de alimentación.

A.4.22.1.1 Los dos objetivos de efectuar una prueba a la bomba son asegurar que la bomba en sí misma aún funciona correctamente y asegurarse que el suministro de agua pueda aún proveer a la bomba la cantidad de agua correcta a una presión correcta. Algunas disposiciones de equipo para pruebas no permite que se pruebe el suministro de agua. Cada instalación de la bomba contra incendio necesita tener por lo menos un arreglo del equipo para pruebas donde el suministro de agua puede ser probado. Las normas de inspección, prueba, y mantenimiento (NFPA 25) requieren que se efectúe una prueba de la bomba una vez cada 3 años como mínimo, utilizando un método que pruebe la capacidad del suministro de agua de proveer agua a la bomba.

A.4.22.1.3 Deben proveerse las salidas a través del uso de cabezales de prueba estándar, hidrantes de piso, hidrantes de pared, o válvulas para mangueras en tuberías verticales.

Las siguientes notas se aplican a la Figura A.4.22.1.3(a) y a la Figura A.4.22.1.3(b):

- (1) La distancia desde el medidor de flujo a cualquier válvula de aislamiento debería ser la recomendada por el fabricante del medidor.
- (2) Para bombas contra incendio horizontales de carcasa partida, debería haber una distancia de no menos de 10 diámetros de la tubería de succión para la conexión lateral (no recomendada) a la brida de succión de la bomba contra incendio. (Ver 4.16.6.3.1.)
- (3) Debe ser provista la liberación automática de aire si la tubería forma una "U" invertida, atrapando el aire.
- (4) El sistema de protección contra incendios debería tener salidas para efectuar pruebas de la bomba y de la tubería de suministro de succión. (Ver A.4.22.3.1.)

- (5) La disposición del medidor de circuito cerrado únicamente probará el rendimiento neto de la bomba. No prueba la condición del suministro de succión, válvulas, tuberías y otros.
- (6) La tubería de retorno debería disponerse de tal manera que no quede aire atrapado que al final acabe en el ojo del impulsor de la bomba.
- (7) Se deberían evitar turbulencias en el agua que ingresa a la bomba para eliminar la cavitación, que reduciría la descarga de la bomba y podría dañar el impulsor de la bomba. Por esta razón la conexión lateral no es recomendada.
- (8) La recirculación prolongada puede causar una elevación dañina de calor, a no ser que algo de agua sea eliminada.
- (9) El medidor de **caudal** debería instalarse de acuerdo con las instrucciones del fabricante.
- (10) Las líneas de **sensado** de presión también necesitan ser instaladas de acuerdo con 10.5.2.1. [Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).]

A.4.22.1.5 Las válvulas para mangueras del cabezal de prueba de la bomba contra incendio deberían estar ubicadas en el exterior del edificio. Ello se debe a que es necesario que la descarga de la prueba sea dirigida hacia un lugar exterior seguro y para proteger a las bombas contra incendio, a los controladores, etc. de la salpicadura accidental de agua. En los casos en que los daños por amenazas o vandalismo sea un aspecto a considerar, las válvulas para mangueras pueden estar ubicadas dentro del edificio, pero afuera del cuarto de bombas de incendio, si, a criterio de la autoridad competente, el flujo de la prueba puede ser dirigido de manera segura hacia afuera del edificio, sin un riesgo indebido de que el agua salpique los equipos de las bombas contra incendio.

A.4.22.2.1 Los dispositivos de medición deben descargar al drenaje.

En caso de un suministro limitado de agua, la descarga debe devolverse a la fuente de agua (ej.: tanque de succión, pequeño estanque, etc.) si la descarga entra en la fuente por debajo del nivel mínimo de agua, no ocasionará ningún problema de aire para la succión de la bomba. Si entra por encima de la parte superior de la fuente, el problema de aire se reduce extendiendo la descarga por debajo del nivel normal de agua.

A.4.22.2.10 La disposición para la prueba debería ser diseñada para minimizar la longitud de la manguera contra incendios necesaria para una descarga de agua segura [aproximadamente 100 pies (30 m)]. Donde se instale un medidor de prueba de flujo, es necesario un medio alternativo de prueba, como hidrantes, válvulas para mangueras, cabezal/es de prueba, etc. como un medio alternativo para la prueba de desempeño de la bomba contra incendio y para verificar la precisión del dispositivo de medición.

A.4.22.3.1 Las válvulas de mangueras deberían unirse a un cabezal de prueba o múltiple y conectarse por medio de una tubería a la descarga de la bomba. El punto de conexión debería estar entre la válvula de retención de descarga y la válvula de compuerta de la descarga. Las válvulas de manguera deberían ubicarse de forma de evitar cualquier posible daño por agua al **motor** de la bomba o al controlador. Si existen otras instalaciones adecuadas para prueba de la bomba, el cabezal de manguera puede omitirse cuando su función principal sea proporcionar un método de prueba de la bomba y del suministro de succión. Donde el cabezal de manguera también sirve como equivalente de un hidrante de piso, esta omisión no

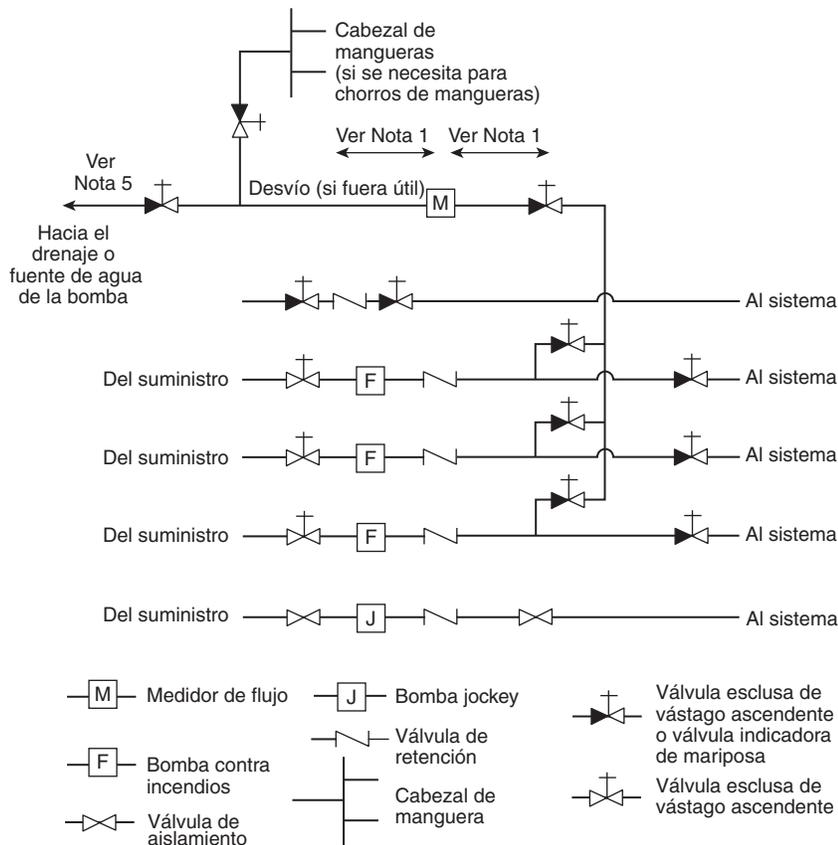


Figura A.4.22.1.3(a) Disposición preferida para medir el flujo de agua en una bomba contra incendio con un medidor para bombas múltiples y suministros de agua, con descarga de agua hacia el drenaje o hacia la fuente de agua de la bomba. (Ver texto informativo en las notas)

debería reducir el número de válvulas de manguera a menos de dos.

A.4.22.3.1.3(1) Las salidas generalmente se proveen a través de un cabezal de prueba estándar. El cabezal de prueba está generalmente conectado al sistema de la bomba entre la válvula de retención de la descarga y la válvula de control de la descarga de la bomba, de modo que el sistema de protección contra incendios pueda ser aislado de la bomba durante las pruebas, si se desea. Sin embargo, el objetivo de poner a prueba la bomba puede también cumplirse mediante otras configuraciones.

A.4.22.3.4(2) Ver Figura A.4.22.3.4(2).

A.4.25 Las bombas se designan como de rotación derecha o rotación en el sentido de las agujas del reloj (CW); o rotación izquierda o contraria al sentido del reloj (CCW). Los motores diésel comúnmente se almacenan y suministran con rotación en el sentido de las agujas del reloj.

La rotación del eje de la bomba puede determinarse de la siguiente manera.

(1) Rotación del eje de la bomba horizontal. La rotación de una bomba horizontal puede ser determinada al colocarse en el extremo del motor y de frente a la bomba. [Ver Figura A.4.25(a).] Si la parte superior del eje gira de izquierda a derecha, la rotación es derecha o en el

sentido de las agujas del reloj (CW). Si la parte superior del eje da vuelta desde la derecha hacia la izquierda, la rotación es izquierda o contraria a las agujas del reloj (CCW).

(2) Rotación del eje de la bomba vertical. La rotación de una bomba vertical puede ser determinada viendo hacia abajo desde la parte superior de la bomba. Si la punta del eje directamente opuesta gira de izquierda a derecha, la rotación es derecha o en el sentido de las agujas del reloj (CW) [Ver Figura A.4.25(b).] Si la punta del eje directamente opuesta gira de derecha a izquierda, la rotación es izquierda o contraria a las agujas del reloj (CCW).

A.4.26 Además de aquellas condiciones que requieren señales para controladores de bombas y motores, hay otras condiciones para las cuales dichas señales podrían estar recomendadas, dependiendo de las condiciones locales. Algunas de estas condiciones son:

- (1) Baja temperatura del cuarto de bombas.
- (2) Descarga de la válvula de alivio.
- (3) Medidor de flujo activado, desviándose de la bomba.
- (4) Nivel de agua en el suministro de succión inferior al normal.
- (5) Nivel de agua en el suministro de succión cercano al agotamiento de la reserva.
- (6) Presión de vapor por debajo de la normal.

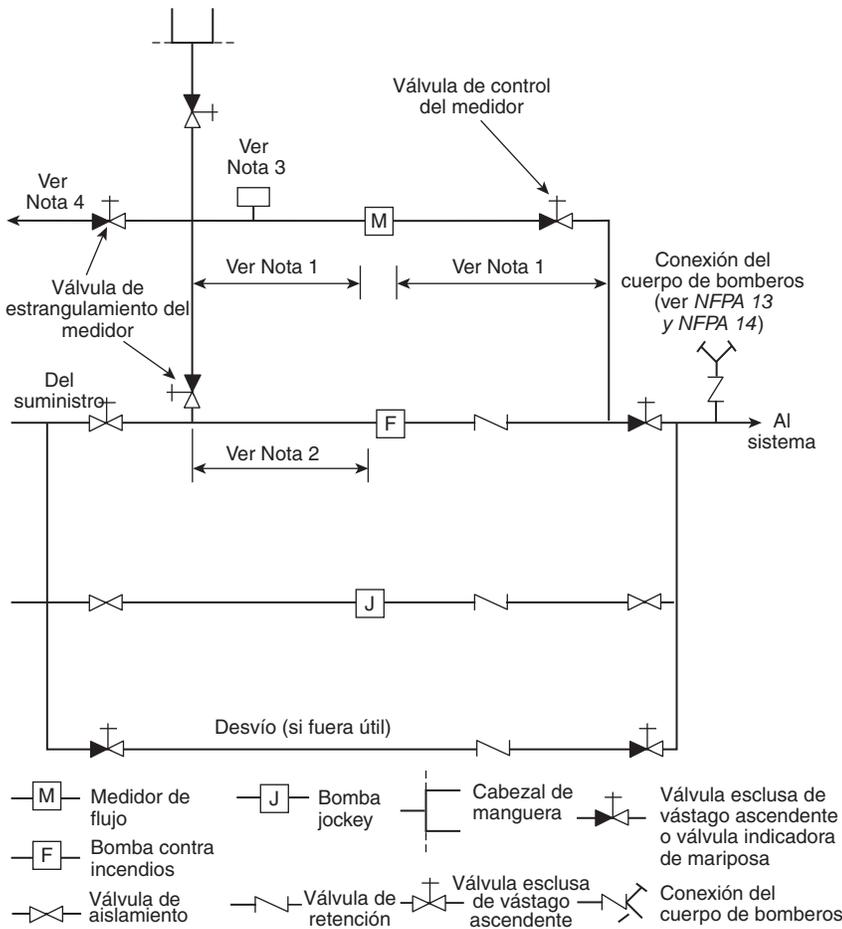


Figura A.4.22.1.3(b) Disposición típica para medir el flujo de agua en una bomba contra incendio con medidor. La descarga desde el medidor de flujo se recircula a la línea de succión de la bomba. (Ver texto informativo en las notas)

Tales señales adicionales pueden ser incorporadas a las señales de falla ya existentes en el controlador, o pueden ser independientes.

A.4.27 Deberían utilizarse bombas de mantenimiento de presión (jockey pump) donde se desee mantener una presión uniforme o relativamente alta en el sistema de protección contra incendios.

Una bomba de agua de uso doméstico en un sistema de suministro de agua de doble propósito puede funcionar como un medio para mantener la presión.

A.4.27.2.1 La determinación del tamaño de la bomba de mantenimiento de presión requiere de un minucioso análisis del tipo y tamaño del sistema que la bomba de mantenimiento de presión abastecerá. Las bombas de mantenimiento de presión de sistemas de protección contra incendios que se utilizan para grandes redes de tuberías principales necesitan ser más grandes que las bombas de mantenimiento de presión que se usan para pequeños sistemas de protección contra incendios ubicados sobre la superficie. Se permite que las redes de tuberías principales subterráneas, según lo establecido en NFPA 24,

presenten alguna pérdida (ver 10.10.2.2.6 de NFPA 24), aunque se requiere que los sistemas de tuberías ubicados sobre la superficie sean herméticos cuando son nuevos y no deberían presentar pérdidas significativas.

En situaciones en las que la bomba de mantenimiento de presión sólo se usa para tuberías ubicadas sobre la superficie en sistemas de rociadores contra incendios y de tuberías verticales, el tamaño de la bomba de mantenimiento de presión debería ser aquel que provea un caudal menor al de un único rociador contra incendios. La bomba contra incendio principal debería arrancar y funcionar (emitiendo una señal de funcionamiento de la bomba) bajo cualquier condición del flujo de agua donde se ha abierto un rociador, lo que no sucederá si la bomba de mantenimiento de presión es demasiado grande.

Uno de los lineamientos que se ha aplicado satisfactoriamente para determinar el tamaño de las bombas de mantenimiento de presión consiste en la selección de una bomba que compense la tasa de pérdidas admisible en 10 minutos o 1gpm (3.8 l/min), el que fuera mayor.

EJEMPLO DE CÁLCULO DEL TAMAÑO DEL CABEZAL DE PRUEBA DE LA BOMBA					
Tamaño de la bomba			1500		
Número de chorros de prueba de manguera			6		
Tamaño de manguera			2½		
Pies de manguera por manguera de prueba			50		
Tamaño de la boquilla			1.75		
Coefficiente de la boquilla			0.97		
Tamaño de la tubería del cabezal de prueba de la bomba			8.071		
Factor C			120		
Accesorios de la tubería del cabezal de prueba de la bomba	Accesorio Tipo	Número	Longitud Equiv	Longitud Equiv Total	
	45	1	9	9	
	E	1	18	18	
	LRE	0	13	0	
	T	1	35	35	
	BV	0	12	0	
	GV	1	4	4	
	SW	1	45	45	
Longitud de la tubería del cabezal de prueba de la bomba				30	
Longitud total equivalente				141	
Flujo de prueba máximo				2250	
Pérdida de fricción por pie en la tubería				0.0392	
Pérdida total en la tubería del cabezal de prueba de la bomba				5.5	
Flujo en cada manguera				375	
Pérdida de fricción en 100 pies de manguera				28.125	
Pérdida total de fricción en manguera				14.1	
Válvula de longitud de tubería equivalente de 2½ pulgadas				7	
Pérdida de fricción en tubería de 2½ pulgadas				0.4561	
Pérdida de fricción a través de válvula de 2½ pulgadas				3.2	
Presión de pitot requerida				18	
Diferencia de elevación				0	
Descarga de la bomba requerida				40.8	

Figura A.4.22.3.4(2) Ejemplo de cálculo del cabezal de prueba de la bomba.

▲ A.4.27.5 Es preferible una bomba de mantenimiento de presión de tipo centrífuga.

Las siguientes notas se aplican a una bomba de mantenimiento de presión de tipo centrífuga.

- (1) Para bombas controladas automáticamente, normalmente se requiere una bomba de mantenimiento de presión.
- (2) La succión de la bomba de mantenimiento de presión puede venir de la línea de suministro de llenado del tanque. Esto podrá permitir que se mantenga una presión alta en el sistema de protección contra incendios aun cuando el tanque de suministro esté vacío por reparaciones.
- (3) Las líneas sensoras de presión también deberían ser instaladas de acuerdo con 10.5.2.1. [Ver la Figura A.4.32(a) y la Figura A.4.32(b).]

A.4.27.6.5 Ver Figura A.4.27.6.5.

▲ A.4.30.2 NFPA 13 incluye requisitos específicos para el diseño antisísmico de los sistemas de protección contra incendios. Se trata de un enfoque simplificado que fue desarrollado para coincidir con lo establecido en ASCE/SEI 7, *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures*, y los códigos de edificación vigentes.

A.4.30.3.2 El arriostamiento superior para estas bombas se conectará con la bomba por encima de su centro de gravedad. El extremo opuesto del arriostamiento puede conectarse al piso o a la estructura de montaje para la bomba.

A.4.30.3.3 Las tuberías de escape desde las bombas contra incendio diésel pueden asegurarse siguiendo los criterios de NFPA 13.

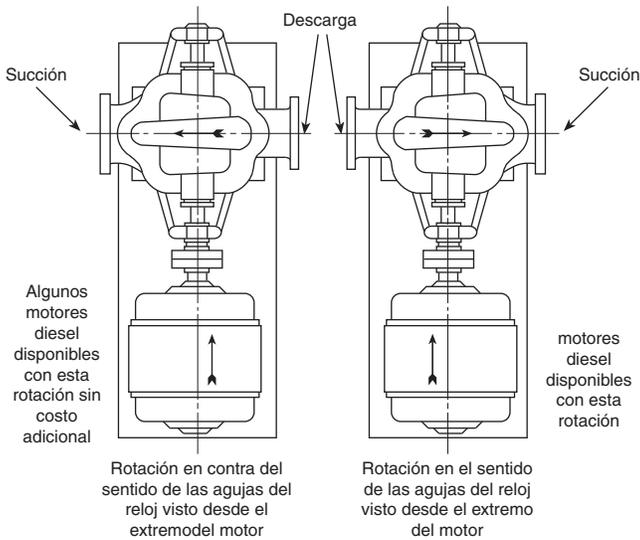


Figura A.4.25(a) Rotación del eje en la bomba horizontal.

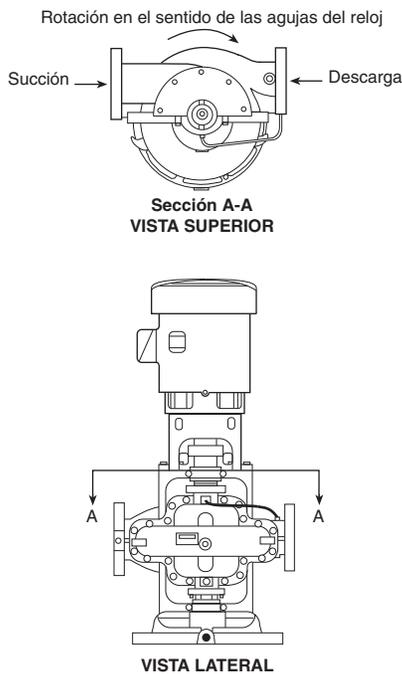


Figura A.4.25(b) Rotación del eje en la bomba vertical.

A.4.30.3.4.1 Los soportes colgantes que ofrecen una restricción lateral en estas líneas de accesorios de diámetros más pequeños deberían ser suficientes.

A.4.31.9 La Figura A.4.31.9 ilustra el detalle de los cimientos característicos para un conjunto de bombas contra incendio empaquetado.

A.4.32 Ver Figura A.4.32(a) y Figura A.4.32(b).

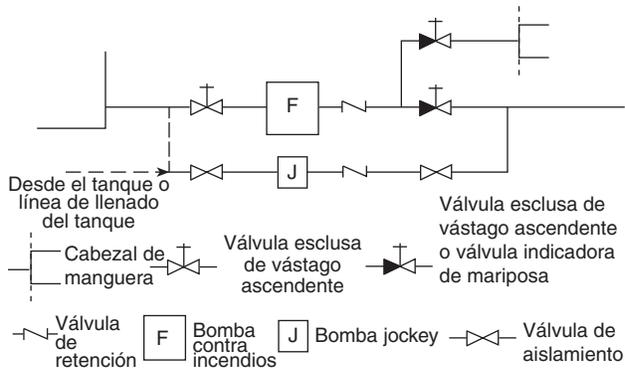


Figura A.4.27.6.5 Instalación de una bomba reforzadora con una bomba contra incendio.

A.4.32.3 No se permite el uso de tuberías de cobre blando para una línea sensora de presión debido a que se daña fácilmente.

Debe hacerse una diferenciación entre los tamaños nominales de tuberías y los tamaños nominales de los tubos. Los tamaños nominales de las tuberías se basan en los diámetros interiores aproximados de la tubería, mientras que los tamaños de los tubos se basan en los diámetros exteriores. Por ejemplo, una tubería de 1/2 pulg. (15 mm) nominal de cobre de tipo K, L o M o de acero inoxidable de Serie 300 sería equivalente a un tubo de 3/8 pulg. (16 mm) o de 0.625 pulg. (15 mm) nominales de diámetro exterior (O.D.).

A.4.35.1 Determinados dispositivos, medidores y equipamientos que pueden ser usados para llevar a cabo los procedimientos de inspección y prueba desde una ubicación distante no son parte integral del sistema y no afectan el desempeño del sistema. Los dispositivos y equipamientos para inspección y pruebas automatizadas, tales como una cámara digital, pueden estar en el cuarto de montantes o adosados al sistema externamente, pero no son parte integral del sistema. No es necesario que tales dispositivos estén listados.

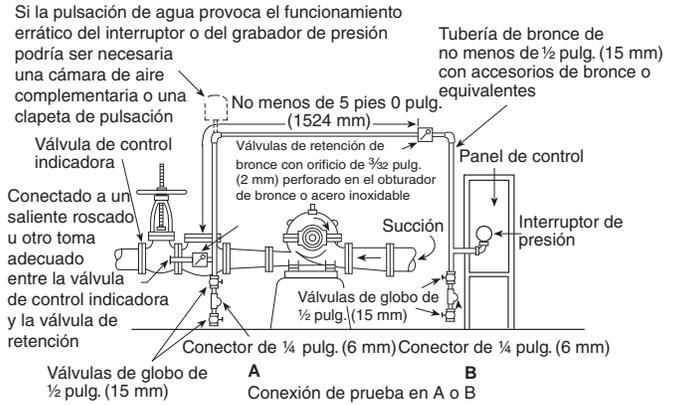
A.4.35.2 Determinados dispositivos y equipamientos que pueden ser usados para monitorear el estado del sistema o los componentes a distancia no son parte integral del sistema y no afectan el desempeño del sistema. Los dispositivos de monitoreo a distancia, tales como un termómetro externo, pueden ser adosados al sistema externamente y por lo tanto no están sujetos a la presión del sistema. No es necesario que tales dispositivos estén listados.

A.5.2 La ubicación de un cuarto de bombas en un edificio de altura requiere de una minuciosa consideración. Se requiere que el personal sea enviado al cuarto de bombas para monitorear el funcionamiento de la bomba durante el desarrollo de actividades de combate de incendios en el edificio. La mejor manera de proteger a estas personas que son enviadas al cuarto de bombas es que dicho cuarto sea accesible desde el exterior, aunque ello no siempre es posible en edificios de altura. En muchos casos, será necesario que los cuartos de bombas situados en edificios de altura estén ubicados muchos pisos por encima del nivel del terreno o en un lugar situado por debajo del nivel del terreno, o en ambas ubicaciones.

En los casos en los que el cuarto de bombas no se encuentre en el nivel del terreno esta norma requiere de pasillos protegidos con una certificación de resistencia al fuego que cumpla con los requisitos mínimos para las salidas de escaleras situados en el nivel del cuarto de bombas desde la salida de la escalera hasta el cuarto de bombas. Muchos códigos no permiten que el cuarto de bombas abra directamente hacia la salida de la escalera, pero es necesario que la distancia entre la salida de la escalera el cuarto de bombas en los pisos superiores o inferiores sea la más corta posible con la menor cantidad de aberturas hacia otras áreas del edificio según sea posible para brindar la mayor protección para las personas que se dirigen hacia el cuarto de bombas y que permanecen en el cuarto de bombas durante un incendio en el edificio.

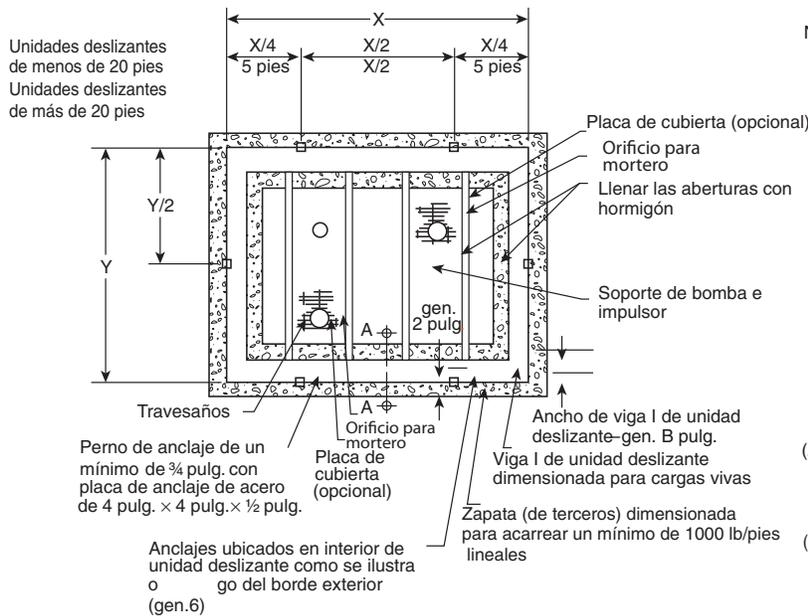
Además de la necesidad de acceso, los cuartos de bombas tienen que estar ubicados de manera que la descarga desde los equipos de las bombas, incluidas las válvulas de descarga y las válvulas de alivio del empaque, sea adecuadamente manipulada.

A.5.6 Cuando se trate de determinar la capacidad de bombeo del cuerpo de bomberos, el aspecto que se va tomar en consideración es la altura del edificio. Hay algunos edificios que son tan altos que es imposible para las bombas de los vehículos del cuerpo de bomberos el bombeo desde la conexión de dicho cuerpo de bomberos situada en la calle y superar la pérdida



- Notas:
- (1) La válvula solenoide de drenaje utilizada para las bombas de incendio accionadas por motor puede estar en A, B
 - (2) Si el agua es limpia, pueden utilizarse uniones de cara aplanada con diafragmas no corrosivos perforadas para orificios de 3/32 de retención.

Figura A.4.32(a) Conexión de tuberías para cada interruptor de presión automático (para bombas contra incendio impulsadas por electricidad y diésel y bombas jockey).



- Notas:
- (1) Este dibujo muestra la cantidad mínima de pernos de anclaje necesarios para la mayoría de las instalaciones de las unidades deslizantes. El tamaño y tipo reales de los pernos de anclaje van a ser determinados por el contratista a cargo de la instalación. Algunos códigos de edificación podrían requerir pernos adicionales. El peso estimado del paquete es de 80 a 100 lb/pies²; para paquetes con un edificio, agregar 30 lb/pies². Cuando se está empleando el llenado, debería considerarse el peso adicional. Agregar un perno de anclaje adicional (igualmente espaciado) por cada 10 pies (o fracción de éstos) de la longitud de las unidades deslizantes adicionales:
 Una unidad deslizante de hasta 20 pies tiene 2 pernos de anclaje en cada uno de los lados
 Una unidad deslizante de 21 pies a 30 pies tiene 2 pernos de anclaje en cada uno de los lados
 Una unidad deslizante de 31 pies a 40 pies tiene 2 pernos de anclaje en cada uno de los lados
 Las unidades deslizantes de más de 12 pies de ancho requieren un perno de anclaje adicional.
 - (2) Después del montaje del paquete o la unidad deslizante sobre los cimientos, llenar la abertura estructural con hormigón para formar un piso terminado. Integrar el mortero entre las zapatas y todas las vigas de acero.
 - (3) Para unidades SI, 1 pulg. = 25.4 mm; 1 pie = 0.3048 m; 1 lb = 0.45 kg

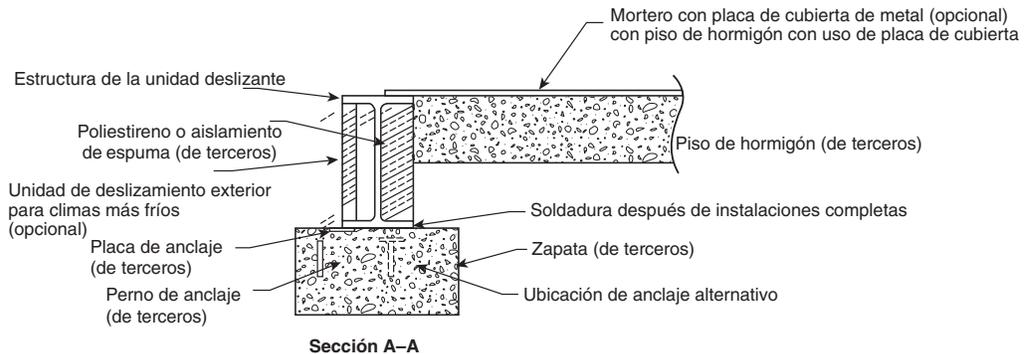
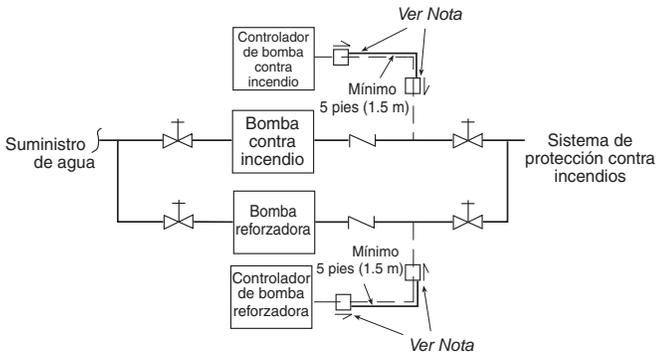


Figura A.4.31.9 Detalle de los cimientos característicos para un conjunto de bombas contra incendio empaquetado.



Nota: Válvulas de retención o uniones de cara aplanada que cumplen con 4.32.4.

Figura A.4.32(b) Conexión de tuberías para línea sensora de presión (bomba contra incendio diésel).

por elevación y la pérdida por fricción, a fin de alcanzar 100 psi en aquellas salidas de mangueras ubicadas en las partes altas del edificio. En estos casos, es necesario que el sistema de protección contra incendios del edificio cuente con una protección adicional, que incluya suficientes suministros de agua dentro del edificio para combatir un incendio y redundancia suficiente para estar seguro. Dado que todos los cuerpos de bomberos adquieren diferentes vehículos con diferentes capacidades de bombeo, esta norma ha optado por abordar este asunto con criterios basados en el desempeño, en lugar de con una altura del edificio especificada. La mayoría de los cuerpos de bomberos urbanos tienen la capacidad de obtener suficiente agua a una presión suficiente hasta la parte superior de edificios de 200 pies (61 m) de altura. Algunos incluso cuentan con la capacidad de obtener agua para una altura de hasta 350 pies (107 m). El profesional de diseño tendrá que hacer las correspondientes verificaciones, junto con el cuerpo de bomberos local, a fin de determinar su capacidad.

- A.5.6.1.1** Un único set de tanques puede abastecer a múltiples zonas.
- A.5.6.1.1.2** Es la intención requerir que la demanda total para protección contra incendios sea almacenada sin la necesidad de un rellenado automático. El rellenado automático provee una redundancia adicional.
- A.5.6.1.4** El requisito de la tasa de rellenado se basa en la operación de un único rellenado automático (es decir, cada rellenado está dimensionado para cumplir con la tasa de rellenado requerida cuando es una operación única). Cuando haya múltiples rellenados automáticos en operación, cada rellenado individual no tiene que cumplir con la tasa de llenado requerida. Sin embargo, el flujo total desde todas las operaciones de rellenado simultáneas cumple con la tasa de rellenado.
- A.5.6.1.6** Las válvulas de rellenado pueden estar conectadas a diferentes montantes de la misma zona, siempre que el montante esté dispuesto de manera que una única falla no afecte a ambos montantes. En una zona de montantes con bombas, esto requiere de bombas redundantes y que el suministro esté dispuesto con válvulas de aislamiento, de manera que al menos uno de los montantes pueda permanecer en servicio con cualquier sección única aislada. Para un sistema de alimentación por gravedad, esto requiere de conexiones a dos tanques (o compartimentos de tanques) y al menos dos montantes exprés con interconexiones dispuestas con válvulas

de aislamiento, de manera que al menos uno de los montantes pueda permanecer en servicio con cualquier sección única aislada.

A.5.6.1.6.1 Las diferentes conexiones deberían estar dispuestas de manera que la tasa de recarga del tanque requerida en 5.6.1.4 pueda mantenerse aún si se produce una falla en cualquier válvula, tubería o bomba únicas.

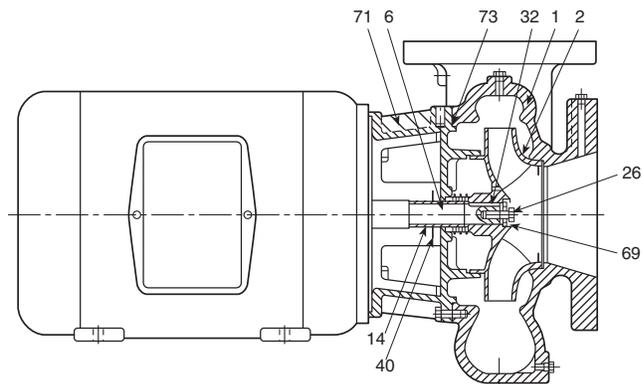
A.5.6.1.6.4.1 Cuando una válvula de rellenado es abastecida desde una bomba ubicada debajo de la válvula de rellenado y otra válvula de rellenado es abastecida desde un montante alimentado por gravedad, es probable que el montante alimentado por gravedad tenga una presión más alta y será la primera fuente de rellenado que va a operar, a menos que una válvula cerrada en la interconexión aisle la presión por gravedad de una de las válvulas de alivio.

A.5.6.1.6.5 Un rebose diseñado con una toma de grandes dimensiones cerca de la parte superior del tanque que se estrecha hasta el tamaño de la tubería de rebose minimizará la profundidad del rebose que debe mantenerse en la parte superior del tanque. El rebose puede estar diseñado aplicando las fórmulas que se emplean para vertederos.

A.6.1.1 Ver Figura A.6.1.1(a) a Figura A.6.1.1(h).

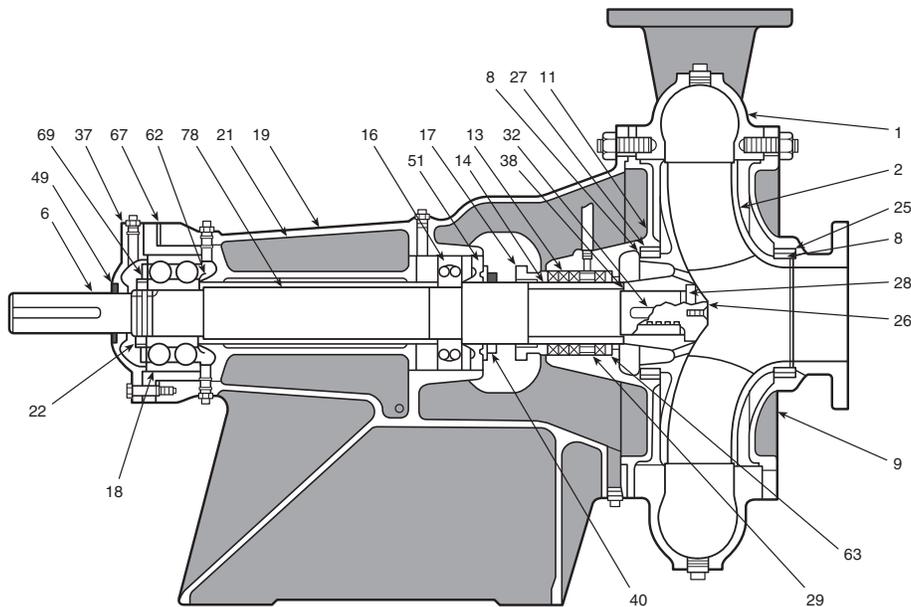
A.6.1.2 La bomba centrífuga es particularmente apropiada para elevar la presión de un suministro público o privado o para bombear desde un tanque de almacenamiento donde existe una carga estática positiva (succión positiva).

A.6.2 Las bombas listadas pueden tener diferentes formas de la curva de capacidad del cabezal para una determinada certificación. La Figura A.6.2 ilustra los extremos de las probables tipos de curva. La presión de cierre estará en un rango comprendido entre un mínimo de 101 por ciento y un máximo de 140 por ciento de la presión nominal. Al 150 por ciento de la capacidad nominal, la presión podrá variar de un mínimo del 65 por ciento a un máximo apenas inferior a la presión nominal. Los fabricantes de bombas podrán proveer las curvas esperadas para sus bombas listadas.



- | | |
|-----------------------|------------------------|
| 1 Carcasa | 32 Llave, impulsor |
| 2 Impulsor | 40 Deflector |
| 6 Eje | 69 Arandela de presión |
| 14 Camisa del eje | 71 Adaptador |
| 26 Tornillo, Impulsor | 73 Empaque |

Figura A.6.1.1(a) Propulsor voladizo — una única etapa, con acople directo — Succión final.



1 Carcasa	16 Cojinetes, hacia adentro	27 Anillo, tapa de caja prensaestopas	40 Deflector
2 Impulsor	17 Sombrero	28 Empaquetadura	49 Sello, tapa de cojinetes, hacia afuera
6 Bomba, flecha (eje)	18 Cojinetes, hacia afuera	29 Anillo, linterna	51 Prensaestopas de cementación (grasa)
8 Anillo, impulsor	19 Placa de base	32 Llave, impulsor	62 Reten (grasa o aceite)
9 Cubierta, succión	21 Coraza, placa de base	37 Cubierta, cojinete, hacia afuera	63 Buje, caja prensaestopas
11 Cubierta, caja prensaestopas	22 Tuerca de seguridad de los cojinetes	38 Empaquetadura, manga del eje	67 Calza, coraza de la base
13 Empaque	25 Anillo, cubierta de succión		69 Arandela de presión
14 Camisa del eje	26 Tornillo, impulsor		78 Espaciador, cojinetes

Figura A.6.1.1(b) Propulsor voladizo — una única etapa, acople separado — montado sobre base.

A.6.3.1 Ver Figura A.6.3.1(a) y Figura A.6.3.1(b).

A.6.4.1 Se utilizan acoples flexibles para compensar los cambios de temperatura y para permitir el movimiento de los ejes conectados sin que interfieran el uno con el otro.

A.6.4.4 Es importante contar con cimientos sólidos para mantener la alineación. Los cimientos deberían ser preferiblemente de hormigón armado.

A.6.5 Si la bomba y el impulsor son enviados desde la fábrica con ambas máquinas montadas sobre una base común, habrán sido alineadas correctamente antes del envío. Todas las bases son flexibles en cierta medida y, por lo tanto, no se debería confiar en que mantendrá la alineación de fábrica. Será necesaria la realineación después de que la unidad completa haya sido nivelada sobre los cimientos y nuevamente después de que el mortero haya fraguado y los pernos de los cimientos hayan sido ajustados. La alineación debería verificarse después de que la unidad esté conectada a las tuberías y volverse a controlar de manera periódica. A fin de facilitar una precisa alineación en campo, la mayoría de los fabricantes no sujetan las bombas ni los motores a las placas base o, a lo sumo, sujetan únicamente la bomba.

Después de que la bomba y el motor han sido colocados sobre los cimientos, los acoples deberían ser desconectados. Los acoples no deberían ser reconectados hasta que se hayan completado las operaciones de alineación.

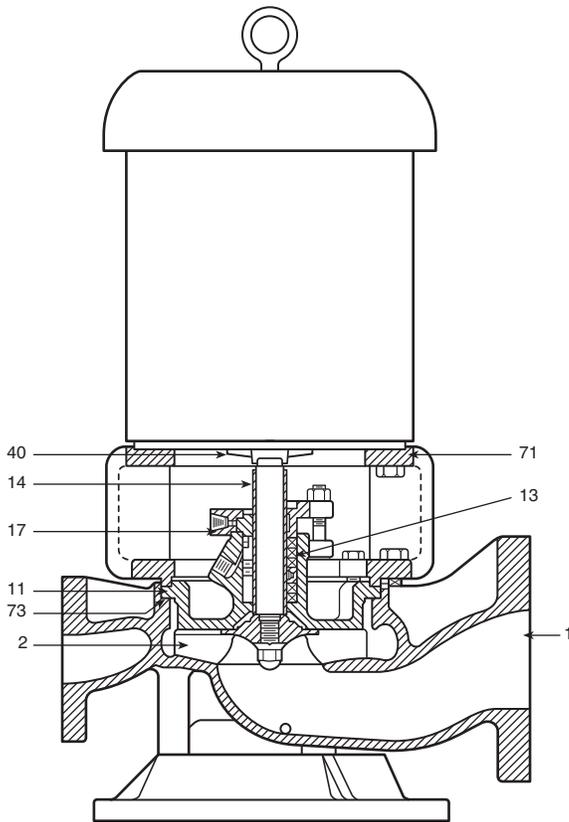
El propósito del acople flexible elástico es compensar los cambios de temperatura y permitir el movimiento de los ejes sin que estos interfieran el uno con el otro mientras transmiten la potencia del motor a la bomba.

Las dos formas de desalineación entre el eje de la bomba y el eje del impulsor son las siguientes:

- (1) *Desalineación angular* — ejes axiales concéntricos pero no paralelos.
- (2) *Desalineación paralela* — ejes axiales paralelos pero no concéntricos.

La distancia entre las caras de los acoples debería ser la recomendada por el fabricante y con suficientemente separación para que no choquen uno con otro cuando el rotor del motor es movido con fuerza contra la bomba. Se debería tomar en consideración el desgaste de los cojinetes de empuje. Las herramientas necesarias para una prueba aproximada de la alineación de un acople flexible son una regla y un verificador cónico o calibradores de espesor.

Una verificación de alineación angular se realiza insertando un verificador cónico o de espesores en cuatro puntos entre las caras de los acoples y comparando la distancia entre las caras en cuatro puntos separados a intervalos de 90 grados alrededor de los acoples. [Ver Figura A.6.5(a).] La unidad estará en alineación angular cuando las mediciones muestren que las caras de los acoples están a la misma distancia en todos los puntos.



1	Carcasa	13	Empaque	40	Deflector
2	Propulsor	14	Camisa, eje	71	Adaptador
11	Cubierta, cámara de sellos	17	Sombrerete, empaque	73	Caja de empaque, carcasa

Figura A.6.1.1(c) Propulsor voladizo — una única etapa, con acople directo — en línea (mostrando sello y de empaque)

Una verificación de alineación paralela se efectúa colocando un una regla a través ambos aros de conexión superior e inferior y a ambos lados. [Ver Figura A.6.5(b).] La unidad estará en alineación paralela cuando la regla descansa uniformemente en los rebordes de los acoples en todas las posiciones.

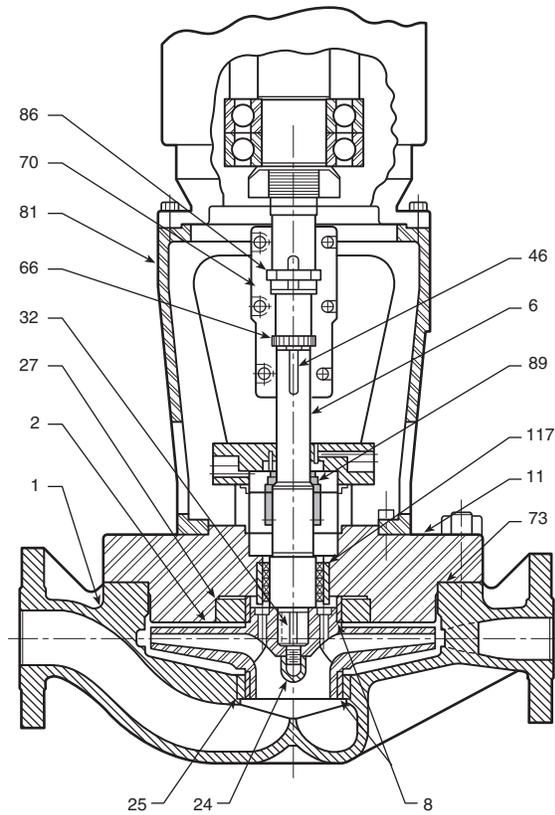
Puede ser necesario considerar una tolerancia para cambios de temperatura y en caso que los acoples no tengan el mismo diámetro exterior. Se debería tener cuidado en tener la regla paralela a los ejes de rotación de los ejes.

La desalineación angular o paralela es corregida mediante cuñas bajo los pies de montaje del motor. Después de cada cambio, es necesario verificar nuevamente el alineamiento de los acoples. El ajuste en una dirección puede alterar ajustes hechos anteriormente en otra dirección. No debería ser necesario ajustar las cuñas bajo la bomba.

El grado de desvío de alineación permitido variará según el tipo de bomba, impulsor y fabricante de acoples, modelo y medida.

El mejor método de colocar los acoples en una alineación de precisión definitiva es utilizando un indicador de escala.

Cuando la alineación es correcta, los pernos de los cimientos deberían ser ajustados uniformemente pero no demasiado



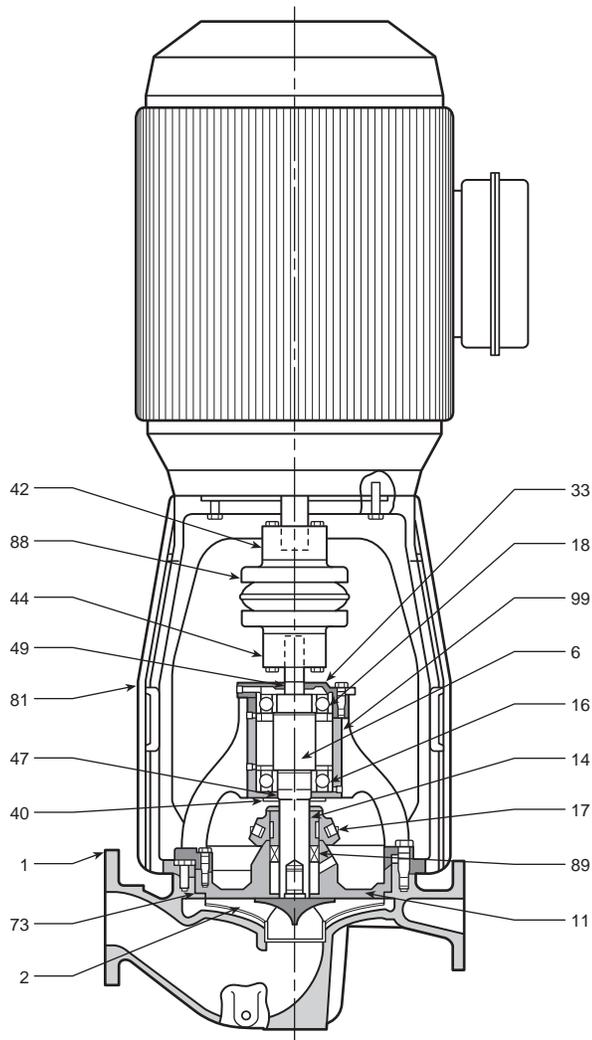
1	Carcasa	46	Llave, acople
2	Impulsor	66	Tuerca, ajuste del eje
6	Eje de la bomba	70	Acople del eje
7	Anillo de la Carcasa	73	Empaque
8	Anillo del impulsor	81	Pedestal, motor
11	Cubierta, cámara de sellos	86	Anillo, empuje, partido
24	Tuerca del impulsor	89	Sello
27	Anillo, caja de prensaestopas	117	Buje, reductor de presión
32	Llave, impulsor		

Figura A.6.1.1(d) Propulsor voladizo — una única etapa, acople por separado — En línea — Acople rígido.

firmemente. La unidad puede entonces ser fijada con mortero a los cimientos. La placa base debería quedar completamente cubierta por mortero, y es deseable fijar con mortero también las piezas de nivelación, cuñas, o planchas de nivelación. Los pernos de los cimientos no deberían ser ajustados en su totalidad hasta que el mortero haya fraguado, normalmente 48 hrs. después de colocado.

Después que el mortero haya fraguado y los pernos de los cimientos hayan sido apropiadamente ajustados, se deberían verificar las alineaciones paralela y angular, y, si fuera necesario, tomar medidas correctivas. Después que la tubería de la unidad ha sido conectada, la alineación debería ser verificada nuevamente.

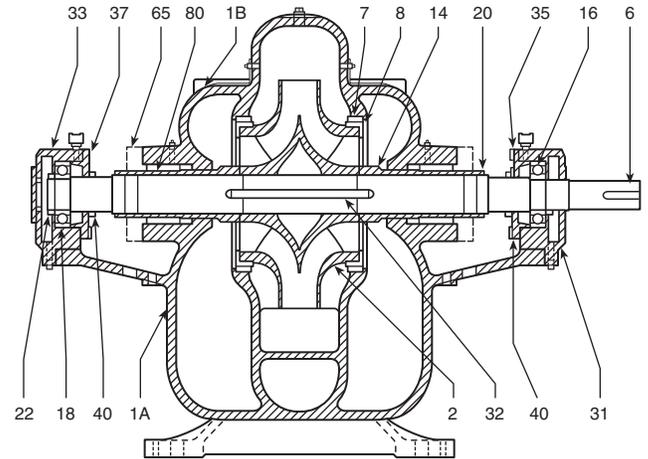
La dirección de rotación del impulsor debería ser verificada para asegurarse que coincide con la de la bomba. La dirección de rotación correspondiente de la bomba está indicada por las flechas de dirección en la carcasa de la bomba.



1 Carcasa	42 Medio acople, impulsor
2 Impulsor	44 Medio acople, bomba
6 Eje, bomba	47 Sello, cubierta de cojinetes, hacia adentro
11 Cubierta, caja de sellos	49 Sello, cubierta de cojinetes, hacia afuera
14 Manga del eje	73 Empaque
16 Cojinete, interior	81 Pedestal, impulsor
17 Sombrero de	88 Espaciador, acople
18 Cojinete, hacia afuera	89 Sello
33 Tapa, cojinete, exterior	99 Caja, cojinetes
40 Deflector	

Figura A.6.1.1(e) Propulsor voladizo — una única etapa, acople por separado — En línea — Acople flexible.

Las mitades del acople pueden entonces ser conectadas nuevamente. Con la bomba correctamente preparada, la unidad debería ser utilizada bajo condiciones normales de funcionamiento hasta que las temperaturas se establezcan. Entonces debería ser apagada e inmediatamente verificada nuevamente la alineación de los acoples. Todas las verificaciones de alineación se deberían hacer con los acoples desconectados y repetirlos al conectarlos nuevamente.



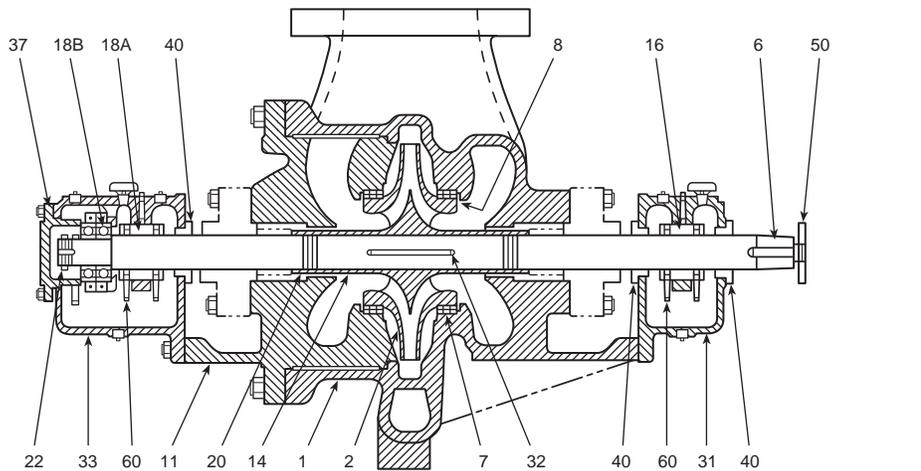
1A Carcasa, mitad inferior	22 Tuerca de seguridad
1B Carcasa, mitad superior	31 Caja, cojinete interior
2 Impulsor	32 Llave, impulsor
6 Eje	33 Caja, cojinete exterior
7 Anillo, carcasa	35 Cubierta, cojinete interior
8 Anillo, impulsor	37 Cubierta, cojinete exterior
14 Camisa, eje	40 Deflector
16 Cojinete, interior	65 Sello, elemento mecánico estacionario
18 Cojinete, exterior	80 Sello, elemento mecánico rotatorio
20 Tuerca, camisa del eje	

Figura A.6.1.1(f) Propulsor entre cojinetes — Acople por separado — una única etapa — Carcasa partida-Axial (Horizontal).

Luego de que la unidad haya estado funcionando durante aproximadamente 10 horas, se debería efectuar una verificación final de una posible mala alineación de las mitades del acople causada por tensiones de las tuberías o de la temperatura. Esta verificación debería repetirse luego de que la unidad haya estado funcionando durante aproximadamente 3 meses. Si la alineación es correcta, tanto la bomba como el motor deberían estar unidos por medio de clavijas a la placa base. La ubicación de las clavijas es muy importante y se deberían seguir las instrucciones del fabricante, especialmente si la unidad está sujeta a cambios de temperatura.

La alineación de la unidad se debería verificar periódicamente. Si la unidad no se mantiene en línea después de haber sido correctamente instalada, las siguientes podrán ser causas posibles:

- (1) Asentamiento, agrietamiento o distorsión de los cimientos. Tensiones en las tuberías que distorsionen o muevan la máquina.
- (2) Desgaste de los cojinetes
- (3) Torsión de la placa de base debido al calor de una tubería de vapor cercana o de una turbina de vapor.
- (4) Movimiento de la estructura del edificio debido a cargas variables u otras causas.
- (5) Puede ser necesario ajustar la alineación de cuando en cuando mientras la unidad y los cimientos sean nuevos



1 Carcasa	16 Cojinete, interior, camisa	32 Llave, impulsor
2 Impulsor	18A Cojinete, exterior, camisa	33 Caja de cojinetes, exterior
6 Eje	18B Cojinete de bolas, exterior	37 Cubierta, cojinetes, exterior
7 Anillo, carcasa	20 Tuerca, camisa del eje	40 Deflector
8 Anillo, impulsor	22 Tuerca de seguridad, cojinete	50 Tuerca de seguridad, acoples
11 Cubierta, caja prensaestopas	31 Caja de cojinetes, interior	60 Anillo, aceite
14 Camisa, eje		

Figura A.6.1.1(g) Propulsor entre cojinetes— Acople por separado — una sola etapa —Carcasa partida - Radial (Vertical).

A.6.5.1.2 La información sobre el listado contiene los requisitos esenciales para el apropiado uso e instalación, lo que incluye determinar si el eje de acople o conexión está listado para uso ya sea con un motor eléctrico o con motor diésel, o está listado para ambos, tanto para un motor eléctrico como para motor diésel.

A.7.1 El funcionamiento satisfactorio de las bombas de tipo turbina vertical depende en gran manera de una instalación cuidadosa y correcta de la unidad; por lo tanto se recomienda que este trabajo se haga bajo la dirección del representante del fabricante de bombas.

A.7.1.1 Las bombas de eje tipo turbina vertical son particularmente adecuadas para servicio contra incendios donde la fuente de agua se localice por debajo de la superficie y donde sea difícil instalar cualquier otro tipo de bomba debajo del nivel mínimo de agua. Fueron originalmente diseñadas para instalarse en pozos perforados pero se permite su utilización para elevar agua desde lagos, arroyos, pantanos abiertos y otras fuentes debajo de la superficie. Se utilizan tanto las bombas lubricadas con aceite y eje en línea cubierta como las lubricadas con agua y eje en línea descubierta. (Ver Figura A.7.1.1.) Algunos departamentos de salud objetan el uso de bombas lubricadas con aceite, dichas autoridades deberían ser consultadas antes de proceder con un diseño de tipo de lubricación de aceite.

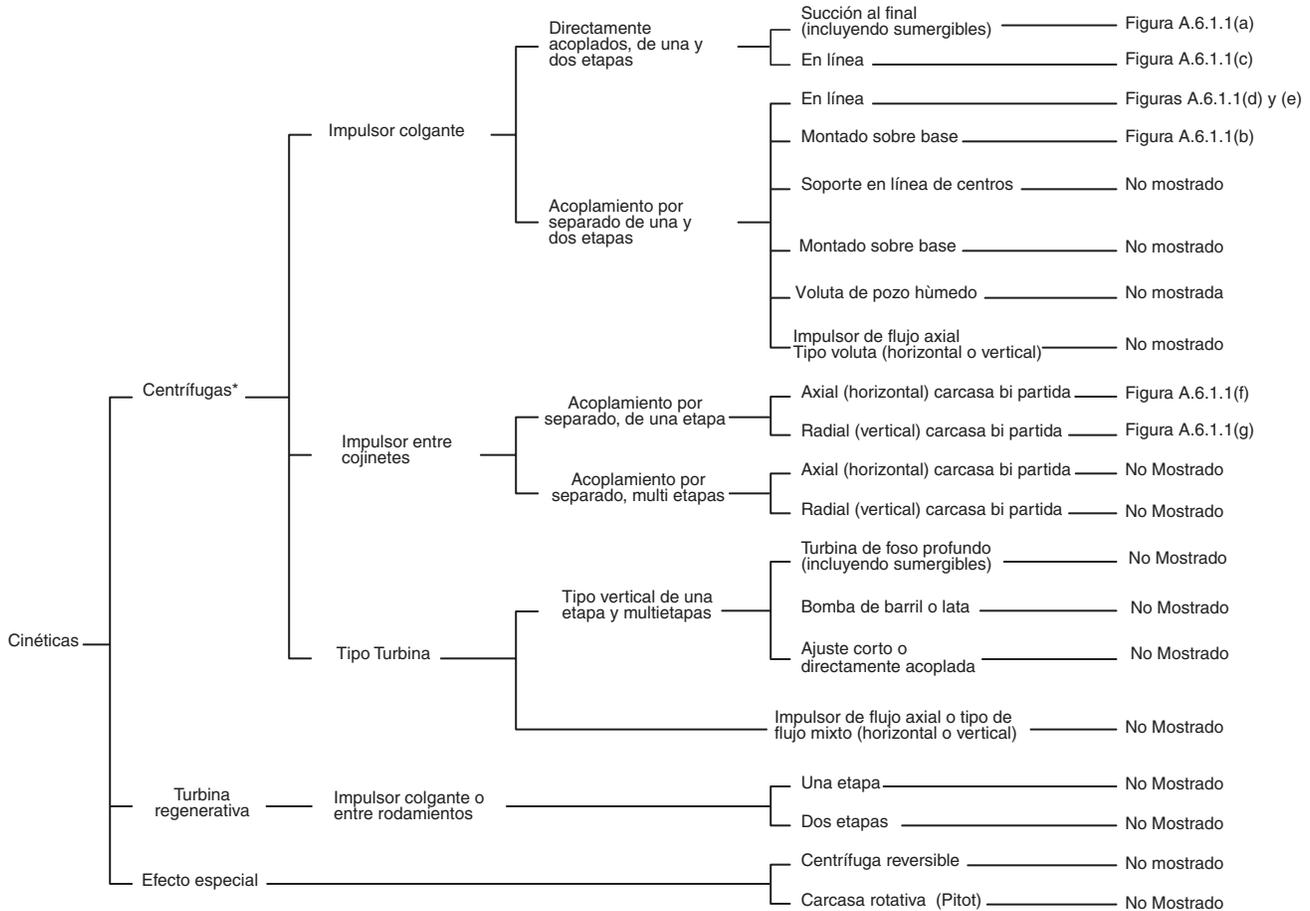
A.7.2.1.1 Son preferibles los suministros de agua almacenados en reservas o tanques que abastecen fosos húmedos. Lagos, arroyos y suministros de aguas subterráneas, son aceptables donde la investigación demuestre que se puede esperar que proporcionen un suministro adecuado y confiable.

A.7.2.1.2 La autoridad competente puede requerir un análisis de comportamiento del acuífero. La historia del nivel freático debería ser cuidadosamente investigada. Debe tomarse en consideración el número de pozos en uso en el área y el número probable de los que podrían estar en uso, en relación a la cantidad total de agua disponible para fines de protección contra incendios.

A.7.2.2.1 Ver Figura A.7.2.2.1.

A.7.2.2.1.3 La aceptabilidad de un pozo se determina mediante una prueba de 24 horas en la que el caudal en el pozo es del 150 por ciento de la tasa de flujo de la bomba. Esta prueba debería ser revisada por personal calificado (generalmente un contratista para perforación de pozos o una persona experta en hidrología o geología). Lo adecuado y confiable del suministro de agua son fundamentales para el funcionamiento satisfactorio de la bomba contra incendio y del sistema de protección contra incendios.

Se considera que una inmersión de 10 pies (3.05 m) es el nivel mínimo aceptable para brindar un funcionamiento adecuado de la bomba en las aplicaciones relacionadas con pozos. El aumento de 1 pie (0.30 m) por cada aumento de 1.000 pies (305 m) en la elevación se debería a la pérdida de presión atmosférica que acompaña a la elevación. Por consiguiente, el cabezal de succión positiva neta (NPSH, por sus siglas en inglés) disponible debería ser tomada en cuenta en la selección de la bomba. Por ejemplo, para obtener el equivalente a 10 pies (3.05 m) del NPSH disponible a una elevación de 1.000 m (305 m), se requieren aproximadamente 11 pies (3.35 m) de agua.



Nota: Las bombas cinéticas se pueden clasificar con métodos tales como la configuración del impulsor o de la carcasa, la utilización final de la bomba, la velocidad específica, o la configuración mecánica. El método usado en este gráfico se basa principalmente en la configuración mecánica.

*Incluye diseños radiales, de flujo mixto y de flujo axial.

Figura A.6.1.1(h) Tipos de bombas estacionarias.

Diversos parámetros de diseño necesitan ser considerados en la selección de una bomba de turbina vertical, entre ellos:

- (1) *Lubricación de eje en línea cuando la bomba se instala en un pozo.* Se requiere que los cojinetes estén lubricados y se instalen a lo largo del eje en línea, a fin de mantener la alineación. El fluido de lubricación generalmente es provisto por un reservorio de fluidos ubicado sobre la superficie, y el fluido es suministrado a cada uno de los cojinetes por un conducto de cobre o una tubería pequeña. Este fluido de lubricación debería usar un material de origen vegetal aprobado por la Ley Federal de Agua Limpia, a fin de minimizar la contaminación del agua.
- (2) *Determinación del nivel de agua en el pozo.* Cuando se pone a prueba una bomba de turbina vertical, debería conocerse el nivel de agua que tiene el pozo, de modo que pueda determinarse la presión de succión. Generalmente se omite la línea de aire que determina la profundidad, de modo que no es posible llevar a cabo la prueba de desempeño de la bomba. La configuración de este dispositivo se muestra en la Figura A.7.3.5.3, y debería incluirse su instalación en el diseño del sistema.

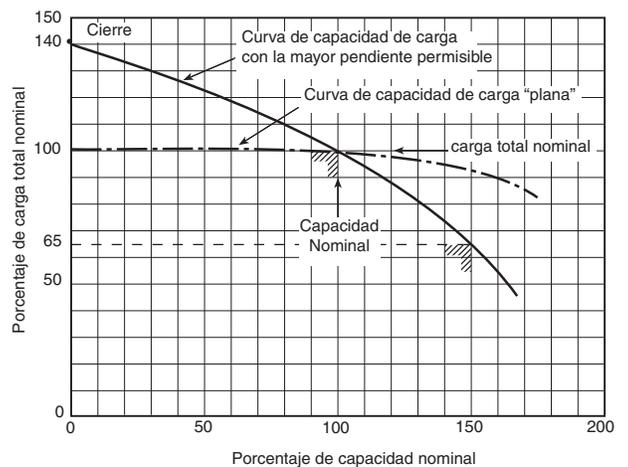
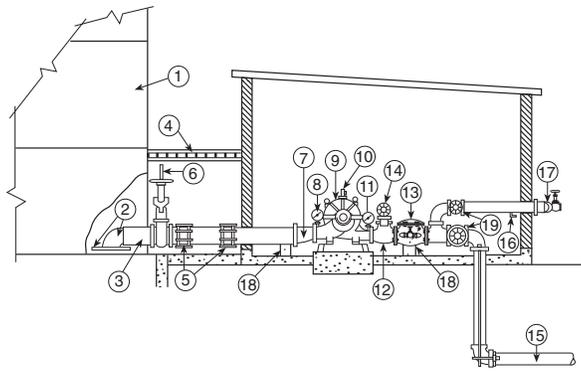


Figura A.6.2 Curvas características de la bomba.



- | | |
|---|--|
| 1 Tanque de succión sobre la superficie del terreno | 9 Bomba contra incendio horizontal, de carcasa partida |
| 2 Codo de entrada y placa de vórtice cuadrada de acero con dimensiones de al menos dos veces el diámetro de la tubería de succión. La distancia por encima del fondo del tanque es de la mitad del diámetro de la tubería de succión con un mínimo de 6 pulg. (152 mm). | 10 Liberación automática de aire |
| 3 Tubería de succión | 11 Manómetro de la descarga |
| 4 Cubierta a prueba de congelamiento | 12 T de reducción de la descarga |
| 5 Acoples flexibles para alivio de tensión | 13 Válvula de retención de la descarga |
| 6 Válvula de compuerta OS&Y (ver 4.16.5 y A.4.16.5) | 14 Válvula de alivio (si fuera requerida) |
| 7 Reductor excéntrico | 15 Tubería de suministro para sistema de protección contra incendios |
| 8 Manómetro de la succión | 16 Válvula de drenaje o drenaje de bola |
| | 17 Colector de válvula de manguera con válvulas de mangueras |
| | 18 Soportes de tuberías |
| | 19 Válvula de compuerta indicadora o válvula mariposa indicadora |

▲ Figura A.6.3.1(a) Instalación de bomba contra incendios de carcasa partida horizontal con suministro de agua bajo presión positiva.

A.7.2.2.2 Las velocidades en el canal de aproximación o tubería de toma no deberían superar aproximadamente 2 pies/s (0.7 m/s), y la velocidad en el foso húmedo no debería superar aproximadamente 1 pie/s (0.3 m/s) (Ver Figura A.7.2.2.2.)

La solución ideal es un canal recto que se dirija directamente a la bomba. Las vueltas y obstrucciones generan deterioro ya que pueden ocasionar corrientes disparejas y tender a iniciar vórtices con núcleos profundos. La medida de sumersión para el funcionamiento exitoso dependerá en gran manera de las alternativas de la toma y al tamaño de la bomba.

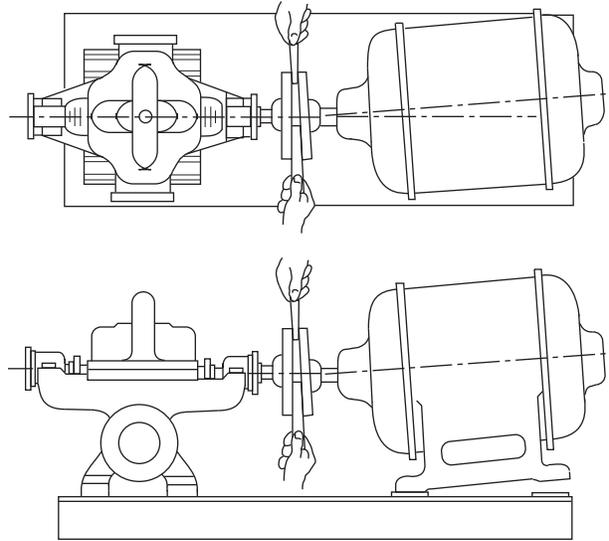


Figura A.6.5(a) Verificación de alineación angular. [Cortesía del Instituto de Hidráulica (Hydraulic Institute), www.pumps.org]

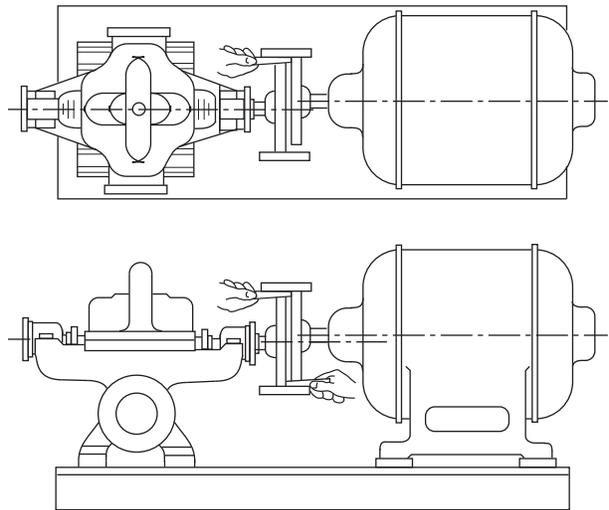


Figura A.6.5(b) Verificación de alineación paralela. [Cortesía del Instituto de Hidráulica (Hydraulic Institute), www.pumps.org]

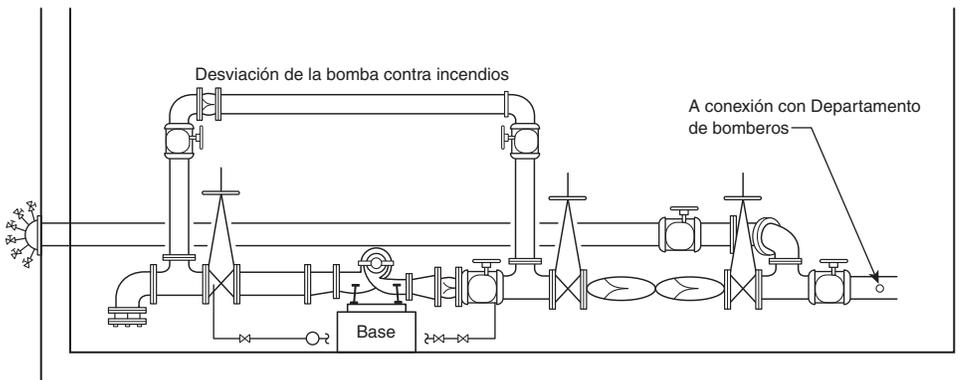
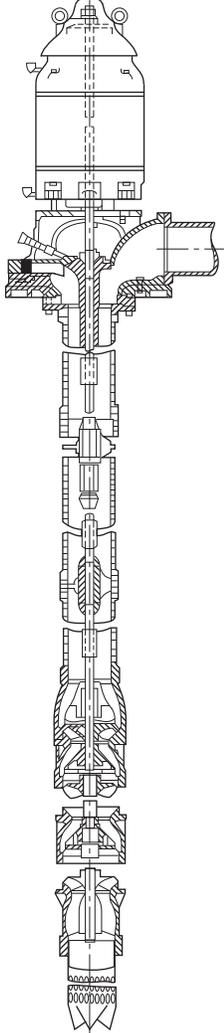


Figura A.6.3.1(b) Instalación del dispositivo de prevención de contraflujo.

Bomba lubricada con agua, con eje en línea descubierta, descarga en superficie, tapas de impulsión y columnas roscadas



Bomba lubricada con aceite, eje en línea cubierta, descarga subterránea, tapas de impulsión y columna ajustada con bridas

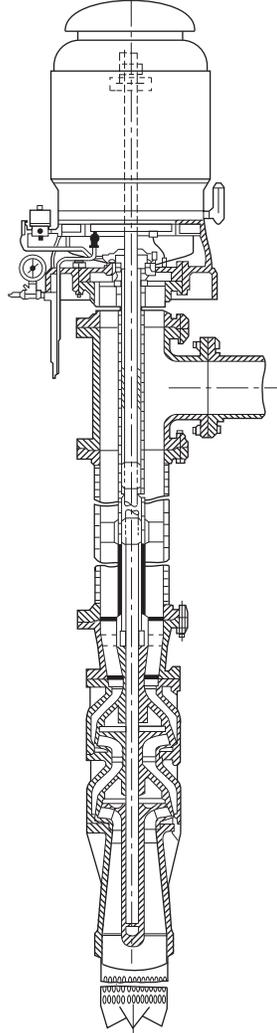
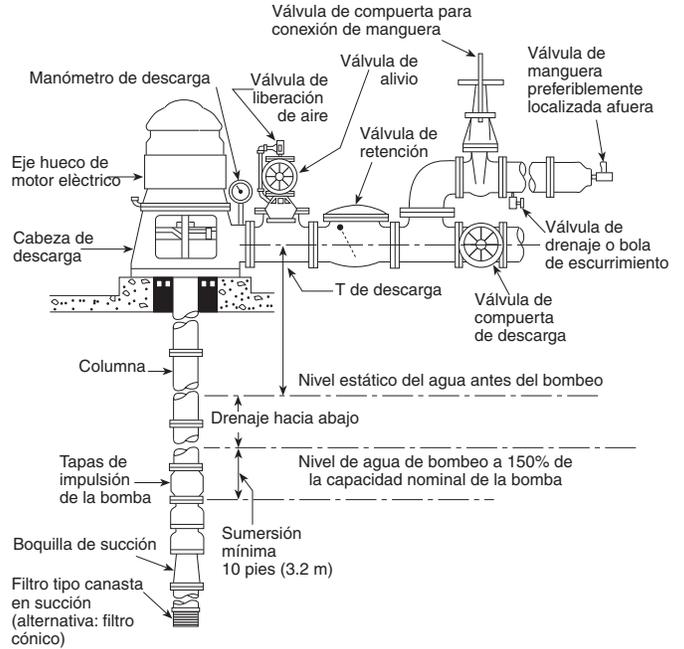


Figura A.7.1.1 Bombas con ejes lubricados con agua y con aceite

ANSI/HI 9.8, *Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design* recomienda dimensiones para depósitos o sumideros para flujos 3000 gpm (11,355 l/min.) y superiores. El diseño de depósitos o sumideros para bombas con capacidades de descarga inferiores a los 3000 gpm (11,355 l/min.) debería guiarse por los mismos principios generales que se muestran en ANSI/HI 9.8.

A.7.2.5 Donde los pozos efectúen su aprovisionamiento de formaciones consolidadas tales como roca, las especificaciones para el foso deberían decidirse después de haber consultado a la autoridad competente y a su vez después de haber consultado con un reconocido consultor de aguas subterráneas en el área.



Nota: La distancia entre la base del filtro y la base del pozo húmedo deberá ser la mitad del diámetro de las tapas de impulsión de la bomba pero no menores de 12 pulgadas (305 mm)

Figura A.7.2.2.1 Instalación de una bomba tipo turbina de eje vertical en un pozo.

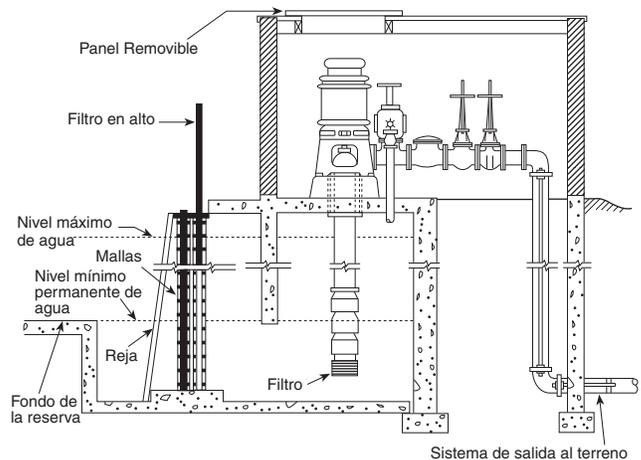


Figura A.7.2.2.2 Instalación de una bomba de eje tipo turbina vertical en un foso húmedo

A.7.2.7 Antes que la bomba permanente sea ordenada, el agua del pozo debería ser analizada por su corrosividad, incluyendo PH, sales como cloruros, y gases dañinos como el dióxido de carbono (CO₂) o anhídrido sulfuroso (H₂S). Si el agua es corrosiva, la bomba debería ser construida en un material apropiado resistente a la corrosión o cubierta con capas protectoras especiales de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

A.7.3.1 Ver Figura A.7.3.1.

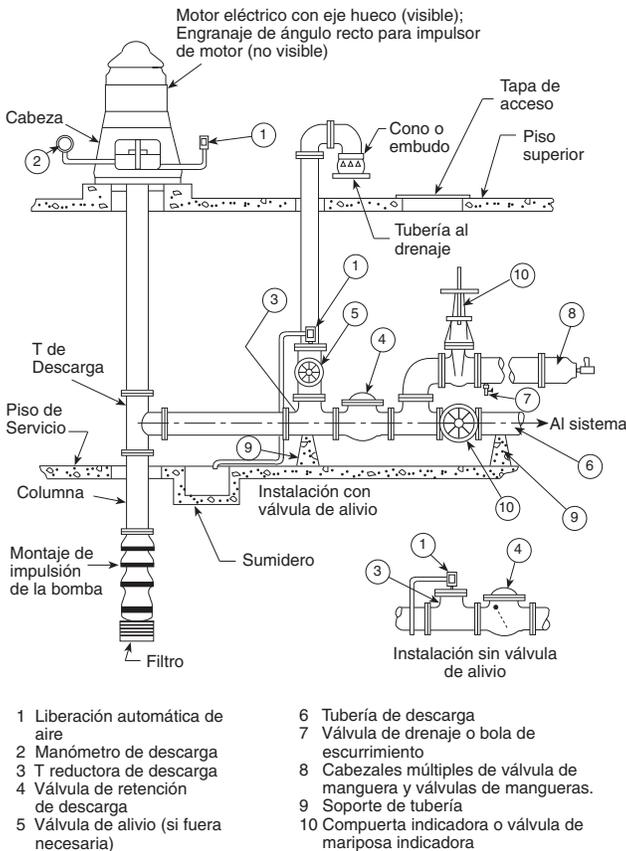


Figura A.7.3.1 Disposición de descarga subterránea.

A.7.3.2.1 En países que utilizan el sistema métrico, aparentemente no hay flujos nominales estandarizados respecto de la capacidad de las bombas, por lo tanto se utiliza una conversión métrica.

A.7.3.5.3 Para detectar el nivel de agua utilizando el método de línea de aire se procede de la siguiente manera:

- (1) Un método satisfactorio para determinar el nivel de agua requiere la instalación de una línea de aire o una tubería o tubería pequeña de longitud vertical conocida, un manómetro de presión o de profundidad, y una bomba común de bicicleta o automóvil como se muestra en la Figura A.7.3.5.3. El tubo en línea de aire debería ser de longitud conocida y extenderse más allá del nivel más bajo anticipado de agua en el pozo de manera de asegurar lecturas del manómetro más confiables, y debería ser instalado correctamente. Se utiliza un manómetro para indicar la presión en la línea de aire. (Ver Figura A.7.3.5.3.)
- (2) Se baja la tubería de aire dentro del pozo, se coloca una T en la línea por encima de la tierra y se atornilla el manómetro a una conexión. La otra conexión se ajusta a una bomba válvula común de bicicleta a la que se fija la

bomba de bicicleta. Todas las juntas deberían hacerse con mucho cuidado y quedar herméticamente cerradas para obtener una información correcta. Cuando se fuerza el aire en la línea por medio de la bomba de bicicleta la presión en el manómetro se incrementa hasta que toda el agua ha sido expulsada. Cuando este punto es alcanzado, la lectura del manómetro se vuelve constante. La presión de aire máxima mantenida y registrada es equivalente a la presión necesaria para sostener una columna de agua de la misma altura que la expulsada fuera de la línea de aire. La longitud de esta columna de agua es igual a la medida de tubería de agua sumergida.

- (3) Restando esta presión convertida a pies (metros) (presión en psi $\times 2.31$ = presión en pies, y presión en bar $\times 10.3$ = presión en metros) de la longitud conocida de la línea de aire dará la medida de sumergimiento.

Ejemplo: El siguiente cálculo servirá para clarificar la Figura A.7.3.5.3.

Considere una longitud (L) de 50 pies (15.2 m)

La lectura del manómetro antes de arrancar la bomba contra incendio (p_1) = 10 psi (0.68 bar). Luego $A = 10 \times 2.31 = 23.1$ pies (0.68 $\times 10.3 = 7.0$ m). Por lo tanto, el nivel de agua en el pozo antes de arrancar la bomba será $B = L - A = 50$ pies - 23.1 pies = 26.9 pies ($B = L - A = 15.2$ m - 7 m = 8.2 m).

La lectura del manómetro cuando la bomba está en funcionamiento (p_2) = 8 psi (0.55 bar). Luego $C = 8 \times 2.31 = 18.5$ pies (0.55 $\times 10.3 = 5.6$ m). Por lo tanto, el nivel de agua en el pozo cuando la bomba está en funcionamiento será $D = L - C = 50$ pies - 18.5 pies = 31.5 pies ($D = L - C = 15.2$ m - 5.6 m = 9.6 m).

La reducción del nivel de agua puede ser determinada por cualquiera de los métodos siguientes

- (1) $D - B = 31.5$ ft - 26.9 pies = 4.6 pies (9.6 m - 8.2 m = 1.4 m)
- (2) $A - C = 23.1$ v - 18.5 v = 4.6 pies (7.0 m - 5.6 m = 1.4 m)
- (3) $p_1 - p_2 = 0.68 - 0.55 = 0.13$ bar = $2 \times 2.31 = 4.6$ pies (0.13 bar = 0.13 $\times 10.3 = 1.4$ m)

A.7.4 Pueden ser utilizados diversos métodos de instalación de una bomba vertical, dependiendo de la localización del pozo y de las instalaciones disponibles. Dado que la mayor parte de la unidad se encuentra bajo tierra, se debería tener mucho cuidado al ensamblar e instalar la bomba verificando el trabajo mientras se va ejecutando. El siguiente método, aunque simple, es el más común.

- (1) Construya un trípode o una torre portátil y utilice dos juegos de abrazaderas (prensas, pinzas) para instalación sobre el pozo abierto o sobre la casa de bombas. Después que la estructura esté en pie, la alineación con el pozo o foso húmedo debería ser verificada cuidadosamente para evitar cualquier problema cuando se coloque la bomba.
- (2) Ajuste el juego de abrazaderas a la succión de la bomba donde ya ha sido colocado el filtro y haga descender la tubería dentro del pozo hasta que las abrazaderas descansen en un bloque junto al revestimiento del pozo o en los cimientos de la bomba.
- (3) Fije las abrazaderas al ensamblaje de las etapas de la bomba, coloque el ensamble sobre el pozo, e instale las etapas de la bomba a la tubería de succión, hasta que cada pieza haya sido instalada de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

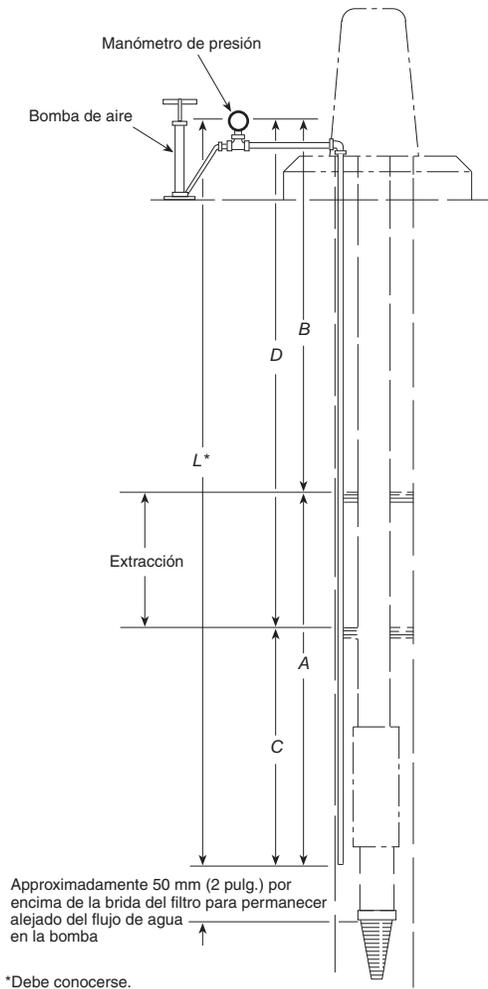


Figura A.7.3.5.3 Método de línea de aire para determinar la profundidad del nivel de agua

N A.7.5.1.6.1 Los acoplamientos torsionales son muy útiles para mover esfuerzos perjudiciales fuera de los rangos de la velocidad de operación de estos sistemas de bombas. Sin embargo, si la característica de rigidez y amortiguación del acoplamiento no está seleccionada correctamente, realmente puede empeorar la actividad torsional del sistema a la velocidad de operación.

N A.7.5.1.6.1.2 El sistema debería considerarse como tres inercias concentradas (M_1 , M_2 , M_3) conectadas por dos resortes (K_H , K_V), según se muestra en la Figura A.7.5.1.6.1.2.

N A.7.5.1.6.1.3 Los resultados de la respuesta forzada calculada deberían ser comparados con los límites recomendados por el fabricante para cada componente. Para acoplamientos torsionales, esta comparación debería incluir par vibratorio y disipación de calor si el elemento de resorte es un material viscoelástico.

N A.7.5.1.6.1.4 Como resultado de la influencia de la legislación sobre emisiones, los procesos de combustión de motores han cambiado considerablemente con el transcurso de los años. Las presiones del cilindro e inyección de los motores diésel modernos son muy diferentes de las observadas en los viejos motores.

Por consiguiente, cuando se realizan los cálculos mencionados en 7.5.1.6.1.3, es aconsejable tener los datos específicos del fabricante del motor y de excitación de certificación. Los viejos manuales con datos de excitación de los motores diésel son, generalmente, inadecuados para estos cálculos. Esto se conoce habitualmente como análisis de multi-masas.

A.7.6.1.1 El ajuste del impulsor debería ser responsabilidad únicamente del representante del fabricante de la bomba. Un ajuste incorrecto desarrollará una pérdida por fricción excesiva debido al frotamiento de los impulsores sobre los sellos de la bomba, que resulta en un incremento de la demanda de energía. Si los impulsores se ajustan demasiado alto, habrá una pérdida de capacidad y la capacidad total es vital para el servicio de una bomba contra incendio. La tuerca superior del eje debería ser bloqueada o inmovilizada después de efectuado el ajuste correcto.

A.7.6.1.4 La suavidad de funcionamiento de las unidades de bombeo es verificada en fábrica y debería operar satisfactoriamente en obra. Si se presenta una vibración excesiva, los problemas podrían tener algunas de las siguientes causas:

- (1) Eje de la bomba o de la columna torcido.
- (2) Impulsores colocados incorrectamente dentro de los tazones de la bomba.
- (3) La bomba no cuelga libremente dentro del pozo
- (4) Tensión transmitida a través de la tubería de descarga.

La temperatura excesiva del motor está causada generalmente ya sea por un voltaje bajo sostenido o por un ajuste incorrecto de los impulsores dentro de los tazones de la bomba.

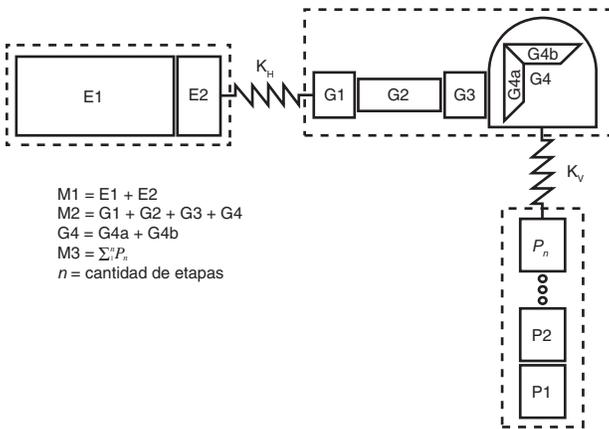
A.8.1 Es probable que no todos los requisitos del Capítulo 4 se apliquen a las bombas de desplazamiento positivo.

A.8.1.2 Debe prestarse especial atención al tamaño y longitud de la tubería de ingreso a la bomba

Δ A.8.1.2.2 Este material describe una curva de característica de una bomba tipo y da un ejemplo de métodos de selección de una bomba. Las curvas características de desempeño deberían estar de acuerdo con la norma ANSI/HI 3.6, *Rotary Pump Tests*.

Ejemplo: Un ingeniero está diseñando un sistema de protección contra incendios de agua-espuma. Se ha determinado, después de la aplicación de los factores de seguridad apropiados, que el sistema necesita una bomba de concentrado de espuma con capacidad de 45 gpm a una presión máxima del sistema de 230 psi. Se selecciona para esta aplicación la bomba modelo "XYZ-987 utilizando la curva de desempeño de la misma (Ver Figura A.8.1.2.2). Primero, encuentre 230 psi en el eje horizontal llamado "presión diferencial", luego prosiga verticalmente hacia la curva de flujo para 45 gpm. Está registrado que esta bomba en particular produce 46 gpm a una velocidad normal de motor "rpm-2". Esta bomba encaja perfectamente para esta aplicación. Continúe luego a la curva de potencia para la misma velocidad de 2 rpm a 230 psi y encuentre que se requieren 13.1 hp para accionar la bomba. Se utilizará un motor eléctrico para esta aplicación, de forma que un motor de 15 hp a 2 rpm es el primer motor con nominación superior al mínimo requerido.

A.8.1.5 Las bombas de desplazamiento positivo son dependientes de la tolerancia. La corrosión puede afectar el funcionamiento y el rendimiento de la bomba. (Ver ANSI/HI 1.4, *Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance*.)



$E1$ = inercia total de motor y volante motor ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $E2$ = inercia primaria de acoplamiento torsional ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $G1$ = inercia secundaria de acoplamiento torsional ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $G2$ = inercia total de eje cardánico ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $G3$ = inercia de brida de acoplamiento ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $G4a$ = inercia de conjunto de montaje de eje RAG (junta de acople) horizontal, que incluye engranaje ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $G4b$ = inercia de conjunto de montaje de eje RAG vertical, que incluye engranaje y embrague ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 $P1 - P_n$ = inercia del agua arrastrada (wetted) del(los) impulsor(es) de bomba ($\text{kg} \cdot \text{m}^2$)
 K_h = rigidez torsional dinámica de elemento de acoplamiento torsional (Nm/rad)
 K_v = rigidez torsional en serie de ejes entre tuerca superior en RAG e impulsor de bomba superior (Nm/rad)

Nota: $G4b$, K_v y toda la inercia del impulsor de la bomba van a ser corregidas mediante el índice RAG.

N Figura A.7.5.1.6.1.2 Definición de inercia concentrada.

A.8.2.2 Los flujos nominales específicos deberían ser determinados por la norma de la NFPA que corresponda. Los concentrados viscosos y aditivos tienen una pérdida significativa por fricción en la tubería desde el tanque de aprovisionamiento a la succión de la bomba.

A.8.2.4 Este requisito no se aplica a las bombas de agua nebulizada.

A.8.2.5 En general, la capacidad de la bomba es calculada multiplicando el flujo de agua máximo por el porcentaje de concentración deseado. A ese producto se le agrega el 10 por ciento de "sobre demanda" para asegurar que se contará con una capacidad de bomba adecuada en todas las condiciones.

A.8.2.6 En general, se requiere que se sume la presión de descarga de la bomba de concentrado a la presión de agua máxima en el punto de inyección más 25 psi (2 bar).

A.8.3.1 Esta norma no pretende prohibir el uso de bombas estacionarias para sistemas de agua nebulizada.

A.8.5.2 Las bombas de desplazamiento positivo son capaces de superar rápidamente la presión máxima de descarga de diseño si se operan contra un sistema de descarga cerrada. Otras formas de aparatos protectores (ejemplo, cierres automáticos, discos de ruptura) se consideran como parte del sistema de bombeo y generalmente están más allá del ámbito específico de producción y/o suministro del fabricante de bombas. Estos componentes deberían ser diseñados de manera segura y suministrados por el diseñador o por el usuario del sistema o ambos. [Ver Figura A.8.5.2(a) y Figura A.8.5.2(b) del esquema propuesto de los requerimientos de la bomba].

A.8.5.3 Únicamente la línea de retorno del tanque y las válvulas externas deberían usarse cuando la línea de salida pueda ser cerrada por más de unos pocos minutos. La operación de la bomba con una válvula de alivio integral y una línea de salida

cerrada causara sobre-calentamiento de la bomba y una descarga espumosa de fluidos después que la línea de salida se vuelve a abrir. Deberían considerarse los medios de alivio térmico cuando la descarga vuelve por la tubería hasta la succión de la bomba. El recalentamiento de la bomba y los consiguientes daños pueden producirse rápidamente si se hace funcionar la bomba en contra de una línea de salida cerrada y la descarga de la válvula de alivio vuelve por la tubería hasta la succión.

A.8.5.4 Debe considerarse la contrapresión en el lado de las descargas de la válvula de alivio de presión. (Ver Figura A.8.5.4 para esquema propuesto de los requerimientos de la bomba).

A.8.5.5 El tamaño de malla recomendado para los filtros se basa en las tolerancias internas de la bomba. (Ver Figura A.8.5.5 para conocer los tamaños estándar de las mallas.)

A.8.6.1 Las bombas de desplazamiento positivo normalmente son impulsadas por motores eléctricos, motores de combustión interna (diésel) o motores de agua.

A.8.7 Estos controladores pueden incorporar medios para permitir la descarga automática o el alivio de presión cuando arranca el motor de la bomba.

A.9.1.4 Donde el suministro de energía involucre instalaciones de producción de energía en sitio, es requerida la protección para las instalaciones además del cableado y del equipo.

A.9.1.7 Los convertidores de fase que tomen energía de fase única y la conviertan en energía de tres fases para el uso de motores de bombas contra incendio no están recomendados por el desequilibrio en el voltaje entre las fases cuando no hay carga en el equipo. Si la empresa de energía instala convertidores de fase en sus propias líneas de transmisión de energía, dichos convertidores de fase están fuera del alcance de esta

norma y necesitan ser evaluados por la autoridad competente para determinar la confiabilidad del suministro eléctrico.

A.9.1.8 No se prohíben disposiciones sobre alarmas de fallas a tierra.

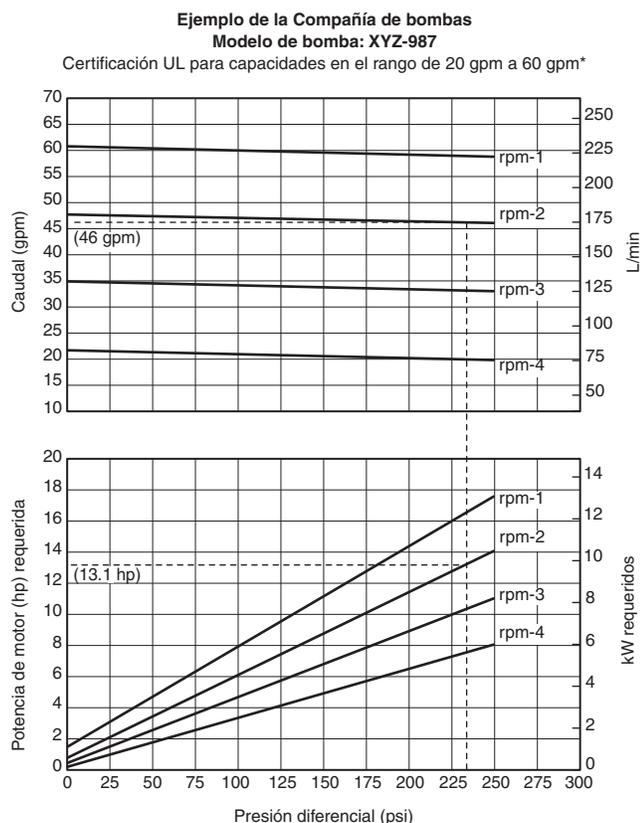
A.9.2 Ver Figura A.9.2 para las disposiciones típicas del suministro de energía de la fuente al motor de la bomba contra incendio.

A.9.2.3.1(3) Los medios de desconexión deberían estar ubicados de modo tal que no fuera probable la operación simultánea inadvertida.

N A.9.2.3.1(4) Los medios de desconexión deberían estar ubicados de modo tal que no fuera probable la operación simultánea inadvertida.

A.9.3.2 Una fuente de energía confiable posee las siguientes características:

- (1) La planta de energía de la fuente no ha experimentado ningún cierre de más de 10 horas continuas en el año antes de la presentación del plan. NFPA 25 requiere tareas especiales (ej., alertas de incendios) cuando un sistema hidráulico de protección contra incendios es retardado del servicio por más de 10 horas. Si la planta de energía de la fuente normal ha sido intencionalmente cerrada por más de 10 horas en el pasado, es razonable requerir una fuente de reserva.



*Conforme a los requerimientos del Capítulo 8 para bombas de desplazamiento positivo para concentrados de espuma y aditivos

Figura A.8.1.2.2 Ejemplo de selección de bomba de desplazamiento positivo.

- (2) No ha habido interrupciones de energía rutinarias en el área de las instalaciones protegidas causadas por fallas en la generación o transmisión. Esta norma no tiene la intención de requerir que la fuente normal de energía sea infalible para considerar que la energía es confiable. No es la intención de la NFPA 20 requerir una fuente de energía de respaldo para todas las instalaciones que utilicen una bomba contra incendio accionada por motor eléctrico. Cabe mencionar que si excepcionalmente hubiera una falla en la fuente de energía normal, podrían seguirse los procedimientos para un estado de fuera de servicio establecidos en NFPA 25, a fin de mitigar el riesgo de incendio. Si se produce un incendio durante la pérdida de la energía, podría implementarse el sistema de protección contra incendios a través de la conexión del cuerpo de bomberos.
- (3) La fuente de energía normal no es alimentada por conductores aéreos fuera de las instalaciones protegidas. Los departamentos de bomberos que responden a un incidente ocurrido en las instalaciones protegidas no operarán aparatos aéreos cerca de líneas de energía aéreas con corriente, sin excepción. Se requiere una fuente de energía de reserva en el caso en que se den estas condiciones y que la fuente de energía normal deba desconectarse. Además, muchos proveedores del servicio de energía eléctrica removerán la energía a las instalaciones protegidas mediante el corte físico de los conductores aéreos. Si la fuente normal de energía es provista mediante conductores aéreos, que no serán identificados, el proveedor del servicio eléctrico podría equivocadamente cortar los conductores aéreos que alimentan la bomba contra incendio.
- (4) Sólo los interruptores de desconexión y los dispositivos de protección de sobre corriente permitidos por 9.2.3 son instalados en la fuente normal de energía. La desconexión de energía y la protección de sobre corriente activada deberían ocurrir únicamente en el controlador de la bomba contra incendio. Las cláusulas de 9.2.2 para el interruptor de desconexión y la protección de sobre corriente requieren esencialmente que la desconexión y la protección de sobre corriente tengan lugar en el controlador de la bomba contra incendio. Si se instalan interruptores de desconexión o dispositivos de protección sobre corriente no anticipados en la fuente normal de energía que no cumplen con los requisitos de 9.2.2, la fuente normal de energía no debería ser considerada confiable y es necesaria una fuente de energía de reserva.

Métodos típicos para direccionar la energía desde la fuente al motor se muestran en la Figura A.9.2. También son aceptables otras configuraciones. La determinación de la confiabilidad de un servicio se deja al criterio de la autoridad competente.

Para obtener mayor información sobre la determinación de la confiabilidad, ver las siguientes publicaciones:

- (1) IEEE 493, *Práctica Recomendada para el Diseño de Sistemas Confiables de Energía Industrial y Comercial*
- (2) "Ingeniería de la confiabilidad aplicada a los sistemas de energía para operaciones críticas o COPS", un artículo presentado en la Conferencia de Sistemas de Energía Industriales y Comerciales del IEEE de 2011 (I&CPS)
- (3) "Análisis de la confiabilidad de la energía para bombas contra incendio mediante el empleo del árbol de fallos y

el diagrama de bloques de confiabilidad o RBD”, en *Tran-sacciones sobre Aplicaciones Industriales de IEEE*

- (4) “Análisis de riesgo para sistemas de energía para operaciones críticas de NEC, Artículo 708”, artículo presentado en la Reunión Anual de la Sociedad de Aplicaciones Industriales de 2009 y publicado por IEEE
- (5) “NEC Artículo 708,” en *Revista sobre Aplicaciones Industriales (Industry Application Magazine)* de IEEE, Ene-Feb 2011

A.9.4 Normalmente, la dimensión de los conductores se basa en las secciones pertinentes de *NFPA 70*, Artículo 430; excepto que podrían ser necesarias dimensiones mayores para cumplir con los requisitos de *NFPA 70*, Artículo 695.7 (*NFPA 20*, Artículo 9.4). La dimensión del transformador debería estar en conformidad con *NFPA 70*, Artículo 695.5(A), excepto que podrían ser necesarios tamaños mínimos mayores para cumplir con los requisitos de *NFPA 70*, Artículo 695.7.

A.9.4.2.1 La operación del control mecánico de funcionamiento de emergencia en la unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación puede provocar una caída del voltaje por debajo del 85 por ciento en el controlador de la bomba contra incendio e inhibir su funcionamiento.

A.9.5.1.4 Los motores de las bombas contra incendio de velocidad variable deben ser del tipo inversor de trabajo pesado para que la instalación sea confiable. Los motores inversores de trabajo pesado tienen un voltaje nominal de aislamiento más alto, una certificación adecuada de aumento de la temperatura nominal y protección contra daños de los cojinetes.

A.9.5.1.5 Las corrientes del rotor bloqueado para motores de 460 V son de aproximadamente seis veces la corriente de carga plena.

A.9.6.2 Donde un generador sea instalado para abastecer de energía a las cargas junto con uno o más impulsores de bombas contra incendio, el abastecimiento de combustible debería ser dimensionado para proveer la cantidad adecuada para todas las cargas conectadas por el tiempo de duración deseable. Las cargas conectadas pueden incluir cargas tales como la de iluminación de emergencia, señalizaciones de salida, y ascensores.

A.9.6.5 El tamaño de los dispositivos de protección del generador debería ser tal que permita que el generador pueda efectuar una toma instantánea de la carga completa del cuarto de bombas. Ello incluye el arranque de todas y cada una de las bombas contra incendio conectadas en el modo de arranque

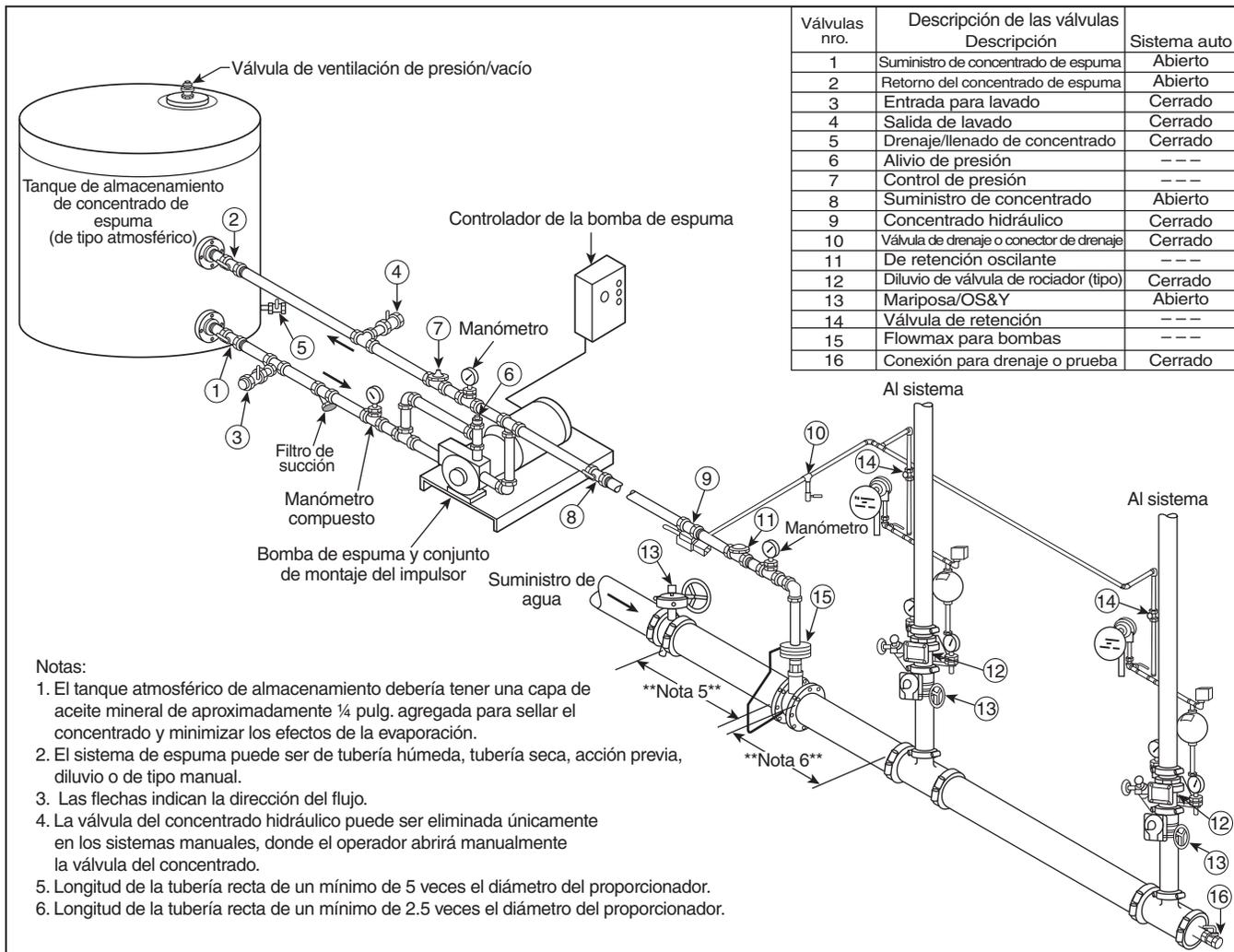
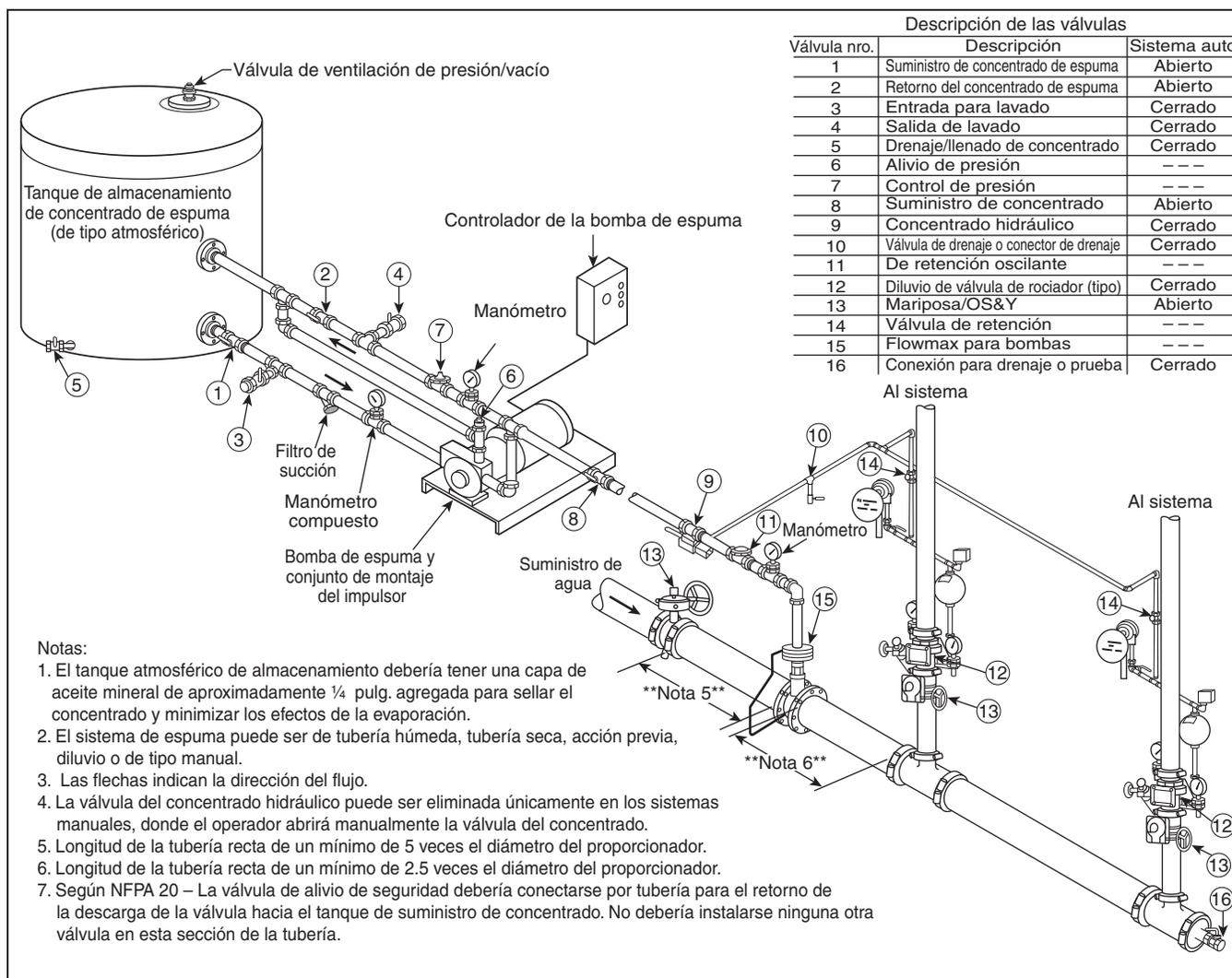


Figura A.8.5.2(a) Tuberías y accesorios típicos de una bomba de espuma con alivio de retorno a la succión.



▲ Figura A.8.5.2(b) Tuberías y accesorios típicos de una bomba de espuma con alivio al retorno del tanque.

de voltaje máximo a través de la línea (en línea directa). Siempre es así cuando la(s) bomba(s) contra incendios se arranca(n) mediante el uso del control mecánico para funcionamiento de emergencia, descrito en 10.5.3.2.

A.9.7(2) Ver también 10.3.3.

A.9.7(3) Ver 10.1.2.1, certificación de cortocircuitos (resistencia) del controlador.

A.9.8.1 Las ranuras de corte o los cortes rectangulares en el controlador de una bomba contra incendio infringirán la certificación del tipo de gabinete y la certificación de cortocircuitos (resistencia) del controlador y anularán la garantía del fabricante. Ver también NFPA 70, Artículos 300.20 y 322, por ejemplo, para obtener mayor información.

A.9.8.2 Cuando sea requerido, el propósito de este sello es evitar el ingreso de gases inflamables en el controlador de la bomba contra incendio.

A.10.1.2.2 La frase *apto para uso* significa que el controlador y el interruptor de transferencia han sido probados como prototipo y han demostrado, mediante dichas pruebas, su habilidad para resistir cortocircuitos y su capacidad de interrupción a la magnitud establecida de corriente de cortocircuitos y al voltaje disponible en sus terminales de línea. (Ver ANSI/UL 508, Norma para Equipos Industriales de Control y ANSI/UL 1008, Norma para Equipos de Interruptores de Transferencia.

Se debería efectuar un estudio de cortocircuito para establecer la corriente de cortocircuito disponible en el controlador de acuerdo con IEEE 141, *Distribución de Energía Eléctrica para Plantas Industriales*, IEEE 241, *Sistemas Eléctricos para Edificios Comerciales*, u otros métodos aceptables.

Después que el controlador y el interruptor de transferencia han sido sujetos a una corriente de falla alta, pueden no ser adecuados para uso ulterior sin antes ser inspeccionados o reparados.

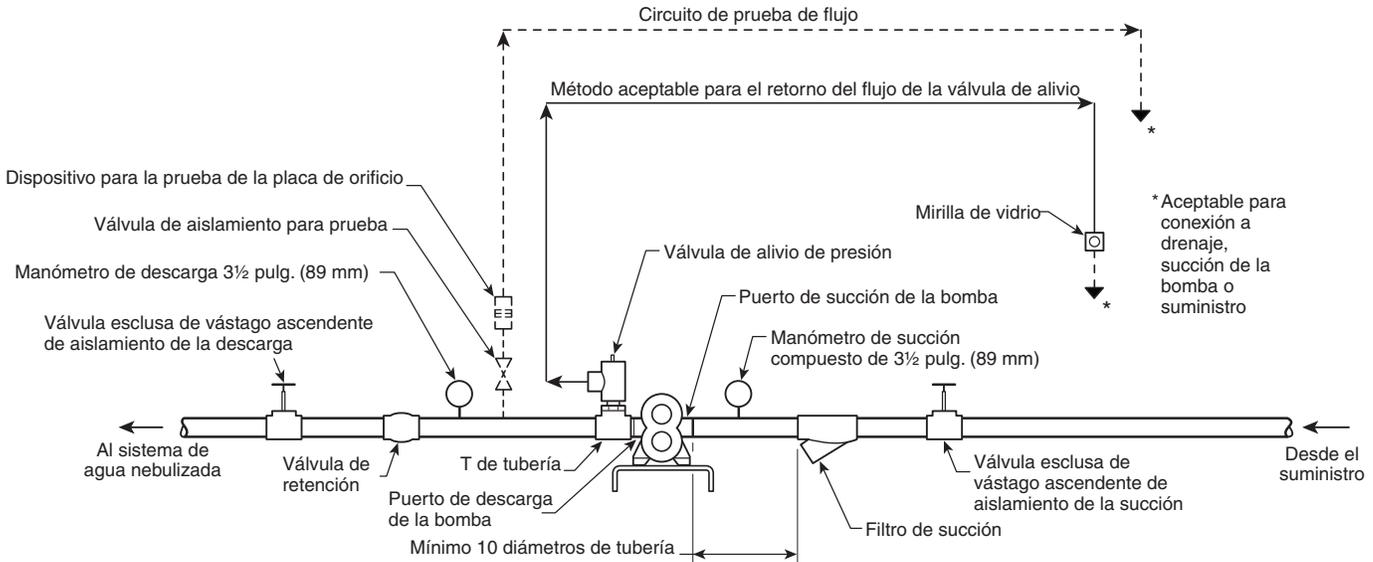


Figura A.8.5.4 Tuberías y accesorios típicos de una bomba del sistema de agua nebulizada.

▲ A.10.1.3 Todo el diseño del equipo de control eléctrico debería también seguir las pautas de NEMA ICS 14, *Application Guide for Electric Fire Pump Controllers*.

A.10.2.1 Si el controlador debiera ser localizado fuera del cuarto de bombas, se debería proveer una ventana de vidrio transparente en la pared del cuarto de bombas para observación del motor y de la bomba durante el arranque. La tubería de control de presión debería estar protegida contra congelamiento y daño mecánico.

A.10.3.3.1 Para más información, ver NEMA 250, *Gabinetes para Equipos Eléctricos*.

A.10.3.6 Para más información, ver NFPA 70.

A.10.3.7.3 Los operadores de bombas deberían estar familiarizados con las instrucciones suministradas para los controladores y deberían observar en detalle todas sus recomendaciones.

▲ A.10.4.1 La operación del supresor de picos no debería causar la apertura del interruptor de aislamiento o del interruptor de corriente. Los supresores de picos en ANSI/IEEE C62.11, *IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Power Circuits (>1 kV)*, son normalmente de óxido de zinc sin hendiduras.

A.10.4.2.1.2 Para más información, ver NFPA 70.

A.10.4.2.3 Para más información, ver NFPA 70.

A.10.4.3.1 Para más información, ver NFPA 70, Artículo 100.

A.10.4.3.3 Se debería prestar especial atención al tipo de conexión a tierra, para establecer la certificación de interrupción del ruptor de circuito basándose en el tipo de conexión a tierra empleado.

A.10.4.3.3.1(4) La certificación de interrupción puede ser menor que la certificación adecuada donde otros dispositivos dentro del controlador contribuyen al proceso de interrupción de corriente.

Malla	20	40	60	80	100
Abertura (pulg.)	0.034	0.015	0.0092	0.007	0.0055
Abertura (μ)	860	380	230	190	140

Figura A.8.5.5 Tamaños estándar de las mallas.

A.10.4.3.3.1.1 Tampoco está permitido dispararse al interruptor de aislamiento. Ver también 10.4.2.1.3.

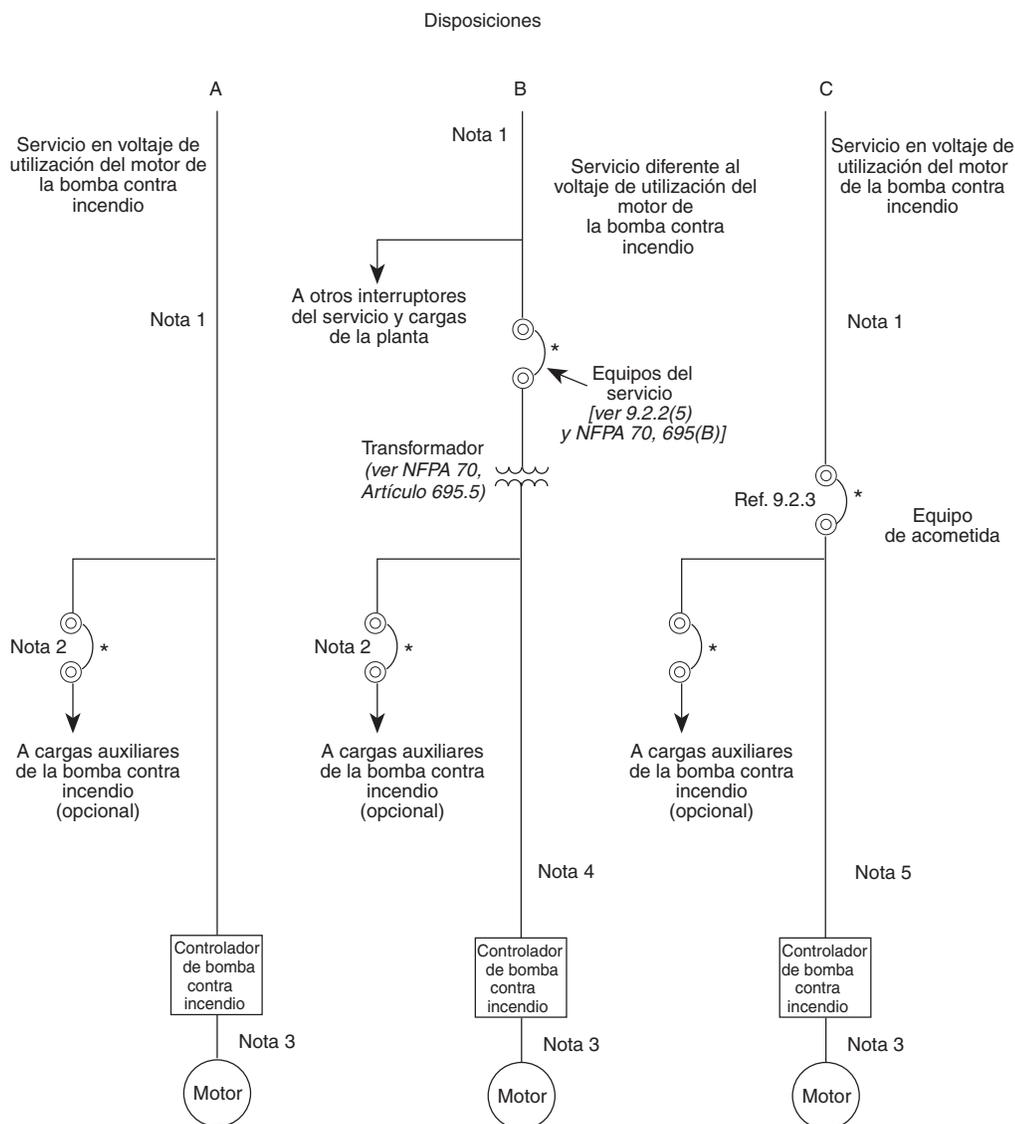
A.10.4.3.3.1.2 Ver también A.10.4.3.3.1.1.

A.10.4.3.3.2 Los limitadores de corriente son dispositivos del tipo fusible, que fueron usados como parte integral del interruptor de corriente, limitan la corriente durante un cortocircuito hasta llegar dentro de los límites de la capacidad de desconexión del ruptor de corriente.

A.10.4.4(4) Se recomienda que el dispositivo de sobrecorriente de rotor bloqueado no sea reiniciado más de dos veces consecutivas si se ha disparado debido a una condición del rotor bloqueado, sin que primero el motor sea inspeccionado por un calentamiento excesivo y para aliviar o eliminar la causa que evita que el motor alcance la velocidad adecuada.

A.10.4.5.7 La señal debería incorporar indicación visible local y contactos para la indicación remota. La señal puede ser incorporada como parte de la señal de indicación disponible de energía y pérdida de fase. (Ver 10.4.6.1 y 10.4.7.2.2.)

A.10.4.6 La lámpara piloto para el servicio de señalización debería tener un voltaje operativo menor que el voltaje nominal de la lámpara para asegurar una larga vida operativa. Cuando sea necesario, debería utilizarse una resistencia adecuada o un transformador potencial para reducir el voltaje para operar la lámpara.



*Pueden usarse ruptores de circuito o interruptores de fusibles.

Nota 1: Conductores de acometida [ver NFPA 70, Artículo 230]

Nota 2: Protección contra sobrecorriente (certificado como SUSE) según NFPA 70, Artículo 240 o 430

Nota 3: Conductores de circuito ramal [ver NFPA 70, 695.6(B)(2)]

Nota 4: Conductores del alimentador [ver NFPA 70, 695.6(B)(2)]

Nota 5: Conexión del alimentador dedicada [ver 9.2.2(3)]

△ Figura A.9.2 Disposiciones típicas del suministro de energía de la fuente al motor.

A.10.4.7 Donde existan condiciones inusuales debido a las cuales no se tenga la certeza del funcionamiento de la bomba, se recomienda el uso de una alarma de bombas incendio indicadora de “falta de funcionamiento”. A fin de supervisar la fuente de energía para el circuito de alarma de bombas contra incendio, se puede disponer el controlador para que arranque en caso de falla de energía del circuito de alarma supervisado.

A.10.5.1 Las siguientes definiciones provienen de NFPA 70.

- (1) *Automático.* De funcionamiento independiente, accionado por su propio mecanismo que actúa por una influencia impersonal, como, por ejemplo, un cambio de intensidad de corriente, presión, temperatura o configuración mecánica.
- (2) *No automático.* Que requiere una acción de intervención para su control. En la forma en que se aplica a un controlador eléctrico, un control no automático no necesariamente implica un control manual pero simplemente que es necesaria una intervención personal.

A.10.5.2.1 Es necesario instalar la línea sensora de presión entre la válvula de retención de descarga y la válvula de control, a fin de facilitar el aislamiento del controlador de la bomba jockey (y la línea sensora) para efectuar el mantenimiento sin tener que drenar todo el sistema. [Ver *Figura A.4.32(a)* y *Figura A.4.32(b)*.]

N A.10.5.2.1.1.2 Las tuberías de agua y los dispositivos relacionados podrían ser adosados al exterior del controlador.

A.10.5.2.1.3 El propósito de monitorear al transductor de presión es detectar si un transductor se ha desviado en dirección ascendente desde cero con el transcurso del tiempo. Un transductor que se desvía en dirección descendente automáticamente provocará que la bomba contra incendio arranque cuando se desvía por debajo del punto establecido para el arranque.

A.10.5.2.1.3.1 Cuando se abre el drenaje de la válvula solenoide, el orificio de restricción en la línea sensora de presión mantendrá la presión en el transductor cerca de cero mientras la válvula solenoide esté abierta. Este es el momento en que puede verificarse que el transductor es de menos de 10 psi.

Δ A.10.5.2.1.3.2 El propósito de monitorear la lectura de la presión de un transductor de presión es detectar y corregir un transductor que está funcionando fuera del rango de presión previsto.

A.10.5.2.1.8.2 El grabador de presión debería ser capaz de grabar una presión de al menos 150 por ciento de la presión de descarga de la bomba en condiciones de ausencia de flujo. En un edificio de altura, este requisito puede exceder de 400 psi (27.6 bar). Este grabador de presión debería poder ser leído sin necesidad de abrir el gabinete del controlador de la bomba contra incendio. Este requisito no exige un dispositivo de grabación separado para cada controlador. Un único dispositivo multicanal de grabación puede servir a múltiples sensores. Si el dispositivo de grabación de presión está integrado en el controlador de presión, debería utilizarse el elemento de detección de presión para grabar la presión del sistema.

A.10.5.3.2 El control mecánico de funcionamiento de emergencia permite efectuar externa y manualmente el cierre directo del contactor del motor, para arrancar y operar el motor de la bomba contra incendio. Se debería utilizar en emergencias, cuando el funcionamiento electro-magnético normal del contactor no sea posible.

Quando se utilice así en controladores diseñados para arranque con voltajes reducidos, no se aplica el 15 por ciento de limitación de caída de voltaje establecido en la sección 9.4.

A.10.5.4.2.1(1) Si bien se permite que la bomba arranque y se detenga automáticamente durante las pruebas con flujo cero, 4.3.1 requiere que una o más personas calificadas estén presentes en el cuarto de la bomba para monitorear las condiciones mientras la bomba está en funcionamiento.

A.10.8 Disposiciones típicas de controlador de bomba contra incendio e interruptor de transferencia se muestran en la *Figura A.10.8*. Pueden aceptarse otras configuraciones.

A.10.8.2 La separación o ubicación en compartimentos diferentes es para prevenir la propagación de una falla en un compartimento a la fuente en el otro compartimento.

A.10.8.3.11 La protección interna se refiere a cualquier elemento de activación contenido dentro del mecanismo de conmutación del interruptor de transferencia. Esto es para evitar que un mecanismo de conmutación inhiba la transferencia de energía.

A.10.10 Ver *Figura A.10.10*.

A.10.10.3 El recorrido del desvío constituye todas las características de un controlador de bomba contra incendio de velocidad no variable.

A.10.10.3.1 Sólo debería energizarse el contactor de derivación cuando haya una bomba que demande funcionamiento y el control de limitación de presión de velocidad variable o el control de limitación de succión de velocidad variable presente la condición de fallas.

A.10.10.3.1.2 Las unidades de impulso de velocidad variable (variable speed drive units o VSDs) deberían tener un medio positivo de indicar que el motor está operativo dentro de los primeros segundos luego de la aplicación de la potencia. Si la VSD falla, no hay necesidad de esperar el tiempo de desvío de baja presión de 10.10.3.1.1.

A.10.10.3.1.3 Un motor funcionando a frecuencia reducida no puede ser conectado inmediatamente a una fuente a frecuencia de línea sin crear altas corrientes transitorias que pueden causar la activación del ruptor de circuito de la bomba contra incendios. También es importante tener mucho cuidado de no conectar la energía de frecuencia de línea (retroalimentación) a la VSD dado que esto dañará la VSD, y más importante, puede causar que el interruptor del circuito de la bomba contra incendio se dispare, lo cual saca la bomba de servicio.

A.10.10.5 La intención es la de evitar que el ruptor del circuito del controlador de la bomba contra incendio se dispare debido a una falla en el impulso de velocidad variable y de esta manera mantener la integridad del circuito en desviación.

A.10.10.6.2 A medida que la longitud del cable del motor entre el controlador y el motor aumenta, los transientes de voltaje de interrupción de alta frecuencia de la VSD en el motor aumentarán. Para evitar que los transientes excedan las certificaciones de aislamiento del motor deberían utilizarse las longitudes de los cables recomendadas por el fabricante del motor.

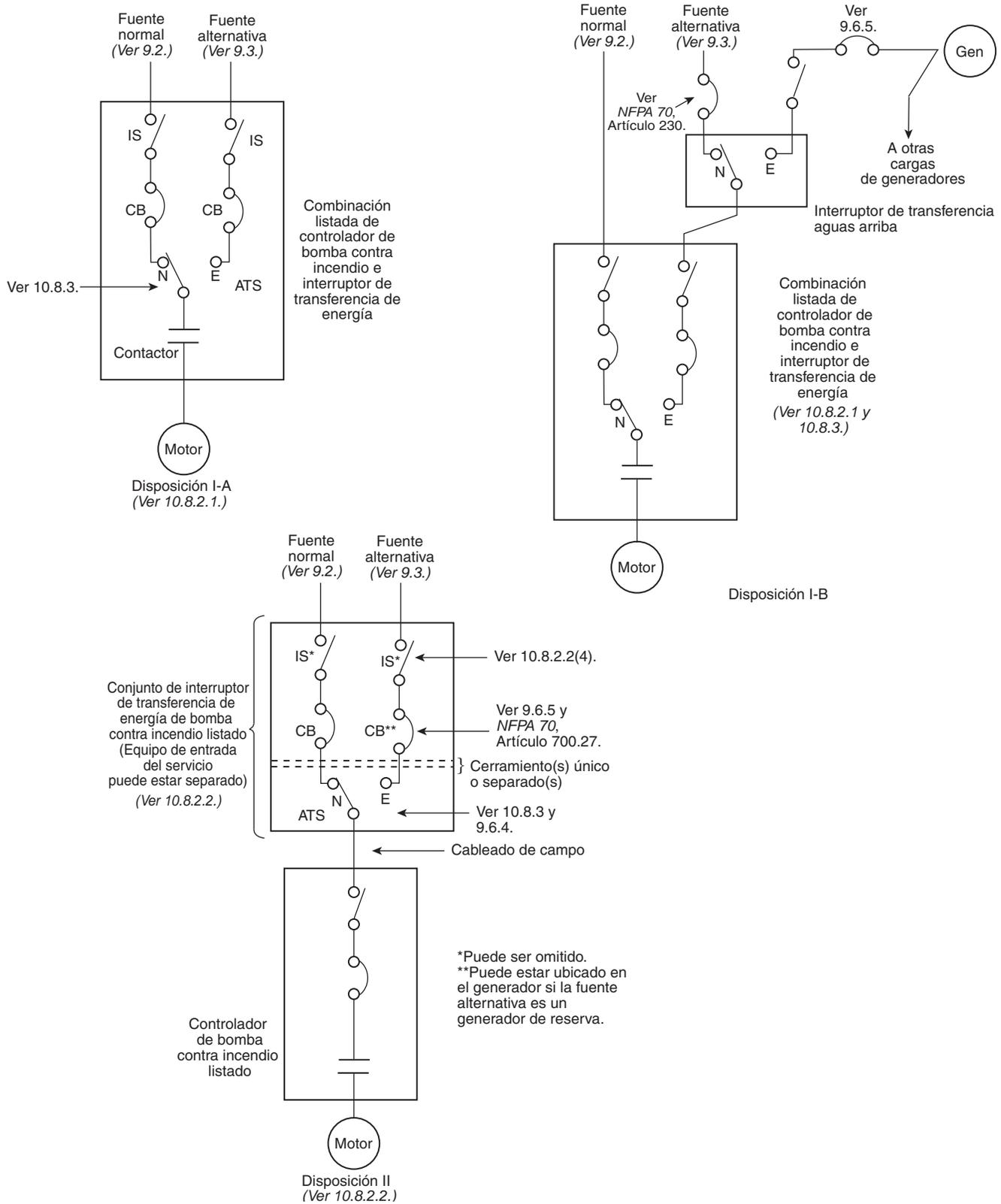
A.10.10.10.1 Esto permite ajustes de campo, para reducir vaivenes, sobreimpulsos u oscilaciones.

A.11.1.3 El motor diésel de encendido por compresión ha demostrado ser el más confiable de los motores de combustión interna para accionar bombas de incendio.

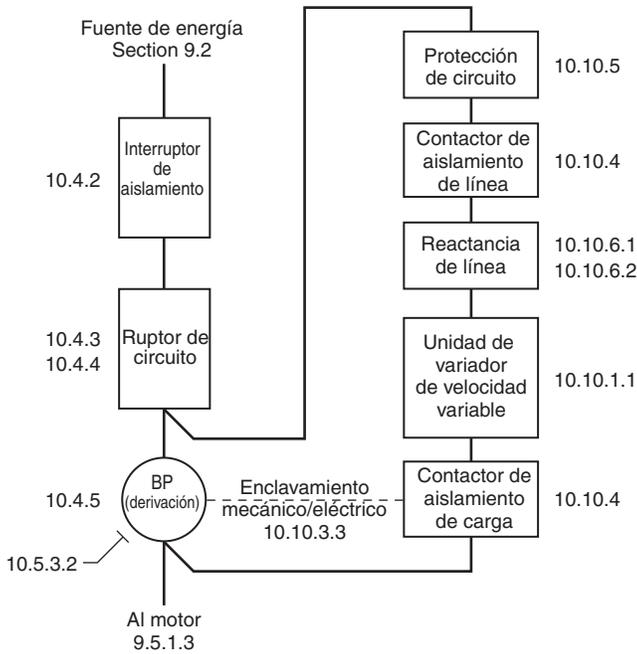
Δ A.11.2.2.2 Para obtener mayor información, ver SAE J-1349, *Engine Power Test Code — Spark Ignition and Compression Engine*. El requisito mínimo de energía de 4 horas establecido en NFPA 20 ha sido puesto a prueba y presenciado por testigos durante el proceso de listado de los motores.

A.11.2.2.4 Ver *Figura A.11.2.2.4*.

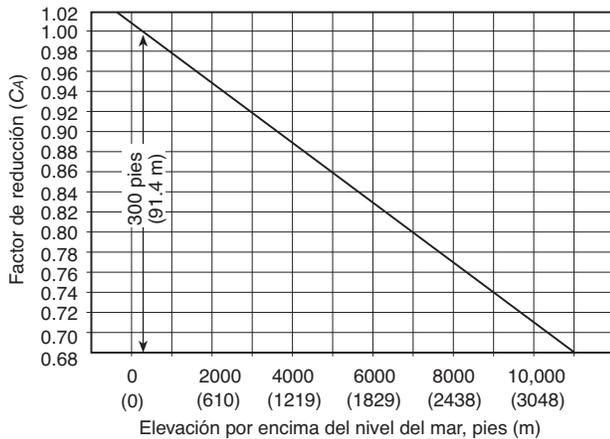
A.11.2.2.5 Para determinar la temperatura ambiente máxima especificada se debería tener en cuenta el incremento de temperatura en el cuarto de bombas. (Ver *Figura A.11.2.2.5*.)



▲ Figura A.10.8 Disposiciones típicas de controlador de bomba contra incendio e interruptor de transferencia.



▲ Figura A.10.10 Control de limitación de velocidad variable.



Nota: La ecuación de corrección es la siguiente:

Caballos de fuerza del motor corregidos = $(C_A + C_T - 1) \times$ caballos de fuerza
 Donde:

C_A = factor de reducción para la elevación

C_T = factor de reducción para la temperatura

Figura A.11.2.4 Curva de reducción de elevación

A.11.2.4.2 Tradicionalmente, los motores fueron construidos con dispositivos mecánicos para controlar la inyección de combustible a la cámara de combustión. Para cumplir con los requisitos para la reducción de emisión de gases de combustión, muchos fabricantes de motores diésel han incorporado un proceso electrónico para controlar el proceso de inyección de combustible, eliminando de esta manera palancas y vínculos. Muchos de los motores diésel con control mecánico ya no se fabrican.

A.11.2.4.2.4 Los fabricantes de motores diésel pueden diseñar los ECM para controlar diferentes aspectos de las prestaciones del motor. Una situación de falla en el motor (tal como una temperatura de enfriamiento del agua elevada) es controlada normalmente por el ECM y se integra dentro de la lógica de control de ECM para reducir la salida de potencia del motor, proveyendo de esta manera una protección al mismo. Este tipo de protecciones del motor no se permiten en los ECM de motores utilizados para bombas contra incendio.

A.11.2.4.2.7.1 Cuando los motores estén en modo de espera y los cargadores de baterías tengan las baterías en modo flotante, en realidad son los cargadores los que suministran la corriente que alimenta al motor, al controlador y al cuarto de bombas, según se define en 11.2.7.2.3.2.

A.11.2.4.3.4.3 Algunos sistemas de control de limitación de presión de velocidad variable requieren un pequeño caudal de agua a través de la línea sensora. El diseño de la conexión de la línea sensora con la tubería de agua de los sistemas contra incendios debería considerar la prevención de la contaminación. La conexión de la línea sensora en un plano horizontal con el lateral de la tubería de agua de los sistemas contra incendios es una ubicación deseable.

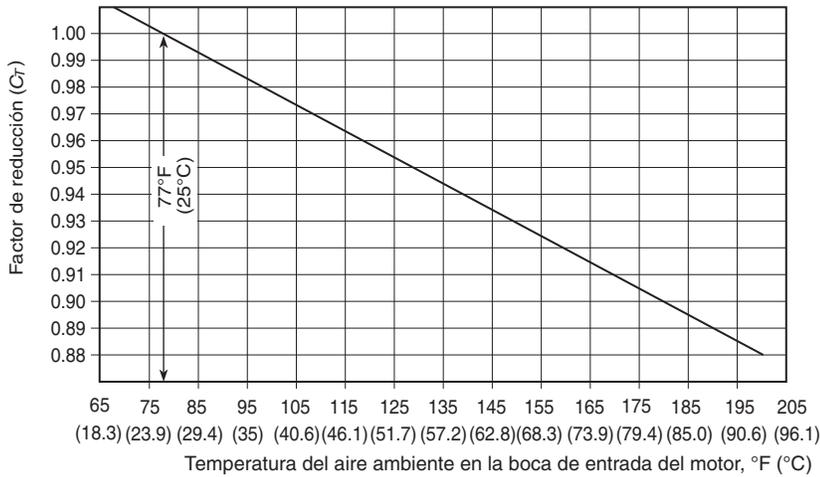
A.11.2.6.1.1 Un arnés en el gabinete garantizará un sencillo cableado en campo entre los dos grupos de terminales.

A.11.2.6.2 Las terminaciones deberían hacerse utilizando conectores de compresión de tipo anillo aislado para bloques de terminales posteriores. Los bloques de terminales tipo silla deberían tener el cable sin revestimiento, con aproximadamente 1/2 pulg. (1.6 mm) de cable pelado a la vista luego de la inserción en la silla, a fin de garantizar que ningún aislamiento esté debajo de la silla. Debería tirarse de los cables para garantizar que la terminación esté adecuadamente sujeta.

N A.11.2.7.2.1.2 Hay dos tipos diferentes de baterías de plomo-ácido: celdas ventiladas (inundadas) y celdas de plomo-ácido reguladas por válvula (VRLA). La celda inundada tiene electrodos sumergidos en electrolito líquido y permite que los productos de la electrólisis y la evaporación sean liberados libremente en la atmósfera a medida que se generan. La celda VRLA, de menor mantenimiento que la de tipo inundada, está sellada, a excepción de una válvula que se abre hacia la atmósfera cuando la presión interna en la celda excede la presión atmosférica en una cantidad previamente seleccionada. La celda VRLA provee un medio para la recombinación del oxígeno internamente generado y la supresión de la evolución de gas hidrógeno para limitar el consumo de agua.

Si las baterías van a estar en sitio durante un período extendido antes de ser puestas en servicio, deberían ser del tipo inundadas en una condición de carga seca. Estas baterías pueden luego ser humedecidas con electrolito y cargadas inmediatamente antes de su uso. Las baterías VRLA solamente deberían ser llevadas al sitio en condición de cargadas, inmediatamente antes de su uso.

N A.11.2.7.2.1.4 La combinación de unidad de batería A y unidad de batería B provee una capacidad suficiente para un total de 12 ciclos consecutivos de 15 segundos de arranque y 15 segundos de reposo. El controlador completará seis de estos ciclos antes de detener el intento de encendido y enviar la alarma de falla en el encendido. Las unidades de baterías A y B están dimensionadas para tener una capacidad suficiente para proveer otro ciclo de arranque completo en un intento de



Nota: La ecuación de la corrección es la siguiente:

Caballos de fuerza del motor corregidos = $(C_A + C_T - 1) \times$ caballos de fuerza del motor listado

donde:

C_A = factor de reducción para la elevación

C_T = factor de reducción para la temperatura

Figura A.11.2.2.5 Curva de reducción de temperatura

lograr el encendido del motor después de que el operador haya implementado las acciones correctivas.

A.11.2.7.2.1.6 El requisito de las 72 horas ha sido previsto para ser aplicado cuando las baterías son nuevas. Se espera una cierta degradación a medida que las baterías envejecen.

A.11.2.7.2.2 La operación mecánica manual del contactor de la batería principal desviará todo el cableado del circuito de control dentro del controlador.

A.11.2.7.2.4 Se recomienda la ubicación al lado de y en el mismo nivel que el motor diésel para minimizar la longitud del cable entre batería y arranque.

A.11.2.7.2.5 En instalaciones de dos baterías, se puede utilizar un único cargador que automáticamente alterne de una batería a otra.

N A.11.2.7.3.2 El sistema acumulador hidráulico cubierto debería ser instalado tan cerca como sea factible, de manera que se evite una pérdida significativa de presión entre el motor y el sistema acumulador hidráulico.

A.11.2.7.4.4 Es preferible dar mantenimiento automático de presión de aire.

A.11.2.8.5 Ver Figura A.11.2.8.5. El agua de refrigeración del intercambiador de calor a veces se **recircula** directamente a través de colectores de escape con camisa de agua o refrigerantes de motor, o ambos, además de los intercambiadores de calor.

A.11.2.8.5.3.8(A) Ver Figura A.11.2.8.5.3.8(A).

A.11.2.8.5.3.8(B) Ver Figura A.11.2.8.5.3.8(B).

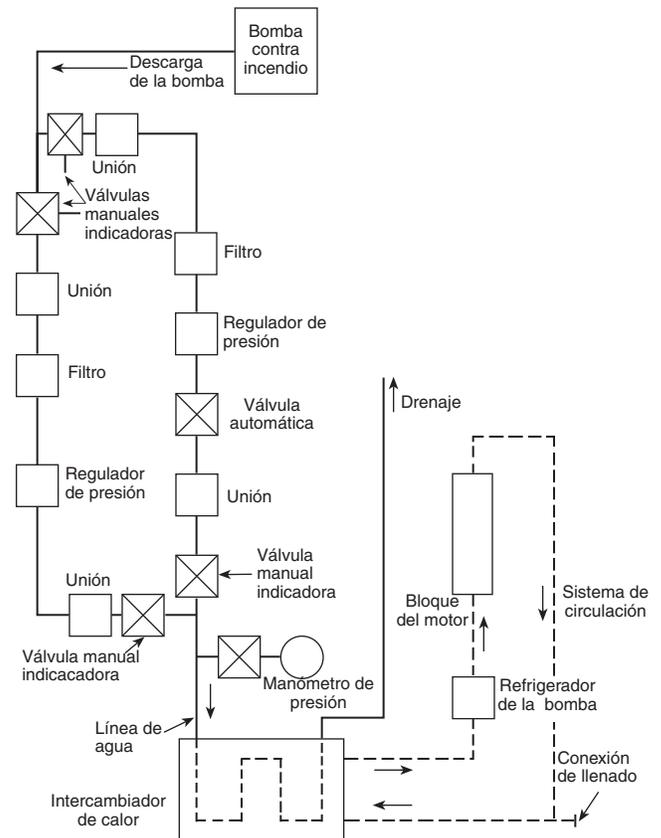


Figura A.11.2.8.5 Línea de agua refrigerante con derivación.

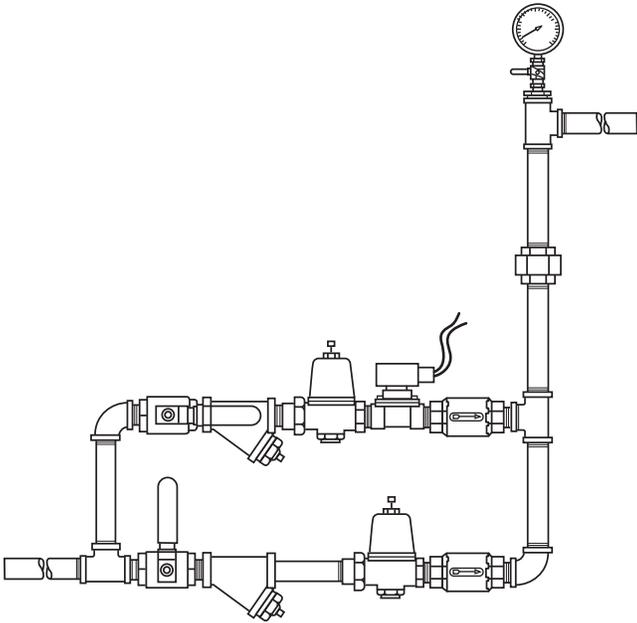


Figura A.11.2.8.5.3.8(A) Arreglo de válvula de retención accionada por resorte.

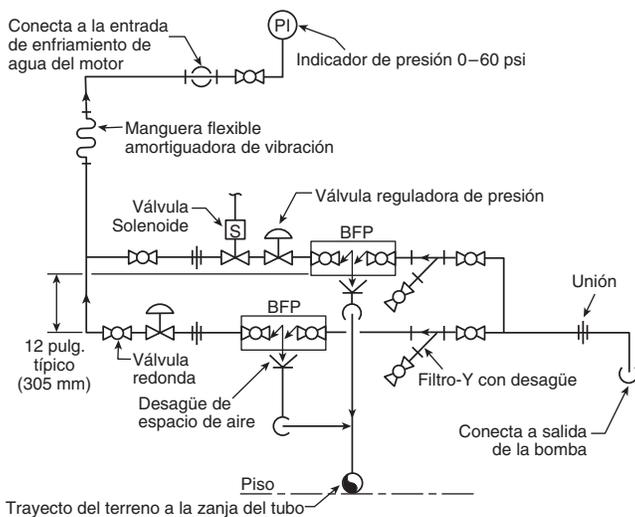


Figura A.11.2.8.5.3.8(B) Arreglo de dispositivo de prevención de contraflujo.

A.11.2.8.6 Donde se pueda esperar que el suministro de agua contenga materiales extraños tales como astillas de madera, hojas, hilachas, y materiales por el estilo, los filtros requeridos en la sección 11.2.8.5 deberían ser del tipo de filtro doble. Cada elemento filtrante (limpio) debería poseer la suficiente capacidad de filtrado como para permitir el flujo completo de agua por un período de 3 horas. Además, un filtro doble de la misma dimensión debería ser instalado en la línea de derivación. (Ver Figura A.11.2.8.5.)

A.11.3 La bomba impulsada por motor diésel puede ser ubicada con una o más bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico en un cuarto de bombas que debería

quedar totalmente aislado de la estructura principal por una construcción de materiales no combustibles. El cuarto de bombas contra incendio puede contener bombas de otros servicios y/o equipos para las instalaciones tal como lo determine la autoridad competente.

A.11.3.2 Para una ventilación óptima del cuarto de bombas, el ventilador de suministro de aire y la salida de aire deberían estar ubicados en paredes opuestas.

Cuando se calcule la temperatura máxima del cuarto de bombas, se debería considerar el calor irradiado por el motor, el calor irradiado por la tubería de escape, y todas las otras fuentes que contribuyen al incremento de la temperatura.

Si el cuarto de bombas va a ser ventilado por un ventilador eléctrico, debería tenerse en cuenta la confiabilidad de la fuente de energía durante un incendio. Si la fuente de energía no es confiable, para el cálculo de incremento de temperatura se debería asumir que el ventilador no funcionará.

El aire consumido para la combustión del motor debería ser considerado como parte del cambio de aire en el cuarto.

Los cuartos de bombas con motores enfriados por intercambiadores de calor normalmente requerirán más cambios de aire que el que suministra el consumo de aire del motor. Para controlar el incremento de temperatura en el cuarto, se requiere normalmente un flujo adicional de aire que atraviese el cuarto. [Ver Figura A.11.3.2(a).]

Los cuartos de bombas con motores enfriados por radiador podrían tener suficientes cambios de aire debidos a la descarga del radiador y el consumo del motor. [Ver Figura A.11.3.2(b).]

A.11.3.2.3 Cuando se usen persianas (dampers) impulsados por motor en el recorrido del suministro de aire, deberían ser accionados por resortes para colocarse en la posición de abierta y deberían ser cerrados en forma motorizada. Las persianas (dampers) impulsados por motor deberían recibir la señal de apertura al momento o antes que el motor comience a activarse para el arranque.

Es necesario que el límite de restricción de flujo máximo de aire para el ventilador del suministro de aire sea compatible con los motores listados, a fin de garantizar un flujo de aire adecuado para enfriamiento y combustión. Esta restricción generalmente incluye rejillas, protecciones contra pájaros, persianas (dampers), ductos o cualquier otro elemento que se encuentre en el recorrido del suministro de aire entre el cuarto de bombas y el exterior.

Para motores enfriados por intercambiador de calor, se recomiendan persianas (dampers) impulsados por motor, a fin de mejorar la circulación por convección.

Para uso con motores refrigerados por radiadores, se recomiendan persianas (dampers) accionados por gravedad, a fin de simplificar su coordinación con el flujo de aire del ventilador.

Otro método para el diseño del ventilador del suministro de aire, en lugar de persianas (dampers), es el uso de un ducto de ventilación (con tapa de protección contra lluvia), cuya parte superior se extiende a través del techo o muro externo de una cabina de bomba y cuya parte inferior está a aproximadamente 6 pulg. (152.4 mm) del piso de la cabina de bomba. Este método pasivo reduce la pérdida de calor en el invierno. El

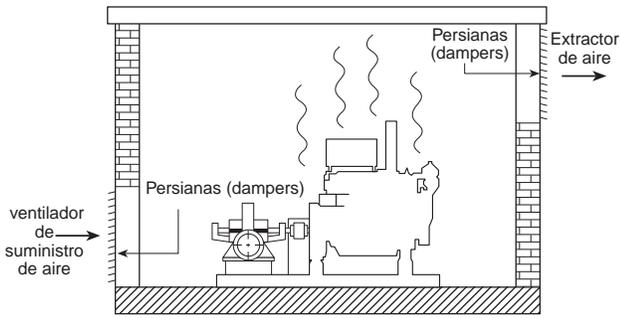


Figura A.11.3.2(a) Sistema típico de ventilación para una bomba operada por motor diésel enfriados con intercambiador de calor.

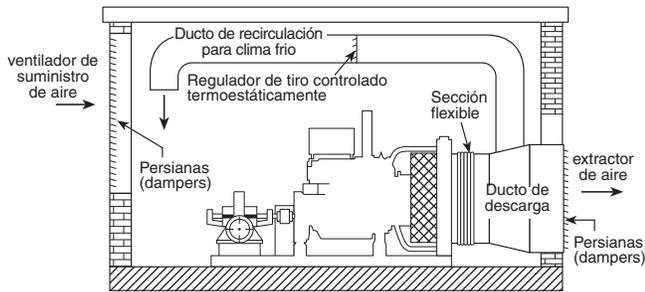
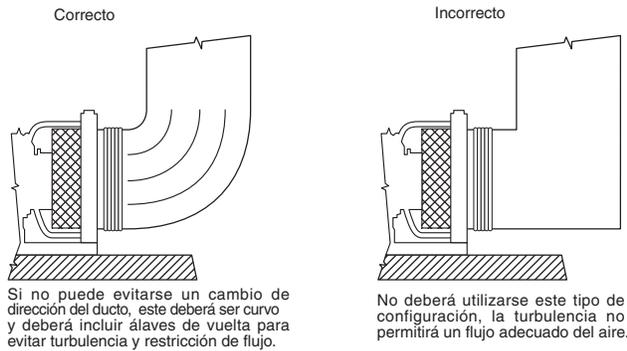


Figura A.11.3.2(b) Sistema típico de ventilación para una bomba operada con motor diésel enfriados con radiador.

tamaño de este ducto debería cumplir con los requisitos establecidos en 11.3.2.1.

A.11.3.2.4 Cuando se usan persianas (dampers) accionados por motor en la ruta de descarga de aire, deberían accionarse por resorte a la posición abierta, cerrados con motor y señalizados para abrir cuando o antes que el motor de la bomba comience a activarse para arrancar.

Los vientos predominantes pueden actuar en contra del extractor de aire. Por consiguiente, deberían tomarse en cuenta los vientos para determinar la ubicación del extractor de aire. (Ver Figura A.11.3.2.4 sobre el diseño recomendado para muros contra viento.)

Para motores enfriados por intercambiador de calor, se prefiere un extractor de aire con persianas (dampers) impulsados por motor, diseñados para circulación por convección, en

lugar de un ventilador eléctrico. Este arreglo requiere que el tamaño del ventilador sea mayor, aunque no depende de una fuente de energía que podría no estar disponible durante el funcionamiento de la bomba.

Para motores enfriados por radiadores se recomiendan persianas (dampers) accionadas por gravedad. No se recomienda el uso de rejillas o persianas (dampers) impulsados por motor debido a la restricción en el flujo de aire que generan y a la presión de aire contra la cual deberían funcionar.

Es necesario que el límite máximo de restricción del flujo de aire para el extractor de aire sea compatible con los motores listados, a fin de garantizar un enfriamiento adecuado del flujo de aire.

A.11.3.2.4.3.4 Si no está debidamente instalado, el ducto de desvío puede extraer el aire en lugar de suministrarlo, debido al efecto Venturi.

A.11.4.1.2 La cantidad de 1 gal por hp (5.07 l por kW) es equivalente a 1 pinta por hp (0.634 l por kW) por hora por 8 horas. Donde no sea probable el pronto reaprovisionamiento de combustible, un suministro de reserva debería ser provisto junto con las facilidades para la transferencia a los depósitos principales.

A.11.4.1.3.1 Donde la autoridad competente aprueba el arranque de la bomba contra incendio en condiciones de pérdida de suministro de corriente CA, deberían hacerse provisiones para acomodar el combustible adicional necesario para este propósito.

A.11.4.3 Los tanques de almacenamiento de combustible diésel deberían estar ubicados, preferentemente, dentro del cuarto de bombas o de la cabina de la bomba, si estuviera permitido por las reglamentaciones locales. En tal caso, las líneas de llenado y ventilación deberían extenderse hacia el exterior. La tubería de llenado puede ser usada para un foso de medición donde sea práctico.

A.11.4.4 NFPA 31 puede utilizarse como una guía para proyectar la tubería para diésel. La Figura A.11.4.4 muestra una sugerencia de sistema de combustible para motores diésel.

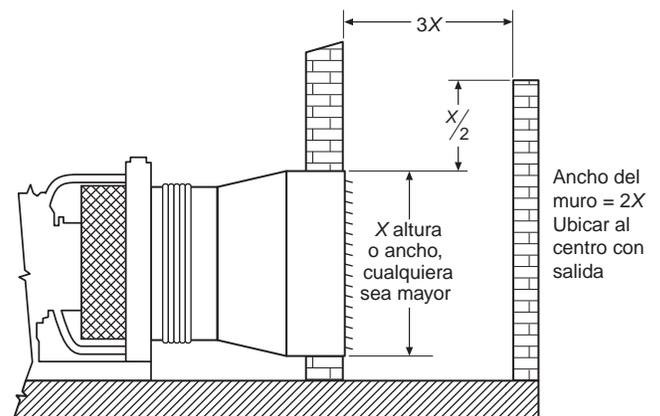


Figura A.11.3.2.4 Muro contra viento típico.

A.11.6 Los motores de combustión interna necesariamente contienen partes móviles de diseño y en número tal que las máquinas no pueden dar un servicio confiable a menos que se les dé un cuidado diligente. El libro de instrucciones del fabricante cubriendo el cuidado y el funcionamiento debería estar disponible, y los operadores de las bombas deberían estar familiarizados con sus contenidos. Todas sus disposiciones deberían observarse cuidadosamente.

A.11.6.2 Ver NFPA 25 sobre mantenimiento adecuado del motor(es), baterías, suministro de combustible y condiciones ambientales.

A.11.6.4 Los aceites combustibles destilados comerciales que se utilizan en los motores diésel modernos están sujetos a diversos efectos perjudiciales durante su almacenamiento. El origen del crudo, las técnicas de los procesos de refinamiento, el momento del año y la ubicación del consumo geográfico, todo ello influye en la determinación de las fórmulas de las mezclas de combustibles. Las gomas, ceras, jabones metálicos solubles, agua, suciedades, mezclas y temperaturas, todos contribuyen a la degradación del combustible según el modo en que es manipulado y almacenado. Estos efectos se inician en el momento del refinamiento del combustible y continúan hasta su consumo. El adecuado mantenimiento del combustible destilado almacenado es fundamental para el funcionamiento, la eficiencia y la longevidad del motor.

Los tanques de almacenamiento deberían mantenerse sin agua. El agua contribuye a la corrosión del tanque de acero y al desarrollo de la proliferación microbiológica donde el agua y el combustible interactúan. Estos problemas, junto con los metales del sistema, proveen elementos que reaccionan con el combustible para formar determinados geles o ácidos orgánicos, lo que provoca el atascamiento en los filtros y la corrosión del sistema. El mantenimiento programado del combustible contribuye a reducir su degradación. El filtrado en el mantenimiento del combustible puede extraer los contaminantes y el agua y mantener las condiciones del combustible para brindar confiabilidad y eficiencia para los motores de bombas contra incendio de reserva. Las pruebas y el mantenimiento del combustible deberían comenzar el día de la instalación y en el primer llenado.

A.11.6.4.3 NFPA 25 requiere pruebas periódicas del combustible y el mantenimiento del tanque de suministro de combustible con el fin de garantizar que siempre se disponga de un combustible de calidad para el motor para la operación de protección contra incendios.

A.11.6.4.4 Cuando las condiciones ambientales o de la calidad del combustible resultan en la degradación del combustible durante su almacenamiento en el tanque de suministro por causa de contaminantes tales como agua, microorganismos y partículas, o por la desestabilización, se ha observado que los sistemas activos de mantenimiento de combustible instalados de manera permanente en los tanques de almacenamiento de combustible han demostrado ser satisfactorios en el mantenimiento de la calidad del combustible. Un sistema activo de mantenimiento de combustible conservará la calidad del combustible en el tanque, evitando así que el combustible pase por posibles ciclos de degradación, poniendo en riesgo la confiabilidad de los motores y requiriendo un posterior reacondicionamiento.

A.11.6.5 La temperatura adecuada del motor, en cumplimiento con 11.2.8.2 y 11.6.5.1, mantenida mediante el uso de un calentador complementario tiene diversos beneficios, como se describe a continuación:

- (1) Rápido arranque (el motor de una bomba contra incendio podría tener que transportar una carga máxima en el mismo momento en que es arrancado)
- (2) Menor desgaste del motor
- (3) Menor descarga de las baterías
- (4) Menor dilución del aceite
- (5) Menor formación de depósitos de carbono, de manera que el motor tenga mayor probabilidad de arrancar todas las veces

A.12.2.1 Si el controlador debería localizarse fuera del cuarto de bombas, se debería suministrar una ventana de vidrio transparente en la pared del cuarto de bombas para observación del motor y de la bomba durante el arranque. La tubería de control de presión debería estar protegida contra congelamiento y daño mecánico.

A.12.3.1.1 En áreas afectadas por exceso de humedad, puede ser útil tener calefacción a fin de reducir dicha humedad.

A.12.3.3.1 Para mayor información, ver NEMA 250, *Gabinetes para Equipos Eléctricos*.

A.12.3.8 Los operadores de bombas deberían estar familiarizados con las instrucciones proporcionadas para los controladores y deberían observar cuidadosamente todas las recomendaciones.

A.12.4.1.2 Se recomienda que la lámpara piloto para servicio de señalización tenga un voltaje de accionamiento inferior que el voltaje nominal de la lámpara, para asegurar una mayor vida útil de la misma. Cuando sea necesario, se debería utilizar una resistencia adecuada para reducir el voltaje de accionamiento de la lámpara.

A.12.4.1.4(1) El controlador puede determinar el punto de accionamiento de la señal por encima del nivel de dos tercios. Pero, no se recomienda un valor nominal mayor de $\frac{3}{4}$, a fin de evitar señales falsas durante el normal envejecimiento de la batería.

A.12.4.1.4(6) La señal emitida proviene de una alarma común y la indicación del tipo de falla que está ocurriendo debería ser mostrada en el motor.

A.12.4.1.6 Esta función de reinicio automática puede llevarse a cabo mediante el uso de un interruptor silenciador del tipo de reinicio automática o del tipo de auto supervisión.

A.12.4.2.3(3) Se deberían monitorear desde el controlador las siguientes señales:

- (1) Se puede utilizar una señal común para las siguientes señalizaciones de falla: los indicados en las secciones 12.4.1.4(1) a 12.4.1.4(7) y la pérdida de salida en el cargador de baterías en el lado de la carga del dispositivo de protección de sobre corriente directa.
- (2) El arreglo especificado en **C.9.2.9(11)** está permitido únicamente donde la autoridad competente lo apruebe de acuerdo con la Sección 1.5 y permite, ante la falta de suministro de energía eléctrica, que las baterías mantengan su carga, activa la ventilación para el caso en que las condiciones requieran la enfriamiento del motor, y/o mantiene la temperatura del motor en el caso en que las condiciones requieran la calefacción del motor (*ver también A.4.6.4 y A.11.4.1.3.1*.)

A.12.4.4 La grabadora de presión debería ser capaz de registrar una presión por lo menos 150 por ciento de la presión de descarga de la bomba en condiciones de **caudal cero**. En un edificio de altura, este requisito puede ser mayor que 400 psi (27.6 bar). Este requisito no obliga a contar con un dispositivo de registro individual para cada controlador. Un único dispositivo multicanal puede servir para múltiples sensores.

A.12.7 Las siguientes definiciones provienen de NFPA 70.

- (1) Automático. De funcionamiento independiente, accionado por su propio mecanismo que actúa por una influencia impersonal, como, por ejemplo, un cambio de intensidad de corriente, presión o temperatura o configuración mecánica.
- (2) No automático. Que requiere una acción de intervención para su control. En la forma en que se aplica a un controlador eléctrico, un control no automático no necesariamente implica un control manual sino solamente que es necesaria una intervención personal.

N A.12.7.2.1.1.2 Las tuberías de agua y los dispositivos relacionados podrían ser adosados al exterior del controlador.

A.12.7.2.1.3 El propósito de monitorear las lecturas de la presión de un transductor de presión es detectar y corregir un transductor que está funcionando por fuera del rango de presión previsto.

A.12.7.2.1.3.1 El propósito de monitorear al transductor de presión es detectar si un transductor se ha desviado en dirección ascendente desde cero con el transcurso del tiempo. Un transductor que se desvía en dirección descendente automáticamente provocará que la bomba contra incendio arranque cuando se desvía por debajo del punto establecido para el arranque.

A.12.7.2.1.3.2 Cuando se abre el drenaje de la válvula solenoide, el orificio de restricción en la línea sensora de presión mantendrá la presión en el transductor cerca de cero mientras la válvula solenoide esté abierta. Este es el momento en que puede verificarse que el transductor es de menos de 10 psi.

A.12.7.5.2 Es preferible el apagado manual de las bombas contra incendio. El apagado automático de la bomba contra incendio puede ocurrir durante una situación real de incendio cuando las condiciones de flujo bajo relativo señalen al controlador que los requisitos de presión han sido satisfechos.

A.12.7.5.2.1(1) Si bien se permite que la bomba arranque y se detenga automáticamente durante las pruebas con **caudal cero**, 4.3.1 requiere que una o más personas calificadas estén presentes en el cuarto de la bomba para monitorear las condiciones mientras la bomba está en funcionamiento

A.12.7.5.2.2 Un tiempo de ejecución de 30 a 45 minutos es generalmente lo suficientemente extenso como para secar totalmente el sistema de escape y que el motor y el aceite alcancen las temperaturas operativas para que se sequen completamente. Tiempos más extensos podrían requerir tanques de combustible de mayores dimensiones.

A.13.1.3 Se recomiendan turbinas de una única etapa de máxima confiabilidad y simplicidad donde el suministro disponible de vapor así lo permita.

A.13.2.1.1 La carcasa puede ser de hierro fundido.

Algunas aplicaciones pueden requerir una bomba contra incendio con turbina para arrancar automáticamente, pero no requerir la turbina para controlar la presión después del arranque. En estos casos, una válvula de apertura rápida de reinicio manual que sea satisfactoria se puede instalar en una derivación de la línea de alimentación de vapor alrededor de una válvula de control manual.

Donde la aplicación requiere que la unidad de bombeo se encienda automáticamente y después del arranque continúe funcionando por medio de una señal de presión, se recomienda el uso de una válvula de control de presión tipo piloto que sea satisfactoria. Esta válvula debería ubicarse en el desvío alrededor de la válvula de control manual en la línea de alimentación de vapor. La válvula de control del regulador de la turbina, cuando se regula a aproximadamente 5 por ciento sobre la velocidad normal de plena carga de la bomba bajo control automático, actuaría como un control previo a una emergencia.

En las disposiciones presentadas en los dos párrafos precedentes, la válvula automática debería localizarse en la derivación alrededor de la válvula de control manual, que normalmente debería mantenerse cerrada. En caso de falla de la válvula automática, se podrá abrir esta válvula manual, permitiendo que la turbina desarrolle velocidad y sea controlada por la(s) válvula(s) de control del regulador de la turbina.

No es recomendable el uso de un regulador de presión de acción directa operando en la válvula(s) de control de la turbina a vapor.

A.13.3 Cuando se planifique el suministro de vapor, la descarga de combustión y la alimentación de caldera para una bomba contra incendio accionada por turbina a vapor, se debería tener en cuenta la siguiente información:

El suministro de vapor para la bomba contra incendio debería ser, preferiblemente, una línea independiente desde las calderas. Debe instalarse de forma de no correr riesgos de daños en caso de incendio en cualquier parte de la propiedad. Las otras líneas de vapor desde las calderas deberían ser controladas por válvulas localizadas en el cuarto de calderas. En una emergencia, se podrá cortar rápidamente el paso de vapor hacia esas líneas, dejando el abastecimiento de vapor completamente disponible para la bomba contra incendio. Se recomienda el uso de filtros en las líneas de vapor hacia las turbinas.

El regulador de vapor en la bomba debería cerrarse contra la presión de vapor. Debe preferentemente ser del tipo globo con un disco sólido. Si, a pesar de todo, la válvula utilizada tiene un disco removible compuesto, el disco debería ser de bronce y el anillo hecho de un material suficientemente fuerte y durable, y sostenido en su lugar en el disco de forma de responder satisfactoriamente a condiciones severas de servicio. Las válvulas de compuerta no son deseables para este servicio ya que no son herméticas, como lo son las válvulas de globo. La tubería de vapor debería disponerse y asegurarse de forma que los tubos puedan mantenerse libres de condensación de vapor.

En general, no se debería colocar una válvula reductora de presión en la tubería de vapor que alimenta la bomba contra incendio. No hay dificultad en diseñar turbinas para vapor de alta presión, y esto resulta en una unidad más simple y confiable. Una válvula reductora de presión introduce una posible obstrucción en la línea de vapor en el caso en que se dañe. En la mayoría de los casos, las turbinas pueden ser protegidas haciendo que la válvula de seguridad requerida en el artículo 13.2.1.2 sea de tal medida que la presión en la carcasa no exceda 25 psi (1.7 bar). Esta válvula debería ser conectada a la tubería en el exterior del cuarto de bomba, y si es posible, en el mismo punto en que la descarga puede ser vista por el operador de la bomba. Cuando se utilice una válvula reductora de presión, los siguientes puntos deberían ser considerados cuidadosamente.

- (1) Válvula reductora de presión.
 - (a) La válvula reductora de presión no debería contener una caja prensaestopas o un pistón trabajando en un cilindro.
 - (b) La válvula reductora de presión debería contar con un desvío que tenga una válvula de globo para abrir en caso de emergencia. Las válvulas de derivación y de interrupción deberían ser un tamaño de tubería menor que la de la válvula reductora, y deberían estar ubicadas de forma de estar siempre accesibles. Esta derivación debería disponerse de forma de prevenir la acumulación de condensación sobre la válvula reductora.
 - (c) La válvula reductora de presión debería ser más pequeña que la tubería de vapor requerida por las especificaciones de la turbina.
- (2) Tubería de escape. La tubería de escape debería salir directamente a la atmósfera y no debería tener válvulas de ningún tipo. No debería estar conectada con ningún condensador, calefactor u otro sistema de tubería de escape.

- (3) Alimentación de caldera de emergencia. Un método conveniente de asegurar un suministro de vapor para la unidad de bomba contra incendio, en caso que de falla de la alimentación desde la caldera normal, es proveer una conexión de emergencia desde la descarga de la bomba contra incendio. Esta conexión debería tener una válvula de control en la bomba contra incendio y además, si se desea, una válvula adicional localizada en el cuarto de calderas. También se debería ubicar una válvula de control de retención en esta conexión, preferentemente en el cuarto de calderas. Esta conexión de emergencia debería ser de alrededor de 2 pulg. (51 mm) de diámetro.

Cuando exista peligro de contaminación del suministro de agua potable, no se debería utilizar este método. En situaciones donde la bomba contra incendio esté manejando agua salobre o salada, tampoco debería hacerse esta conexión de caldera de emergencia. En estas situaciones, se debería hacer un esfuerzo para asegurar otra fuente secundaria de suministro de vapor que esté siempre disponible.

A.14.1.1 Es necesario que las tuberías de succión de una bomba contra incendio sean adecuadamente enjuagadas, a fin de asegurarse de que no ingresen piedras, limo ni otros fragmentos en la bomba, ni en el sistema de protección contra incendios. Los caudales especificados en la Tabla 14.1.1.1 son los mínimos recomendados, que generarán una velocidad de aproximadamente 15 pies/s (4.6 m/s). Si el caudal no se puede obtener con el suministro de agua existente, podría ser necesaria una fuente suplementaria, tal como una autobomba del cuerpo de bomberos. El procedimiento que se va a llevar a cabo, va a ser atestiguado y firmado antes de que la conexión a la tubería de succión se haya completado.

A.14.1.3 Ver Figura A.14.1.3(a) para ver un modelo del certificado del material y las pruebas del contratista para bombas contra incendio y Figura A.14.1.3(b) para ver un modelo del certificado de la red de suministro del servicio privado de incendios.

A.14.2.1 Además, deberían estar presentes los representantes del contratista a cargo de la instalación, la compañía de seguros y el propietario.

Δ A.14.2.4 Si está disponible un paquete de presentación completo para la bomba contra incendio, debería suministrarse para efectuar la comparación con el equipo especificado. Tal paquete debería incluir una copia aprobada de los planos de la disposición general del cuarto de bombas de incendio, incluyendo el esquema de distribución eléctrica, el esquema de distribución de la bomba y la fuente de agua, el esquema de distribución del drenaje del cuarto de bombas, el esquema de los cimientos de la bomba, y el esquema de distribución mecánica de calefacción y ventilación.

N A.14.2.4.2.3 Esto requiere comparar la presión de descarga y el consumo de energía para el flujo con la curva del proveedor de la bomba.

Certificado de pruebas y materiales del contratista para sistemas de bombas contra incendio			
PROCEDIMIENTO Al momento de completarse el trabajo, el representante del contratista debe llevar a cabo la inspección y las pruebas, que deben ser presenciadas por un representante del propietario. Todos los defectos deben ser corregidos y el sistema debe quedar en funcionamiento antes de que el personal del contratista finalmente concluya la tarea.			
Ambos representantes completan y firman un certificado. Deben hacerse copias para las autoridades responsables de la aprobación, para los propietarios y para el contratista. Queda entendido que la firma del representante del propietario no perjudica de manera alguna cualquier reclamo contra el contratista por causa de materiales defectuosos, mano de obra deficiente o incumplimiento de los requisitos impuestos por las autoridades de aprobación o por ordenanzas locales.			
NOMBRE DE LA PROPIEDAD		FECHA	
DOMICILIO DE LA PROPIEDAD			
PLANOS	ACEPTADO POR LAS AUTORIDADES DE APROBACIÓN (NOMBRES)		
	DOMICILIO		
	LA INSTALACIÓN CUMPLE CON LOS PLANOS ACEPTADOS	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	TODOS LOS EQUIPOS UTILIZADOS ESTÁN APROBADOS PARA EL SERVICIO DEL SISTEMA CONTRA INCENDIOS SI LA RESPUESTA ES NO, ESPECIFICAR LAS DESVIACIONES	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
INSTRUCCIONES	¿SE HA INSTRUIDO A LA PERSONA A CARGO DEL EQUIPO DE LA BOMBA CONTRA INCENDIOS SOBRE LA UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL SISTEMA Y SOBRE EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE ESTE NUEVO EQUIPO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿SE HAN DEJADO EN LAS INSTALACIONES COPIAS DE LAS INSTRUCCIONES APROPIADAS Y DE LOS PLANOS (MANUALES, ESQUEMAS) DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
UBICACIÓN	PUNTO DE CONEXIÓN A LOS EDIFICIOS (CAMPUS, ALMACENES, DE GRAN ALTURA) EXPLICAR		
EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE BOMBAS	¿CUMPLE EL EQUIPAMIENTO DEL CUARTO DE BOMBAS CON LOS PLANOS Y ESPECIFICACIONES? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿ESTÁ LA BOMBA CONTRA INCENDIOS ADECUADAMENTE MONTADA Y ANCLADA A LOS CIMIENTOS? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿ESTÁ LA BASE DE LA BOMBA CONTRA INCENDIOS ADECUADAMENTE FIJADA CON MORTERO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿LA SALA DE BOMBA TIENE LOS DRENAJES DEL SUELO ADECUADO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿ESTA LA TUBERÍA DE SUCCIÓN Y DESCARGA ADECUADAMENTE SOSTENIDA? ¿ESTÁ EL CUARTO DE LA BOMBA CALEFACCIONADO Y VENTILADO SEGÚN NFPA 20?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
TUBERÍAS Y ACCESORIOS	TIPOS Y CLASES DE TUBERÍAS		
	LA TUBERÍA CUMPLE CON NORMA _____	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	LOS ACCESORIOS CUMPLEN CON NORMA _____ SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	TUBERÍAS DE SUCCIÓN Y DESCARGA ¿ANCLADAS O RESTRINGIDAS?:	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
CASETA DE BOMBAS PRE-EMPAQUETADAS	¿ES ESTA UNA BOMBA EMPAQUETADA O UNA BOMBA MONTADA EN UNA UNIDAD DESLIZANTE?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿ESTÁ EL PAQUETE/LA UNIDAD DESLIZANTE ADECUADAMENTE ANCLADO A CIMIENTOS DE CONCRETO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿ESTÁ EL MARCO ESTRUCTURAL DE LOS CIMIENTOS LLENADO CON CONCRETO PARA FORMAR UN PISO ACABADO?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
	¿SE HA INSTALADO UN DRENAJE DE PISO?	<input type="checkbox"/> SÍ	<input type="checkbox"/> NO
DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA	HIDROSTÁTICA: Las pruebas hidrostáticas deben hacerse a un mínimo de 200 psi (13.8 bar) durante dos horas o a 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión estática de más de 200 psi (13.8 bar) durante dos horas.		
	PRUEBA HIDROSTÁTICA: TODAS LAS TUBERÍAS NUEVAS PROBADAS HIDROSTÁTICAMENTE A: _____ PSI/(BAR) DURANTE _____ HORAS	SIN FUGA ADMITIDA	
PRUEBAS DE LAVADO	LAVADO: Hacer fluir a la tasa requerida hasta que el agua esté limpia según lo indicado por la no recolección de materias extrañas en las bolsas de arpillera de las salidas tales como hidrantes y válvulas de descarga. Hacer fluir en flujos de no menos de 390 gpm (1476 L/min) para tuberías de 4 pulg., a 610 gpm (2309 L/min) para tuberías de 5 pulg., a 880 gpm (3331 L/min) para tuberías de 6 pulg., a 1560 gpm (5905 L/min) para tuberías de 8 pulg., a 2440 gpm (9235 L/min) para tuberías de 10 pulg. y a 3520 gpm (13,323 L/min) para tuberías de 12 pulg. Cuando el suministro no puede producir las tasas de flujo estipuladas, obtener las máximas disponibles.		
© 2019 National Fire Protection Association		(NFPA 20, 1 de 2)	

▲ Figura A.14.1.3(a) Modelo del certificado de la prueba de materiales del contratista para sistemas de bombas de incendio.

PRUEBAS DE LAVADO (continuación)	TUBERÍA NUEVA DESCARGADA DE ACUERDO CON _____ NORMA <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑÍA) _____ SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR
	CÓMO SE OBTUVO EL FLUJO DE DESCARGA <input type="checkbox"/> SUM. DE AGUA <input type="checkbox"/> TANQUE O RESERVOIRIO <input type="checkbox"/> OTRO (EXPLICAR) A TRAVÉS DE QUÉ TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> CABEZAL DE PRUEBA <input type="checkbox"/> TUBERÍA ABIERTA
PRUEBAS DE LAVADO (continuación)	ENTRADAS LAVADAS DE ACUERDO CON _____ NORMA <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑÍA) _____ SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR
	CÓMO SE OBTUVO EL FLUJO PARA LAVADO <input type="checkbox"/> SUM. DE AGUA <input type="checkbox"/> TANQUE O RESERVOIRIO <input type="checkbox"/> OTRO (EXPLICAR) A TRAVÉS DE QUÉ TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> CONEXIÓN EN Y <input type="checkbox"/> TUBERÍA ABIERTA <input type="checkbox"/> CON BRIDA Y GRIFO
PRUEBA DE ACEPTACIÓN DE CAMPO	¿ESTÁN TODOS LOS EQUIPOS APROBADOS? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	TODOS LOS REPRESENTANTES REQUERIDOS ESTÁN PRESENTES EN LA PRUEBA <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	AUTORIDAD COMPETENTE Y REPRESENTANTE DEL PROPIETARIO ESTÁN PRESENTES EN LA PRUEBA. SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	TODO EL CABLEADO ELÉCTRICO COMPLETO Y SEGÚN NFPA 70 Y NFPA 20 SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	EQUIPOS PARA PRUEBAS DE CALIBRACIÓN UTILIZADOS FECHA DE CALIBRACIÓN _____ <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	PRUEBAS DE FLUJO DISEÑO DE LA BOMBA _____ GPM @ _____ PSI ¿LA BOMBA CUMPLE O EXCEDE LA CURVA CERTIFICADA? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO TIPO DE BOMBA <input type="checkbox"/> EN LÍNEA <input type="checkbox"/> SUCCIÓN FINAL <input type="checkbox"/> OTRO MARCA DE LA BOMBA _____ MODELO nro. _____ SERIE nro. _____ COMENTARIOS _____
	PRUEBA OPERATIVA DE MOTOR ELÉCTRICO ¿SATISFACTORIA? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO MOTOR ELÉCTRICO _____ MODELO nro. _____ SERIE nro. _____ VOLTAJE _____ VAC @ _____ HP _____ RPM _____ FLA
	ACCIONAMIENTO POR MOTOR <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO MARCA DEL MOTOR _____ MODELO nro. _____ SERIE nro. _____ _____ HP _____ VELOCIDAD RPM
	PRUEBA OPERATIVA DE MOTOR DIÉSEL ¿SATISFACTORIA? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO OTRO EXPLICAR _____
	MARCA DEL CONTROLADOR _____ MODELO nro. _____ SERIE nro. _____
	CONTROL DE LIMITACIÓN DE PRESIÓN DE VELOCIDAD VARIABLE <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO PROBADO CON CAUDAL MÍNIMO, NOMINAL Y MÁXIMO <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	PRUEBA DEL CONTROLADOR: SEIS ARRANQUES AUTOMÁTICOS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SEIS ARRANQUES MANUALES <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	PRUEBA DE INVERSIÓN DE FASE REALIZADA (ELÉCTRICA ÚNICAMENTE) <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO FUENTE DE ENERGÍA ALTERNATIVA PROBADA (ELÉCTRICA ÚNICAMENTE) <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO PRUEBA DE FUNCIÓN ELECTRÓNICA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE (ECM) REALIZADA (DIÉSEL ÚNICAMENTE) <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	VÁLVULAS DE CONTROL
ROSCAS PARA MANGUERAS DE LAS CONEXIONES E HIDRANTES DEL CUERPO DE BOMBEROS INTERCAMBIABLES CON AQUELLAS DE LA ALARMA DE RESPUESTA DEL CUERPO DE BOMBEROS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO	
OBSERVACIONES	FECHA EN QUE QUEDA EN FUNCIONAMIENTO _____ COMENTARIOS ADICIONALES: _____
FIRMAS	NOMBRE DEL CONTRATISTA A CARGO DE LA INSTALACIÓN
	PRUEBAS PRESENCIADAS POR POR DUEÑO DE LA PROPIEDAD (FIRMADO) CARGO FECHA
	POR CONTRATISTA A CARGO DE LA INSTALACIÓN (FIRMADO) CARGO FECHA
COMENTARIOS Y NOTAS ADICIONALES:	
© 2019 National Fire Protection Association (NFPA 20, 2 de 2)	

▲ Figura A.14.1.3(a) Continuación

Certificado de pruebas y materiales del contratista para tuberías principales del servicio privado de incendios que alimentan una o más bombas contra incendio	
<p>PROCEDIMIENTO Al momento de completarse el trabajo, el representante del contratista debe llevar a cabo la inspección y las pruebas, que deben ser presenciadas por un representante del propietario. Todos los defectos deben ser corregidos y el sistema debe quedar en funcionamiento antes de que el personal del contratista finalmente concluya la tarea.</p> <p>Ambos representantes completan y firman un certificado. Deben hacerse copias para las autoridades responsables de la aprobación, para los propietarios y para el contratista. Queda entendido que la firma del representante del propietario no perjudica de manera alguna cualquier reclamo contra el contratista por causa de materiales defectuosos, mano de obra deficiente o incumplimiento de los requisitos impuestos por las autoridades de aprobación o por ordenanzas locales.</p>	
NOMBRE DE LA PROPIEDAD	FECHA
DOMICILIO DE LA PROPIEDAD	
PLANOS	ACEPTADO POR LAS AUTORIDADES DE APROBACIÓN (NOMBRES)
	DOMICILIO
	LA INSTALACIÓN CUMPLE CON LOS PLANOS ACEPTADOS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
	TODOS LOS EQUIPOS UTILIZADOS ESTÁN APROBADOS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SI LA RESPUESTA ES NO, ESPECIFICAR LAS DESVIACIONES
INSTRUCCIONES	¿SE HA INSTRUIDO A LA PERSONA A CARGO DEL EQUIPAMIENTO CONTRA INCENDIOS SOBRE LA UBICACIÓN DE LAS VÁLVULAS DE CONTROL DEL SISTEMA Y SOBRE EL CUIDADO Y MANTENIMIENTO DE ESTE NUEVO EQUIPO? <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR
	¿SE HAN DEJADO EN LAS INSTALACIONES COPIAS DE LAS INSTRUCCIONES APROPIADAS Y DE LOS PLANOS (MANUALES, ESQUEMAS) DE CUIDADO Y MANTENIMIENTO? SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO
UBICACIÓN	PUNTO DE CONEXIÓN A LOS EDIFICIOS
TUBERÍAS Y UNIONES	TIPOS Y CLASES DE TUBERÍAS TIPO DE UNIÓN
	LA TUBERÍA CUMPLE CON _____ NORMA <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO LOS ACCESORIOS CUMPLEN CON _____ NORMA <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR
	JUNTAS ENTERRRADAS QUE NECESITAN ANCLAJE EMBRIDADAS, <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO ATADAS O BLOQUEADAS DE ACUERDO CON _____ NORMA
	SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR
DESCRIPCIÓN DE LAS PRUEBAS	<p>DE LAVADO: Hacer fluir a la tasa requerida hasta que el agua esté limpia según lo indicado por la no recolección de materias extrañas en las bolsas de arpillera de las salidas tales como hidrantes y válvulas de descarga. Lavar con un flujo de no menos de 37 gpm para tuberías de 1 pulg. (140 L/min para tuberías de 25 mm), 85 gpm para tuberías de 1½ pulg. (330 L/min para tuberías de 38 mm), 150 gpm para tuberías de 2 pulg. (570 L/min para tuberías de 50 mm), 229 gpm para tuberías de 2½ pulg. (870 L/min para tuberías de 65 mm), 330 gpm para tuberías de 3 pulg. (1250 L/min para tuberías de 75 mm), 450 gpm para tuberías de 3½ pulg. (1710 L/min para tuberías de 85 mm), 590 gpm para tuberías de 4 pulg. (2240 L/min para tuberías de 100 mm), 920 gpm para tuberías de 5 pulg. (3490 L/min para tuberías de 125 mm), 1360 gpm para tuberías de 6 pulg. (5150 L/min para tuberías de 150 mm pipe), 2350 gpm para tuberías de 8 pulg. (8900 L/min para tuberías de 200 mm), 3670 gpm para tuberías de 10 pulg. (13,900 L/min para tuberías de 250 mm), 5290 gpm para tuberías de 12 pulg. (20,100 L/min para tuberías de 300 mm), 7200 gpm para tuberías de 14 pulg. (27,300 L/min para tuberías de 350 mm) y 9400 gpm para tuberías de 16 pulg. (35,600 L/min para tuberías de 400 mm). Cuando el suministro no puede producir las tasas de flujo estipuladas, cumplir con 14.1.1.3.</p> <p>HIDROSTÁTICA: Las pruebas hidrostáticas deben hacerse a no menos de 200 psi (13.8 bar) durante 2 horas o 50 psi (3.4 bar) por encima de la presión estática en exceso de 150 psi (10.3 bar) durante 2 horas.</p> <p>DE FUGAS: Las tuberías nuevas con uniones de empaquetaduras de caucho deben tener, si la mano de obra es satisfactoria, escasa fuga, o ninguna fuga en las uniones. La cantidad de fugas en las uniones no debe exceder de 2 cuartos/h (1.89 L/h) por cada 100 uniones, independientemente del diámetro de la tubería. La cantidad de fugas admisibles especificada más arriba puede ser aumentada en 1 onza fluida (fl oz) por pulgada de diámetro de válvula por hora (30 ml/25 mm/h) por cada válvula asentada en metal que aísla la sección de prueba. Si hidrantes de barril seco se prueban con la válvula principal abierta, de manera que los hidrantes estén bajo presión, se permite una fuga adicional de 5 oz por minuto (150 ml/min) para cada hidrante.</p>
<p>© 2019 National Fire Protection Association (NFPA 20, 1 de 2)</p>	

Δ Figura A.14.1.3(b) Modelo del certificado del material y las pruebas del contratista para la red de suministro del servicio privado de incendios que alimentan una o más bombas contra incendios.

PRUEBAS DE LAVADO DE LAS TUBERÍAS	TUBERÍA NUEVA LAVADA DE ACUERDO CON NORMA _____ <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑÍA) SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR		
	CÓMO SE OBTUVO EL FLUJO PARA LAVADO SUM. DE AGUA PÚBLICO <input type="checkbox"/> TANQUE O RESERVORIO <input type="checkbox"/> BOMBA CONTRA INCENDIO	A TRAVÉS DE QUÉ TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> CULATA DE HIDRANTE <input type="checkbox"/> TUBERÍA ABIERTA	
	ENTRADAS PARA EL LAVADO DE ACUERDO CON NORMA _____ <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO POR (COMPAÑÍA) SI LA RESPUESTA ES NO, EXPLICAR		
	CÓMO SE OBTUVO EL FLUJO PARA LAVADO SUM. DE AGUA PÚBLICO <input type="checkbox"/> TANQUE O RESERVORIO <input type="checkbox"/> BOMBA CONTRA INCENDIO	A TRAVÉS DE QUÉ TIPO DE ABERTURA <input type="checkbox"/> CONEXIÓN EN Y CON BRIDA Y GRIFO <input type="checkbox"/> TUBERÍA ABIERTA	
PRUEBA HIDROSTÁTICA	TODAS LAS TUBERÍAS NUEVAS PROBADAS HIDROSTÁTICAMENTE A _____ PSI (BAR) DURANTE _____ HORAS		
PRUEBA DE FUGAS	CANTIDAD TOTAL DE FUGA MEDIDA SIN FUGA ADMITIDA PARA UNIONES VISIBLES _____ GALONES _____ HORAS		
	FUGA ADMISIBLE (ENTERRADA) SIN FUGA ADMITIDA PARA UNIONES VISIBLES _____ GALONES _____ HORAS		
HIDRANTES	CANTIDAD INSTALADA	TIPO Y MARCA	
VÁLVULAS DE CONTROL	VÁLVULAS DE CONTROL DE AGUA DEJADAS COMPLETAMENTE ABIERTAS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO SI LA RESPUESTA ES NO, INDICAR MOTIVO		
	ROSCAS DE MANGUERAS DE HIDRANTES Y CONEXIONES DEL CUERPO DE BOMBEROS <input type="checkbox"/> SÍ <input type="checkbox"/> NO INTERCAMBIABLES CON AQUELLAS DE LA ALARMA DE RESPUESTA DEL CUERPO DE BOMBEROS		
OBSERVACIONES	FECHA EN QUE QUEDA EN SERVICIO _____		
	COMENTARIOS ADICIONALES: _____		
FIRMAS	NOMBRE DEL CONTRATISTA A CARGO DE LA INSTALACIÓN		
	PRUEBAS PRESENCIADAS POR		
	PARA DUEÑO DE LA PROPIEDAD (FIRMADO)	CARGO	FECHA
	PARA CONTRATISTA A CARGO DE LA INSTALACIÓN (FIRMADO)	CARGO	FECHA
EXPLICACIÓN Y NOTAS ADICIONALES			
© 2019 National Fire Protection Association (NFPA 20, 2 de 2)			

▲ **Figura A.14.1.3(b) Continuación**

A.14.2.6 El funcionamiento de la bomba contra incendio es el siguiente:

- (1) *Bomba impulsada por motor eléctrico.* Para encender una bomba accionada por motor eléctrico se deberían seguir los siguientes pasos:
 - (a) Verifique que la bomba esté lista para su utilización.
 - (b) Cierre el interruptor de aislamiento y luego cierre el interruptor de corriente.
 - (c) El controlador automático arrancará la bomba si la demanda del sistema no ha sido satisfecha (por ejemplo: baja presión, disparo por diluvio).
 - (d) Para operación manual, active el interruptor, el botón de presión, o la manivela de arranque

manual. El mecanismo de disparo del interruptor de circuito debería estar programado de forma que no opere cuando la tensión en el circuito sea excesiva.

- (2) *Bomba impulsada por vapor.* Una turbina de vapor que opere una bomba contra incendio siempre debería mantenerse tibia de manera que permita el funcionamiento inmediato a velocidad nominal completa. El encendido automático de la turbina no debería depender del funcionamiento manual de ninguna válvula o período de funcionamiento a velocidad baja. Si la válvula de seguridad de disparo de la carcasa se dispara, debería cerrarse el suministro de vapor y debería examinarse la tubería de escape para ver si no existe una válvula cerrada o una

- sección de tubería obstruida. Las turbinas de vapor se suministran con reguladores para mantener la velocidad en un punto predeterminado, con algunos ajustes para velocidades más altas o más bajas. Si se desean velocidades por debajo de las de éste índice, pueden obtenerse regulando la válvula de estrangulamiento principal.
- (3) *Bomba impulsada por motor diésel.* Para arrancar una bomba accionada por motor diésel, el operador debería estar familiarizado de antemano con la operación de este tipo de equipo. Los manuales de instrucciones proporcionados por el fabricante de motores y controladores deberían estudiarse por completo. Las baterías de almacenaje deberían mantenerse siempre en buen estado para asegurar el funcionamiento rápido y satisfactorio de este equipo (por ejemplo: verificar el nivel de electrolitos y gravedad específica, inspeccionar las condiciones de los cables, corrosión, etc.)
- (4) *Parámetros para bomba contra incendio.* Cuando el sistema de bomba contra incendio arranque por caída de presión, debería seguir el siguiente arreglo.
- La presión de parada de la bomba jockey debería igualar a la presión a caudal cero (presión de cierre) de la bomba, más la presión mínima de suministro estático.
 - La presión de arranque de la bomba jockey debería ser por lo menos 10 psi (0.68 bar) menor que el punto de detención de la bomba jockey.
 - La presión de encendido de la bomba contra incendio debería ser por lo menos 5 psi (0.34 bar) menor que el de la bomba jockey. Utilice incrementos de 10 psi (0.68 bar) por cada bomba adicional.
 - Cuando se proporcione el tiempo de funcionamiento mínimo, la bomba continuará funcionando después de obtener estas presiones. Las presiones finales no deberían superar la presión nominal del sistema.
 - Cuando el diferencial de accionamiento de los interruptores de presión no permita establecer estos parámetros, estos deberían ser lo más cercanos que el equipo permita. Los parámetros deberían establecerse por las presiones observadas en los manómetros de prueba.
 - A continuación, pueden encontrarse ejemplos de parámetros de bomba contra incendio (Para unidades SI, 1 psi = 0.0689 bar):
 - Bomba: 1000 gpm, 100 psi - bomba con presión neta de cierre (caudal cero) de 115 psi
 - Suministro de succión: 50 psi desde el abastecimiento de la ciudad — estático mínimo; 60 psi desde el abastecimiento de la ciudad — estático máximo.
 - Parada de la bomba jockey = 115 psi + 50 psi = 165 psi
 - Arranque de la bomba jockey = 165 psi - 10 psi = 155 psi
 - Parada de la bomba contra incendio = 115 psi + 50 psi = 165 psi
 - Arranque de la bomba contra incendio = 155 psi - 5 psi = 150 psi
 - La presión neta de cierre máxima de la bomba contra incendio = 115 psi + 60 psi = 175 psi

presión de agitación más allá del parámetro de detención. Las presiones finales no deberían exceder la presión nominal de las componentes del sistema.

- (5) *Grabadora automática.* El desempeño de todas las bombas contra incendio debería quedar automáticamente indicado en una grabadora de presión para suministrar un registro del funcionamiento de la bomba y asistencia en caso de una investigación de pérdidas por incendio.

A.14.2.6.1 El equipo para pruebas debería ser suministrado ya sea por la autoridad competente o el contratista instalador o el fabricante de la bomba, dependiendo de los acuerdos existentes entre las partes mencionadas. El equipo debería incluir, pero no limitarse necesariamente a, lo siguiente:

- Equipo para uso con el múltiple de prueba. Longitudes de 50 pies (15 m) de manguera forrada de 2½ pulg. (63.5 mm) se deberían proveer incluyendo boquillas para tubería de Underwriters Laboratories según sea necesario para permitir el flujo del volumen de agua requerido. Sin embargo, donde se suministra un medidor de prueba, estos elementos pueden no ser necesarios.
- Instrumentación. Los siguientes instrumentos de pruebas deberían ser de la más alta calidad, precisos, y en buen estado:
 - voltímetro/amperímetro tipo pinza
 - manómetros de prueba
 - tacómetro
 - tubo de Pitot con manómetro (para usar con manguera y boquilla)
- Calibración de los instrumentos. Todos los instrumentos de prueba deberían ser calibrados por una institución de prueba y calibración aprobada, dentro de los doce meses previos a la prueba. La documentación de la calibración debería estar disponible para revisión por parte de la autoridad competente.

La mayor parte del equipo para pruebas utilizado para la aceptación y la prueba anual nunca han sido calibrados. Estos equipos pueden tener errores de lectura de 15 a 30 por ciento. La utilización del equipo para pruebas no calibrado puede llevar a informes de resultados de pruebas incorrectos.

Si bien es deseable alcanzar una condición verdadera de flujo de cierre máximo (caudal cero) durante la prueba para comparar con la curva de características de la prueba de bomba certificada del fabricante, puede no resultar posible en todos los casos. Las bombas con válvulas de alivio de circulación descargarán una pequeña cantidad de agua, aun cuando no haya flujo de agua hacia el sistema de protección contra incendios. La pequeña descarga que pasa por la válvula de alivio de circulación no se debería cortar durante la prueba ya que es necesario evitar el recalentamiento de la bomba. Para bombas con válvulas de alivio de circulación, se considera condición de flujo mínimo en la prueba cuando no hay flujo de agua hacia el sistema de protección contra incendio, pero hay presente un pequeño flujo en la válvula de alivio de circulación. Durante la prueba de la bomba con válvula de alivio de presión, la válvula de alivio de presión no debería abrir porque estas válvulas están instaladas solamente como una precaución de seguridad para evitar sobrepresurización durante condiciones de exceso de velocidad.

No se deberían producir condiciones de exceso de velocidad durante la prueba, por lo que la válvula de alivio de presión no

se debería abrir. Cuando las válvulas de alivio de presión se instalan en sistemas para aliviar la presión bajo condiciones normales de operación, y si se desea obtener una condición de presión de cierre neta durante la prueba de aceptación, puede cerrarse la válvula de descarga del sistema y la válvula de alivio de presión puede ser ajustada para eliminar el flujo. Las lecturas de presión pueden ser registradas rápidamente y la válvula de alivio de presión puede ser nuevamente ajustada para permitir flujo y alivio de presión. Luego de esta prueba por única vez, se podrá registrar una presión neta de referencia con la válvula de alivio abierta de forma que la válvula de alivio pueda permanecer abierta durante las futuras pruebas anuales efectuándose así la comparación con la presión residual de referencia en lugar de la indicada en la curva del fabricante.

Δ A.14.2.6.3.2 Una vibración que excede los límites especificados en ANSI/HI 9.6.4, *Rotodynamic (Centrifugal and Vertical) Pumps for Vibration Measurement and Allowable Values*, podría representar un potencial daño para la bomba contra incendio. Algunas de las áreas que plantean inquietudes relacionadas con la vibración pueden, generalmente, atribuirse a diversos ítems.

Los siguientes son ejemplos de causas que plantean inquietudes relacionadas con la vibración:

- (1) Rodamiento, debido a la falta de lubricación
- (2) Vibraciones en el rodete (impeller) debidas a la presencia de fragmentos en el rodete (impeller), por causa de un lavado deficiente
- (3) Problemas relacionados con los cimientos debidos a cimientos diseñados e instalados de manera deficiente
- (4) Falta de un mortero apropiado en la base de la bomba y en los cimientos
- (5) Los acoples principales de los motores requieren la apropiada alineación del motor y del eje de la bomba

N A.14.2.6.4.1 Se requiere la totalidad de los siete puntos para verificar la estabilidad de la bomba de velocidad variable.

Δ A.14.2.6.6 El siguiente es un modelo de procedimiento:

- (1) Efectúe un control visual de la unidad. Si se utilizan mangueras y boquillas, vea que se encuentren firmemente sujetas. Vea que las válvulas de las mangueras estén cerradas. Si se utiliza un medidor de prueba, la válvula en el lado de la descarga del medidor debería estar cerrada.
- (2) Arranque la bomba.
- (3) Abra parcialmente una de las dos válvulas de manguera, o abra ligeramente la válvula del medidor de descarga.
- (4) Verifique el funcionamiento general de la unidad. Verifique si hay vibraciones, fugas (aceite y agua), ruidos extraños, y el funcionamiento general. Ajuste el prensaestopas.
- (5) Mida la descarga de agua. Los pasos para hacerlo son los siguientes:
 - (a) Donde se utilice un múltiple de prueba, regule la descarga por medio de válvulas de manguera y una selección de boquillas de descarga de diferentes diámetros. Se notará que el concentrado de flujo (play pipe) se le pueden colocar en el extremo de descarga unas boquillas removibles. Este concentrador o enderezador de flujo tiene en el extremo una boquilla de diámetro $1 \frac{1}{8}$ pulg. (28.6 mm), y cuando se retira la boquilla, la tubería tiene un diámetro de $1 \frac{3}{4}$ pulg. (44.4 mm). Las válvulas de manguera deberían estar cerradas antes de retirar o colocar la punta de $1 \frac{1}{8}$ pulg. (28.6 mm).

- (b) Donde se utilice un medidor de prueba (caudalímetro o flujómetro), regule la válvula de descarga para obtener diversas lecturas de flujo.
 - (c) Los puntos importantes de prueba son el 150 por ciento del caudal nominal, el caudal nominal, y el cierre (caudal cero). Se pueden registrar puntos intermedios si así se desea, para apoyar el desarrollo de la curva de desempeño.
- (6) Registre los siguientes datos en cada punto de prueba [ver modelo de formulario que se ilustra en la Figura A.14.2.6.6(a)]:
- (a) Revoluciones por minuto (rpm) de la bomba
 - (b) Presión de succión
 - (c) Presión de descarga
 - (d) Número y tamaño de las boquillas para mangueras, presión de pitot por cada boquilla, y litros galones por minuto (litros por minuto) para el medidor de prueba, simplemente registre gpm (l/min.).
 - (e) Amperios (cada fase para bomba impulsada por motor eléctrico)
 - (f) Voltios (fase a fase para bomba impulsada por motor eléctrico)
 - (g) Contrapresión del motor (para bomba impulsada por motor diésel)
 - (h) Presión de aceite (para bomba impulsada por motor diésel)
 - (i) Presión del agua de la línea de enfriamiento (para bomba impulsada por motor diésel)
 - (j) Temperatura del motor (para bomba impulsada por motor diésel)
 - (k) Presión del vapor (para bomba impulsada por vapor)
- (7) Evaluar los resultados de las pruebas de la siguiente manera:
- (a) *Caudal y presión de descarga.* Verificar que la presión de descarga sean adecuados para satisfacer la demanda para protección contra incendios.
 - (b) *Velocidad nominal.* Verificar si la bomba está funcionando a las revoluciones por minuto nominales o en valores aproximados. Las velocidades de la bomba que varían de manera significativa con respecto a la(s) velocidad(es) originales de diseño de la bomba deberían ser investigadas y corregidas.
 - (c) *Caudal.* Para el múltiple de la válvula de manguera, mediante el uso de fórmulas apropiadas o de una tabla de caudal de agua que sea compatible con las características del orificio, determinar los gpm (l/min.) por cada boquilla en cada lectura de Pitot. Por ejemplo, 16 psi (1.1 bar) de presión dinámica con una boquilla de $1 \frac{3}{4}$ pulg. (44.4 mm) con un coeficiente de 0.975 indica 356 gpm (1348 l/min.). Sumar los gpm para cada línea de manguera para determinar el volumen total. Para el medidor de prueba, el total de gpm (l/min.) se lee directamente. La fórmula para el cálculo de un flujo desde una presión de Pitot es:

[A.14.2.6.6a]

$$Q = 29.83CD^2P^{0.5}$$

dónde:

Q = flujo a través del orificio en gpm
 C = coeficiente de descarga del orificio
 D = diámetro del orificio en pulgadas

- P = presión de Pitot en **psi**
- (d) **Presión total para bombas horizontales.** La **presión total** es la suma de lo siguiente:
- Presión medida por el manómetro de presión en la brida de la descarga
 - Diferencia de **presión de velocidad**, descarga de la bomba y succión de la misma
 - Correcciones de elevación del manómetro hacia la línea central de la bomba (más o menos)
 - Presión medida por el manómetro de succión en la brida de succión de la bomba – Este valor es negativo cuando la presión está por encima de 0.
- (e) **Presión total para bombas verticales.** El cabezal total es la suma de lo siguiente:
- Presión medida por el manómetro de descarga en la brida de descarga de la bomba
 - Presión de velocidad** en la brida de descarga
 - Distancia al nivel de agua de la fuente
 - Correcciones de elevación del manómetro hacia la línea central de la descarga.
- (f) **Alimentación eléctrica.** El voltaje y los amperios se miden directamente del voltímetro/amperímetro. Esta lectura se compara con los amperios a carga plena indicados en la placa del motor. El único cálculo necesario es para determinar el amperaje máximo permitido debido al factor de servicio del motor. En el caso de un factor de servicio de 1.15 el amperaje máximo es aproximadamente 1.15 veces el amperaje del motor, porque los cambios en el factor de potencia y eficiencia no han sido considerados. Si el amperaje máximo registrado en la prueba no excede este valor, el motor y la bomba serán considerados satisfactorios. Es muy importante medir con precisión en cada fase el voltaje y el amperaje, por si el amperaje máximo registrado en la prueba sobrepase el amperaje máximo calculado. Esta medida es importante porque un suministro de energía deficiente, con bajo voltaje, causará lecturas de alto amperaje. Esta condición solamente puede ser corregida si se mejora el suministro de energía. No hay nada que se pueda hacer al motor o la bomba.
- (g) **Corrección a la velocidad nominal.** Para efectos de evaluación y trazado, el caudal, **presión** y potencia deberían ser corregidos desde los valores de prueba a velocidad de prueba a la velocidad nominal de la bomba. Las correcciones son las siguientes: **Caudal:**

[A.14.2.6.6b]

$$Q_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) Q_1$$

dónde:

 Q_1 = caudal a la velocidad de prueba en **gpm** (l/min) Q_2 = caudal a la velocidad nominal en **gpm** (l/min) N_1 = velocidad de prueba en rpm N_2 = velocidad nominal en rpm**Presión:**

$$H_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 H_1$$

[A.14.2.6.6c]

dónde:

 H_1 = **Presión** a velocidad de prueba en **pies** (m) H_2 = **Presión** a velocidad nominal en **pies** (m)

Potencia:

$$hp_2 = \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^3 hp_1$$

[A.14.2.6.6d]

dónde:

 hp_1 = potencia en caballos de fuerza (**kW**) a velocidad de prueba hp_2 = **kW** potencia en caballos de fuerza (**kW**) a velocidad de prueba

- (h) En general, se debería trazar una curva de **presión-caudal** [ver Figura A.14.2.6.6(b) y Figura A.14.2.6.6(c)] y una curva de **amperaje-caudal** [ver Figura A.14.2.6.6(d)]. Un estudio de estas curvas mostrará la gráfica del desempeño de la bomba al momento de la prueba.
- (i) El último paso de la evaluación consiste en documentar y notificar a las autoridades apropiadas acerca del estado de la bomba contra incendio, lo que incluye si la bomba contra incendio pasó o no la evaluación, si la bomba contra incendio fue dejada en funcionamiento y todos los aspectos que fueron identificados. Cualquier asunto que quedara pendiente debería ser abordado y debería llevarse a cabo una nueva prueba si fuera necesario.

A.14.2.6.6.5 La frase “voltaje variable” se aplica cuando la medición de la corriente del motor se hace a un voltaje que está por encima o por debajo del voltaje nominal del motor. Ello se debe a que la corriente de funcionamiento del motor varía inversamente con el voltaje aplicado al motor, pero el producto es relativamente constante (excepto por el efecto secundario de las corrientes magnetizantes fuera de fase y de la corriente de pérdida de núcleo menor). Por ejemplo, con un motor de 460 Vac que funciona en caballos de fuerza nominales y certificado a 100 FLA se obtendrá una energía eléctrica de 79.7 kW (ignorando las pérdidas), es decir, $460 \times 100 \times 1.732$. El producto del (promedio de las tres fases) voltaje y la corriente será una constante con cambios moderados en el voltaje de línea. En el ejemplo anterior, el producto de voltios x amperios (VA) nominales equivale a 46,000. A 480 V, la corriente obtenida será de 95.6 amperios (46,000/480). El consumo de corriente a 437 V ($460 - 5\%$) sería de 105.3 amperios.

Otro método consiste en ajustar la corriente nominal según la relación inversa del voltaje nominal con el voltaje de funcionamiento real. Por ejemplo, $100 \times 460/480 = 95.8$ y $100 \times 460/437 = 105.3$. Además, el factor de servicio del motor (1.15) se aplica a instalaciones de velocidad fija, pero no a aplicaciones de velocidad variable (1.0). Por consiguiente, para una instalación de velocidad fija, se permite que el ejemplo aquí mencionado tenga una corriente máxima, en cualquiera de las fases, de 115 amperios a 460 Vac o de 110.2 amperios a 480 Vac o de 121 amperios a 437 Vac.

Modelo de formulario de prueba de aceptación de bomba contra incendio centrífuga

La información incluida en este formulario abarca los requisitos mínimos de NFPA 20 para las pruebas de aceptación de bombas contra incendio centrífugas con impulsores de motor eléctrico o de motor diésel. Se requiere de otro formulario para cada bomba que funciona simultáneamente.



Este formulario no abarca la inspección, prueba y mantenimiento periódicos requeridos por NFPA 25.

Propietario: _____

Domicilio del propietario: _____

Ubicación de la bomba: _____

Domicilio de la propiedad: _____

Fecha de la prueba: _____

Demanda(s) máxima(s) del/los sistema(s) de protección contra incendios _____ gpm a _____ psi durante _____ minutos en la descarga de la bomba contra incendios.

Información de la demanda del sistema suministrada por: _____

Tipo de bomba: Horizontal Vertical En línea Otro (especificar) _____

Fabricante: _____ Modelo o tipo: _____ Número de serie/orden de producción _____

Bomba certificada para _____ gpm a _____ psi a _____ RPM, presión neta de descarga _____ psi a 150% _____ psi con flujo cero

Tamaño de succión de la bomba _____ pulg., tamaño de descarga _____ pulg., succión desde _____

Si la succión es desde el tanque, diámetro del tanque _____ pies, altura _____ pies, capacidad neta _____ gpm

Impulsor: _____ Motor eléctrico _____ Motor diésel _____ Turbina de vapor

Fabricante: _____ Número de serie/orden de producción: _____ Modelo o tipo: _____

Caballos de fuerza nominales: _____ Velocidad nominal: _____ Si el motor es eléctrico, voltaje nominal _____ Voltaje operativo _____

Amperaje nominal _____ Ciclos de la fase _____ Factor de servicio _____

Fabricante del controlador: _____

Número de serie/orden de producción: _____ Modelo o tipo: _____

Valor nominal del controlador _____ HP _____ VAC

¿Controlador con valor nominal HP y VAC compatible con el motor? Sí No

¿Interruptor de transferencia? Sí No

Valor nominal del interruptor de transferencia _____ HP _____ VAC

¿Controlador con valor nominal HP y VAC compatible con el motor? Sí No N/A

¿Bomba de mantenimiento de presión (reforzadora) en el sistema? Sí No Manual Automática

Fabricante: _____ Número de serie/orden de producción: _____

Modelo o tipo: _____ ¿Centrífuga Desplazamiento positivo?

¿Se provee válvula de alivio de presión en la descarga de la bomba reforzadora? Sí No N/A

Valor nominal de la bomba reforzadora para _____ gpm a _____ psi a _____ RPM _____ HP

Tamaño de succión de la bomba reforzadora _____ pulg., tamaño de descarga _____ pulg.

Fabricante del controlador de la bomba reforzadora: _____

Número de serie/orden de producción: _____ Modelo o tipo: _____

Valor nominal del controlador de la bomba reforzadora _____ HP _____ VAC _____

¿Controlador de bomba reforzadora con valor nominal HP y VAC compatible con el motor? Sí No

Nota: Todos los espacios en blanco deben ser completados. Todas las preguntas deben ser respondidas Sí, No o No aplicable.

Todas las respuestas "No" deben ser explicadas en la sección de comentarios de este formulario.

I. Prueba de lavado (Tabla 14.1.1.1 – Realizar antes de la prueba hidrostática)

- A. Suministro de succión desde tanque de almacenamiento a nivel del terreno o reservorio Sí N/A
- B. ¿Fue la tubería de succión lavada a _____ gpm? (Ver Tabla 14.1.1.1) Sí No N/A
- C. ¿Fue la tubería desde la descarga del tanque hasta la succión de la bomba inspeccionada visualmente? Sí No N/A
- D. Copia del Certificado de pruebas y materiales del contratista para
¿Tubería subterránea anexa? [Ver Figuras A.14.1.3(b) y A.14.1.3(c)] Sí No N/A

II. Prueba hidrostática (14.1.2)

- A. Presión máxima de descarga de la bomba a la velocidad nominal y en condiciones sin flujo (caudal cero) _____ psi
- B. ¿Fue la tubería probada a _____ psi durante dos horas? Sí No N/A
- C. ¿Pasó la tubería la prueba? Sí No N/A
- D. Copia del Certificado de pruebas y materiales del contratista para
¿Sistemas de bomba contra incendios anexos? [Ver Figuras A.14.1.3(a) y A.14.1.3(b)] Sí No N/A

III. Personas presentes (14.2.1)

- W ¿Estaban las siguientes personas presentes como testigos durante la prueba?:
- A. ¿Fabricante de la bomba o su representante? Sí No
- B. ¿Fabricante del motor o su representante? Sí No N/A
- C. ¿Fabricante del controlador o su representante? Sí No
- D. ¿Fabricante del interruptor de transferencia o su representante? Sí No N/A
- E. ¿Autoridad competente/representante? Sí No
- F. ¿Propietario o representante del propietario? Sí No

▲ Figura A.14.2.6.6(a) Formulario de prueba de aceptación de bombas contra incendio centrífugas.

IV. Cableado eléctrico

A. ¿Fue todo el cableado eléctrico, entre el que se incluye el intercableado de control para el suministro de energía alternativa para múltiples bombas y la bomba reforzadora completado y verificado por el contratista eléctrico antes de la puesta en marcha inicial y la prueba de aceptación?..... Sí No N/A

V. Prueba de flujo

- A. ¿Se adjunta una copia de la curva de prueba de la bomba certificada del fabricante? Sí No
- B. ¿Se comparan los resultados de la prueba con la curva de prueba de la bomba certificada del fabricante? Sí No
- C. ¿Fueron calibrados los manómetros y otros equipos para pruebas? Sí No
- D. ¿No hay vibraciones que podrían potencialmente dañar cualquiera de los componentes de la bomba contra incendio? Sí No N/A
- E. ¿Mostró la bomba contra incendios un desempeño, en todas las condiciones, sin un sobrecalentamiento objetable de cualquiera de los componentes? ... Sí No N/A
- F. En cada una de las pruebas, registrar la información requerida para cada condición de carga, aplicando las siguientes fórmulas (u otros métodos aceptables) y tablas:

$$P_{Neta} = P_{Descarga} - P_{Succión}$$

$$Q = 29.83 \text{ cd}^2 P^{0.5}$$

$$Pv = 0.43352V^2 / (2g) = (Q^2) / (890.47D^4)$$

- Donde
- P_{Neta} = Presión neta de la bomba (psi)
 - $P_{Descarga}$ = Presión total en la descarga de la bomba (psi)
 - $P_{Succión}$ = Presión total en la succión de la bomba (psi)
 - Q = Caudal a través de un orificio circular (gpm)
 - c = Coeficiente de descarga de la boquilla
 - d = Diámetro del orificio de la boquilla (pulg.)
 - P = Presión medida en el manómetro del tubo Pitot (psi)
 - Pv = Presión de velocidad (psi)
 - V = Velocidad del líquido (pie/seg²)
 - g = Constante gravitacional(32.174 pie/s)
 - D = Diámetro interno de la tubería (pulg.)

Punto de la prueba	Velocidad de la bomba (rpm)	Presión de succión (psi)	Presión de descarga (psi)	Diámetro de boquilla (pulg.) _____ Coef. de boquilla _____						Flujo (gpm)	Presión neta (psi)	Rpm presión neta ajustada	Rpm flujo ajustado (psi)	Presión de velocidad de succión (psi) ¹	Presión de velocidad de descarga (psi) ¹	Presión de velocidad ajustada (psi) ¹	Presión de aceite (psi) ²	Contrapresión de escape (pulg. Hg) ²	Temperatura del agua diésel ²	Presión de lazo refrigerante (psi) ²
				Lecturas Pitot (psi)																
				1	2	3	4	5	6											
0%																				
25%																				
50%																				
75%																				
100%																				
125%																				
150%																				
0%																				
100%																				
150%																				

La bomba es de Velocidad constante Velocidad variable

Notas:
¹Los ajustes de la presión de velocidad proveen un análisis más preciso en la mayoría de los casos y como mínimo deberían ser incluidos toda vez que los diámetros de succión y descarga de la bomba sean diferentes y la falla de la bomba sea de un estrecho margen. El diámetro interno real de succión y descarga de la bomba debería ser obtenido del fabricante.
²Estas lecturas son aplicables a bombas de motores diésel únicamente. El registro de estas lecturas no es específicamente requerido en el Capítulo 14.

Para bombas accionadas por motor eléctrico registrar también:

Prueba	Voltaje			Amperios		
	L1-L2	L2-L3	L1-L3	L1	L2	L3
0%						
25%						
50%						
75%						
100%						
125%						
150%						
0%						
100%						
150%						

G. Para motores eléctricos que funcionan a tensiones y frecuencias nominales, ¿es la demanda de amperios menor o igual al producto de la clasificación de amperios de la carga total multiplicado por el factor de servicio admisible según lo indicado en la placa de identificación del motor? Sí No N/A

▲ **Figura A.14.2.6.6(a) Continuación**

- F. ¿Se probó si ambos ECM estaban sostenidos? Sí No N/A
- G. ¿Fue el motor probado y configurado en rpm en ambos ECM con flujo nominal y carga completa? Sí No N/A
- H. ¿Fueron todas las funciones de alarma, entre las que se incluyen las alarmas ECM por falla en la inyección de combustible, presión de combustible baja y cualquier falla en el sensor primario, probadas en el motor? Sí No N/A
- I. Controladores de bombas accionadas eléctricamente
 - 1. ¿Fueron todos los dispositivos de protección contra sobrecorriente (entre los que se incluye el ruptor de circuito del controlador) seleccionados, dimensionados y configurados de acuerdo con NFPA 20? Sí No N/A
 - 2. ¿Fue la bomba contra incendios arrancada al menos una vez desde cada servicio de energía y se hizo funcionar durante al menos 5 minutos? Sí No N/A
 - 3. Ante la simulación de una falla de la energía, mientras la bomba está funcionando con su carga máxima, ¿transfirió el interruptor de transferencia desde la fuente normal a la fuente de emergencia sin abrir los dispositivos de protección contra sobrecorriente en ninguna de las líneas? Sí No N/A
 - 4. Cuando se reanudó la energía normal, ¿se produjo la retransferencia de la energía de emergencia a la energía normal sin que se abran los dispositivos de protección contra sobrecorriente en ninguna de las líneas? Sí No N/A
 - 5. ¿Fueron al menos la mitad de los arranques automáticos y manuales requeridos por los Apartados A y C efectuados con la bomba conectada a la fuente alternativa? Sí No N/A
- J. ¿Demostraron todas las condiciones de señales simuladas un funcionamiento satisfactorio? Sí No N/A
- K. ¿Funcionó la bomba durante al menos una hora durante las pruebas? Sí No N/A

NOTA: El tiempo de funcionamiento incluye todos los momentos en que el impulsor se torna en propulsor — es decir, en condiciones sin flujo y con flujo.

IX. Tanque de almacenamiento de agua Sí No

- A. Capacidad del tanque _____ galones, altura _____ pies, diámetro _____ pies
- B. Tanque interruptor Sí No N/A T _____ gpm N/A
- C. ¿Mantuvo la tasa de rellenado el nivel del tanque cuando al fluir al 150% de la capacidad nominal? Sí No N/A
- D. Una tasa de rellenado con agua de _____ gpm fue: verificada en campo mediante un flujo de _____ vés de la bomba contra incendio con un nivel de agua _____ pies _____ . _____ pies _____ . _____ minutos, verificada en campo aumentando el nivel de agua de _____ pies _____ pulg. a _____ pies _____ pulg. en _____ minutos, verificada en campo por otros medios (especificar) _____
- E. ¿Se puso en funcionamiento el conjunto de montaje de rellenado automático un mínimo de 5 veces? Sí No N/A

X. Evaluación de las pruebas

- A. ¿Fue el desempeño de la bomba igual al indicado en la prueba de taller certificada del fabricante en todas las condiciones de carga? Sí No
- B. ¿Fue la descarga de la bomba igual a la demanda máxima del sistema de protección contra incendios o excedió tal demanda?..... Sí No
- C. ¿Cumplieron la instalación y el desempeño de la bomba los requisitos de NFPA 20?..... Sí No

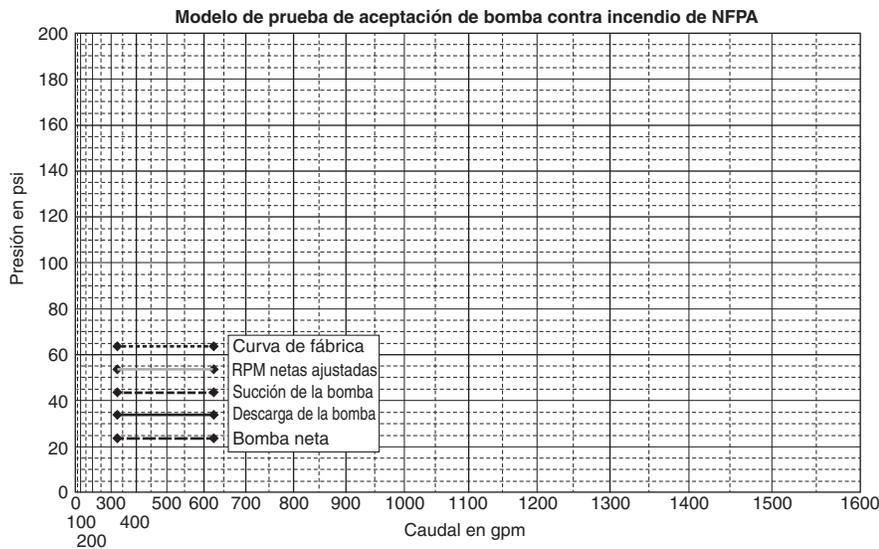
XI. Información del evaluador

Evaluador: _____
 Compañía: _____
 Domicilio de la compañía: _____

Declaro que la información incluida en este formulario es correcta en el momento y lugar en que se lleva a cabo la prueba a mi cargo y que todo el equipamiento probado se dejó en condiciones operativas al momento de completarse esta prueba, excepto según se notifica en los comentarios descritos en la siguiente sección.

Firma del evaluador: _____ Fecha: _____ Número de licencia o certificación, si corresponde: _____

XII. Comentarios (Toda las respuestas "No", fallas en las pruebas u otros inconvenientes deben ser explicados. Utilizar hojas adicionales si fuera necesario.)



▲ Figura A.14.2.6.6(a) Continuación

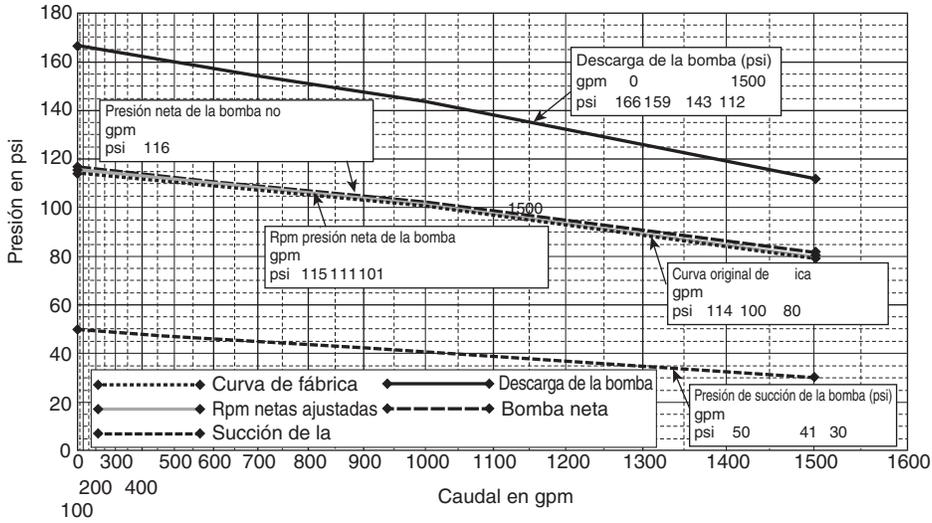


Figura A.14.2.6.6(b) Prueba de aceptación de bomba contra incendio de 1000 gpm a 100 psi — Funcionamiento a velocidad constante

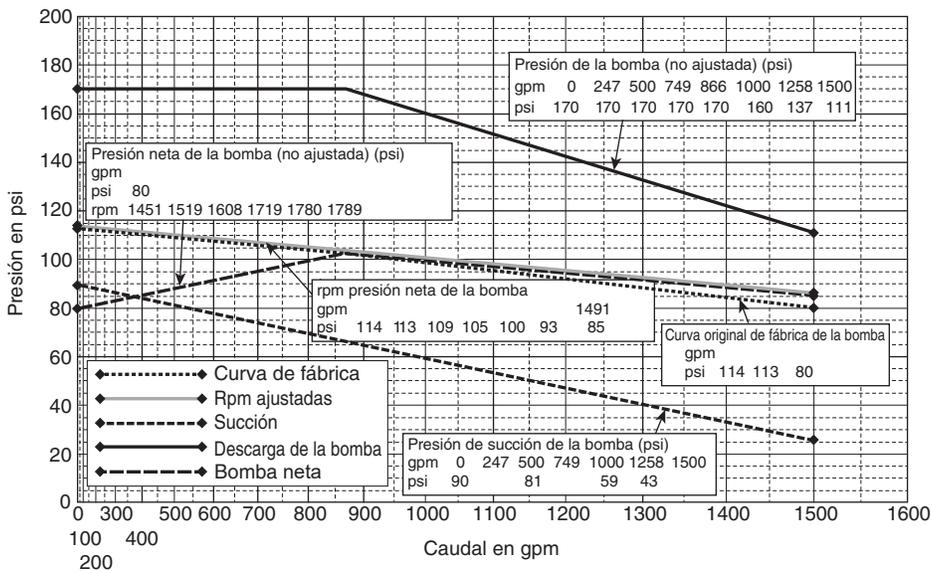


Figura A.14.2.6.6(c) Prueba de aceptación de bomba contra incendio de velocidad variable — Bomba contra incendio de 1000 gpm a 100 psi de funcionamiento a velocidad variable

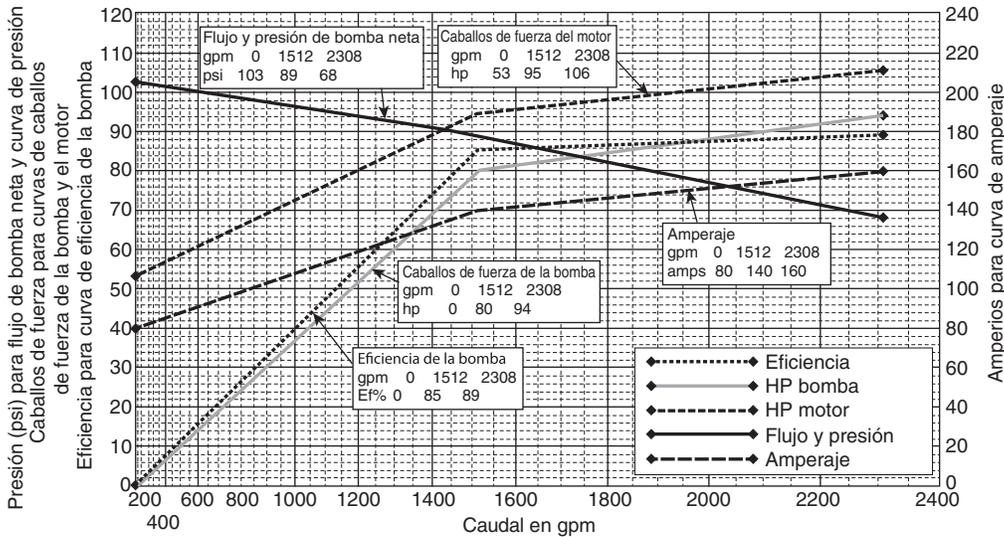


Figura A.14.2.6.6(d) Modelo de curva en amperaje y caballos de fuerza — Bomba contra incendio de 1500 gpm a 105 psi, con bajo desempeño.

A.14.2.6.8 Una prueba simulada del dispositivo de inversión de fase es un método de prueba aceptable.

A.14.2.7.1 Todos los arranques de controladores requeridos para las pruebas que se describen en las secciones 14.2.6 a 14.2.9 deberían acumular respectivamente este número de pruebas.

A.14.2.11 No es la intención descargar agua para la prueba completa de una hora de duración, siempre que todas las pruebas de caudal puedan llevarse a cabo en menos tiempo y se implementen acciones para evitar el sobrecalentamiento de la bomba.

A.14.2.12 Para verificar el funcionamiento del ECM alternativo, con el motor parado, mueva el selector a la posición del ECM alternativo. El reposicionamiento del selector debería activar una señal en el controlador de bomba contra incendio. Arranque el motor, debería funcionar normalmente con todas sus funciones. Apague el motor, cambie nuevamente al ECM primario y vuelva a arrancar el motor por poco tiempo, para verificar que se ha vuelto a la posición original sin inconvenientes.

Para verificar el funcionamiento del sensor redundante, con el motor funcionando, desconecte los cables del sensor primario. No debería haber cambios en el funcionamiento del motor. Vuelva a conectar los cables al sensor. Luego, desconecte los cables del sensor redundante. No debería haber cambios en el funcionamiento del motor. Vuelva a conectar los

cables al sensor. Repita este proceso para todos los sensores primarios y redundantes de los motores.

Nota: Si se desea, la desconexión y reconexión de los cables de los sensores se puede realizar mientras el motor no está en marcha, después de arrancar el motor después de cada desconexión y reconexión de los cables para verificar el funcionamiento del motor.

A.14.3 La intención es que el plano como construido, el manual del equipo e informe de las pruebas completas sean conservados durante la existencia del sistema de bombas contra incendio.

A.14.3.3 Deben tomarse en consideración las existencias de piezas de repuesto para artículos críticos que no se encuentren fácilmente disponibles.

A.14.3.4(6) Las piezas de repuesto y los lubricantes recomendados deberían ser almacenados en sitio, para minimizar el estado de fuera de servicio del sistema.

A.14.5.2.3 Los motores de bombas contra incendio presentan características exclusivas, en comparación con los motores industriales estándar. La programación del ECM industrial estándar puede derivar en la reducción de energía para autoproteger el motor durante un incendio o en la imposibilidad de acelerar la bomba a la velocidad nominal en condiciones de caudal nominal.

Anexo B Posibles causas de problemas en las bombas

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de NFPA, pero se incluye únicamente con propósitos informativos.

B.1 Causas de falla en las bombas. Este anexo contiene una guía parcial para localizar fallas en las bombas y sus posibles causas (Ver Figura B.1). También contiene un listado parcial de soluciones sugeridas. (Para más información sobre el tema, ver ANSI/HI 1.4, Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance.)

Las causas listadas aquí son adicionales a posibles roturas mecánicas que serían obvias con una inspección visual. En caso de falla, se sugiere que esos averías que pueden ser fácilmente

verificadas sean corregidas en primer lugar y eliminados como posibilidad.

B.1.1 Aire introducido en la conexión de succión a través de una fuga(s). El aire introducido en línea de succión a través de fugas causa una pérdida de succión de la bomba o falla en mantener su presión de descarga. Descubra la tubería de succión y localice y repare la(s) fuga(s).

B.1.2 Conexión de succión obstruida. Examine la entrada de la succión, filtro, y tubería de succión y quite la obstrucción. Repare o suministre filtros para prevenir futuras obstrucciones. (Ver 4.16.8)

Problemas de las bombas	Succión				Bomba														Impulsor y/o Bomba					Motor										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32		
Fuga excesiva en la caja prensaestopas					X													X					X											
Recalentamiento del motor o de la bomba				X	X	X		X			X				X			X	X	X	X	X	X	X	X		X		X	X	X			
La bomba no arranca				X	X										X	X	X					X				X	X						X	
No hay descarga de agua	X	X	X					X											X															
Bomba ruidosa o con vibración				X	X			X		X								X				X	X	X			X							
Se requiere demasiada potencia				X	X			X	X		X	X			X			X				X	X	X			X		X	X	X			
Presión de descarga no constante para igual gpm.	X				X	X	X																											
La bomba pierde succión después del arranque.	X	X	X			X	X													X														
Descarga de agua insuficiente.	X	X	X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X													X	X				X	
Presión de descarga demasiado baja para los gpm de descarga.	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X												X	X				X		

Figura B.1 Posibles causas de fallas en las bombas

B.1.3 Bolsa de aire en la tubería de succión. Las bolsas de aire causan una reducción en el suministro y la presión similares a las de una tubería obstruida. Descubra la tubería de succión y reorganícela para eliminar la bolsa. (Ver 4.16.6.)

B.1.4 Pozo colapsado o desalineación seria. Consulte una compañía de perforación de foso confiable y al fabricante de la bomba respecto a las reparaciones recomendadas.

B.1.5 Caja prensaestopas demasiado apretada o empaque instalado incorrectamente, desgastado, defectuoso, demasiado apretado, o incorrecto. Afloje los pernos oscilantes de la camisa, y remueva las mitades de la camisa de la caja prensaestopas. Reemplace el empaque.

B.1.6 Sello de agua o tubería hacia el sello obstruida. Afloje los pernos articulados del prensaestopas, y remueva las mitades de la camisa de la caja prensaestopas junto con el anillo del sello de agua y empaque. Limpie el paso de agua hacia el anillo y en el interior del sello de agua. Reemplace el anillo del sello de agua, del prensaestopa, y el empaque siguiendo las instrucciones del fabricante.

B.1.7 Fuga de aire dentro de la bomba a través de la caja prensaestopas. Igual a la causa posible indicada para B.1.6.

B.1.8 Rodete (impeller) obstruido. No aparece indicado en ningún instrumento, pero las presiones caen rápidamente cuando se intenta extraer una gran cantidad de agua.

En el caso de bombas horizontales de carcasa partida, retire la parte superior de la carcasa y quite la obstrucción del rodete (impeller). Repare o provea filtros en la toma de succión para evitar la repetición de la obstrucción.

En el caso de bombas de eje de turbina vertical, retire la tubería de la columna (Ver las Figura A.7.2.2.1 y Figura A.7.2.2.2) y los tazones de la bomba del foso húmedo o pozo y desarme los tazones de la bomba para quitar la obstrucción del rodete (impeller).

En el caso de bombas verticales en línea directamente acopladas con tapa superior removible, levante el motor y quite la obstrucción del rodete (impeller).

B.1.9 Anillos de desgaste desgastados. Retire la cubierta superior e inserte un calibrador de espesores entre el anillo de desgaste de la carcasa y el anillo de desgaste del rodete (impeller). La separación, cuando es nuevo, debería ser de 0.0075 pulg. (0.19 mm). Las separaciones superiores en 0.0015 pulg. (0.38 mm) son excesivas.

B.1.10 Rodete (impeller) dañado. Haga reparaciones menores o envíelo al fabricante para su reemplazo. Si el daño no es muy serio, coloque la orden de compra de un nuevo rodete (impeller) y utilice el dañado hasta que le envíen el nuevo.

B.1.11 Rodete (impeller) de diámetro incorrecto. Reemplace por uno de diámetro correcto.

B.1.12 Cabezal neto inferior al nominal. Verifique el diámetro y el número del rodete (impeller) y el número de modelo de la bomba para asegurarse que se está utilizando la curva de presión correcta.

B.1.13 Empacadura de la carcasa defectuosa, permitiendo fugas internas (bombas de una etapa y multietapas). Reemplace la empaquetadura defectuosa. Verifique los dibujos del fabricante para ver si se requiere o no el empaque.

B.1.14 El manómetro de presión se encuentra sobre la carcasa de la bomba. Coloque los manómetros en la ubicación correcta. [Ver Figura A.6.3.1(a)].

B.1.15 Ajuste de Rodete (impeller) incorrecto. (Únicamente bombas de tipo de turbina vertical). Ajuste los rodetes (impellers) de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

B.1.16 Rodete (impeller) bloqueado. Para bombas de turbina vertical, levante y baje los rodetes (impellers) utilizando la tuerca superior de ajuste del eje. Si este ajuste no es suficiente, siga las instrucciones del fabricante.

Para bombas horizontales de carcasa partida, retire la parte superior de la carcasa y localice y elimine la obstrucción.

B.1.17 Bomba congelada. Suministre calefacción en el cuarto de bombas. Desarme la bomba y retire el hielo si fuera necesario. Examine cuidadosamente las partes para verificar si existe algún daño.

B.1.18 Eje de la bomba o camisa del eje de la bomba rayado, doblado o gastado. Reemplace el eje o la camisa del eje.

B.1.19 Bomba no cebada. Si se hace funcionar la bomba sin agua en su carcasa, los anillos de desgaste pueden adherirse. El primer aviso de problema es un cambio en el sonido del motor. Apague la bomba.

Para bombas del tipo de turbina vertical, controle el nivel de agua para determinar si los tazones de la bomba tienen la sumersión correcta.

B.1.20 Ubicación incorrecta del anillo del sello en la caja prensaestopas, impidiendo que el agua entre en el espacio para formar el sello. Afloje el perno articulado de la camisa y remueva las mitades de la camisa del prensaestopas junto con el anillo de sello de agua y la empaquetadura. Reemplace, colocando el anillo de sello en la ubicación correcta.

B.1.21 Fricción excesiva de los cojinetes debido a falta de lubricación, desgaste, suciedad, oxido, fallas o instalación incorrecta. Retire los cojinetes y limpie, lubrique o reemplácelos si fuera necesario.

B.1.22 Elemento rotativo pegando contra el elemento estacionario. Verifique la holgura y la lubricación y reemplace o repare las partes defectuosas.

B.1.23 Bomba y motor desalineados. Eje descentrado debido a desgaste de los cojinetes o desalineación. Alinee la bomba y el motor de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Reemplace los cojinetes de acuerdo a las instrucciones del fabricante. (Ver Sección 6.5)

B.1.24 Cimientos no rígidos. Ajuste los pernos de la base o reemplace la cimentación si fuera necesario. (Ver Sección 6.4)

B.1.25 Sistema de enfriamiento del motor obstruido. El intercambiador de calor o sistema de enfriamiento de agua es demasiado pequeño o falla la bomba de refrigeración. Retire los termostatos. Abra la derivación alrededor de la válvula reguladora y del filtro. Verifique el funcionamiento de la válvula reguladora. Verifique el filtro. Limpie y repare si fuera necesario. Desconecte secciones del sistema de refrigeración para localizar y quitar una posible obstrucción. Ajuste la correa de circulación de agua de refrigeración del motor para obtener la velocidad adecuada sin bloqueos. Lubrique los cojinetes de esta bomba.

Si se produce un sobre calentamiento en cargas de hasta el 150 por ciento del caudal nominal, contacte al fabricante de la bomba o del motor para tomar las medidas necesarias para eliminar el sobrecalentamiento.

B.1.26 Falla del motor. Verifique el motor eléctrico, el motor de combustión interna o la turbina de vapor, de acuerdo con las instrucciones del fabricante para localizar el motivo de la falla de arranque.

B.1.27 Falta de lubricación. Si las partes se han adherido, reemplace las partes dañadas y suministre una lubricación apropiada. Si no, pare la bomba y suministre lubricación apropiada.

B.1.28 Velocidad demasiado baja. Para motores eléctricos, verifique que la velocidad nominal del motor corresponda con la velocidad nominal de la bomba, que el voltaje sea correcto y que el equipo de encendido esté funcionando adecuadamente.

La baja frecuencia y el bajo voltaje en el suministro de energía impiden que el motor alcance la velocidad nominal. El bajo voltaje puede ser causado por cargas excesivas y capacidad inadecuada del alimentador o bajo voltaje del generador (en el caso de plantas generadoras privadas). El voltaje del generador en plantas privadas puede ser corregido cambiando la excitación de campo. Cuando el bajo voltaje se debería a las otras causas mencionadas, podrá ser necesario cambiar los puntos (taps) de regulación del transformador o incrementar la capacidad del alimentador.

La baja frecuencia generalmente ocurre en las plantas privadas de generación y debería ser corregida en la fuente. La baja velocidad puede ocurrir en motores viejos del tipo de jaula de ardilla si se afloja el ajuste de las barras de cobre a los anillos de extremos. La solución es soldar estas juntas con bronce o latón.

En el caso del motor de la turbina de vapor, verifique que las válvulas en la tubería de suministro de vapor estén totalmente abiertas, que la presión de la caldera de vapor y en la turbina sean adecuadas, que el filtro en la tubería de suministro de vapor no esté obstruido, que la tubería de suministro de vapor sea de la dimensión adecuada, que se extraiga la condensación de la tubería de suministro de vapor, la trampa y la turbina; que las boquillas de la turbina no estén obstruidas y que la graduación de la velocidad y del regulador normal y el de emergencia sea la correcta.

En el caso del motor de combustión interna (diesel), verifique que la graduación del regulador de velocidad sea la correcta, el regulador manual esté totalmente abierto, y que no haya defectos mecánicos tales como válvulas pegadas, desajuste en el tiempo, bujías desgastadas y otros similares. Para resolver estos problemas pueden ser necesarios los servicios de un mecánico profesional.

B.1.29 Dirección de rotación incorrecta. Las ocasiones en que un motor gire en sentido inverso son raras pero claramente identificables debido a la enorme deficiencia de caudal de la bomba. La inversión de dirección de rotación puede ser determinada comparando la dirección en la que gira el acople flexible con la flecha direccional en la carcasa de la bomba.

Con un motor eléctrico de fases múltiples, se deberían invertir dos cables; en el caso de un motor de corriente directa, las conexiones de la armadura deberían estar invertidas respecto a las conexiones a los campos. Donde hay dos fuentes de energía disponibles, se debería verificar la dirección de rotación que produce cada una.

B.1.30 Velocidad demasiado rápida. Verifique que la velocidad nominal de la bomba y del motor se correspondan. Reemplace el motor eléctrico por uno de velocidad nominal apropiada. Coloque el regulador a la velocidad correcta. La frecuencia en plantas de generación privada puede ser muy alta.

B.1.31 Voltaje nominal del motor diferente del voltaje de la línea. Por ejemplo, un motor de 220 V o 440 V en una línea de 208 V o 416 V. Consiga un motor de voltaje nominal correcto o un motor de medida mayor. (Ver Sección 9.4)

B.1.32 Falla del circuito eléctrico, sistema de combustible obstruido, tubería de vapor obstruida o batería muerta. Verifique si hay roturas en el cableado del interruptor de apertura, si el interruptor de corriente está abierto, o la batería está muerta. Si el interruptor de corriente en el controlador se dispara sin razón aparente, asegúrese de que haya aceite en los amortiguadores hidráulicos de acuerdo con las especificaciones del fabricante. Asegúrese de que la tubería de combustible está libre, que los filtros están limpios y las válvulas de control abiertas en el sistema de combustible que alimenta al motor de combustión interna. Asegúrese que todas las válvulas están abiertas y que el filtro está limpio en la tubería de vapor hacia la turbina.

B.2 Advertencia. Los capítulos 9 y 10 incluyen requisitos de electricidad que desalientan la instalación de medios de desconexión en el suministro de energía a las bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico. Este requisito tiene como objetivo asegurar la disponibilidad de energía para las bombas contra incendio. Cuando se efectúa el mantenimiento o servicio en un equipo conectado a esos circuitos, el empleado puede sufrir una exposición innecesaria a peligros eléctricos o de otra índole. Puede ser necesario exigir prácticas seguras de trabajo y salvaguardas especiales así como ropa protectora para el personal; o ambos.

B.3 Mantenimiento de los controladores de la bomba contra incendio luego de una condición de falla.

B.3.1 Introducción. En un circuito de motor de la bomba contra incendio que ha sido instalado correctamente, de manera coordinada y en servicio antes de la falla, el disparo del interruptor de corriente o del interruptor de aislación indica una falla por funcionamiento con exceso de sobrecarga.

Se recomienda que los siguientes procedimientos generales sean llevados a cabo por personal especializado en la inspección y reparación de los controladores involucrados en la falla. Estos procedimientos no tienen como objetivo cubrir los otros elementos del circuito, como cableado y motor, que también pueden requerir atención.

B.3.2 Precaución. Todas las inspecciones y pruebas se deberían hacer con los controladores desenergizados desde la terminal de línea, desconectados, bloqueados y etiquetados de forma que no pueda haber ningún contacto accidental con partes vivas y que se puedan asegurar el cumplimiento de todos los procedimientos de seguridad de la planta.

B.3.2.1 Gabinete. Donde haya un daño substancial en el gabinete, tal como deformación, desplazamiento de las partes o quemaduras, reemplace completamente el controlador.

B.3.2.2 Interruptor de corriente e interruptor de aislamiento. Examine el interior del gabinete, el interruptor de circuito y el interruptor de aislación para verificar si hay alguna evidencia de daños. Si no hay evidencia de daños visible, luego de cerrar la puerta se puede continuar utilizando el interruptor del circuito y el interruptor de aislación.

Si hay cualquier indicación que el interruptor de corriente ha abierto varias fallas de cortocircuito, o si aparecen señales de posible deterioro tanto dentro del gabinete, como del interruptor del circuito o del interruptor de aislación (por ejemplo, depósitos en la superficie, decoloración de la superficie, rotura del aislamiento o funcionamiento inusual de la palanca) reemplace los componentes. Verifique que la manivela de operación externa pueda abrir y cerrar el interruptor de circuito y el interruptor de aislamiento. Si la manivela no hace funcionar estos dispositivos, también indicará la necesidad de ajuste o de reemplazo.

B.3.2.3 Terminales y conductores Internos. Donde existan indicaciones de daños por causa del arco, de sobrecalentamiento o de ambos, tales como decoloración o fusión del aislamiento, reemplace las partes dañadas.

B.3.2.4 Contactor. Reemplace los contactos que muestren daños por causa del calor, desplazamientos de metal, o pérdida de distancia de desgaste adecuada. Reemplace los resortes de contacto donde sea aplicable. Si el deterioro se extiende más allá de los contactos, tal como bloqueos en las guías o evidencia de daños en el aislamiento, reemplace las partes dañadas o todo el contactor.

B.3.2.5 Restaurar el servicio. Antes de poner nuevamente el controlador en servicio, verifique que las conexiones eléctricas estén apretadas y que no existan corto-circuitos, fallas de tierra o fugas de corriente.

Cierre y asegure el gabinete antes de energizar el interruptor de corriente y el interruptor de aislamiento. Siga los procedimientos de operación del controlador para llevarlo a la condición de reserva (*stand by*).

Δ Anexo C Conectividad del cuarto de bombas contra incendio

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de NFPA, pero se incluye únicamente con propósitos informativos.

C.1 Alcance

C.1.1 Este anexo cubre las consideraciones relacionadas con el acceso a los datos de la información relacionada con el funcionamiento de la bomba contra incendios, más allá de los requisitos mínimo de almacenamiento de los datos del controlador. Este almacenamiento puede ser gestionado por un dispositivo autónomo (computadora, tableta o un dispositivo diseñado específicamente para esta aplicación). Entre las consideraciones que se describen en este anexo se incluyen métodos de acceso, consideraciones sobre la seguridad, información accesible, potencial uso de la información accesible, mejora en la confiabilidad a largo plazo y la normalización que permite que se cumpla con todo el potencial de conectividad.

C.1.2 El potencial uso de la información accesible incluye la supervisión remota, el monitoreo remoto que podría incluir componentes específicos para predicción de fallas/reemplazo de componentes, y análisis de la confiabilidad para el propietario, el fabricante y NFPA o agrupación similar para la obtención de información únicamente. No se va a permitir el funcionamiento remoto o el cambio remoto de las configuraciones de cualquier controlador.

C.1.3 La conectividad es para el monitoreo remoto y la recopilación de datos. No reemplaza a ninguno de los requisitos de alarma y señalización establecidos en esta norma.

C.1.4 El acceso puede ser local, tal como un puerto (USB, RS-232, RS-485) o mediante acceso remoto a través de un canal de comunicaciones, tal como una línea telefónica, ethernet, internet, red de área local (LAN) u otro.

C.1.5 Este anexo incluye lo siguiente:

- (1) Posibles configuraciones de acceso al controlador (C.3)
- (2) Consideraciones para la seguridad (C.4)
- (3) Algunos métodos de protección (C.5)
- (4) Aspectos relacionados con la normalización (C.6)

Normalización significa normalización por sí misma, es decir, definir los formatos comunes para datos y demás, con el fin de permitir el acceso a un conjunto de datos común definido en cualquier controlador que cumpla con lo establecido. Los controladores también podrían tener datos propios, además del conjunto común definido.

C.1.6 El acceso remoto o local a los datos almacenados en el controlador de la bomba contra incendio ha existido desde hace más de veinte años; sin embargo, cada fabricante ha utilizado medios propios patentados para acceder (lectura, descarga o transferencia) a estos datos. Se percibe la necesidad de extender estos medios a los controladores de bombas contra incendio en general, mediante el uso de cierto grado de concordancia.

• C.2 Definiciones generales.

C.2.1 Acceso. La capacidad de acceder a un controlador para poder leer o descargar datos. Esto puede también incluir medios para el envío de datos o comandos a un controlador. El Anexo C menciona tanto el acceso local como el acceso remoto.

C.2.2 Circuitería. Circuitería eléctrica/electrónica que incluye microcontroladores y firmware relacionado.

C.2.3 Nube. El sistema de los dispositivos y servicios conectados a internet.

C.2.4 Conectividad. Los aspectos involucrados con la comunicación con (conexión con) los controladores de las bombas contra incendio.

C.2.5 Codificar. Encriptar. Puede utilizarse para ocultar datos, contraseñas, información de acceso, etc.

C.2.6 Ethernet. Conexión en serie de alta velocidad. Cada dispositivo de ethernet tiene (debería tener) una única dirección MAC (control de acceso a los medios) de ethernet. Son direcciones de 4-8 bits (12 dígitos hexadecimales), tales como: 00:A0:C9:14:C8:29.

C.2.7 Firmware. Un código de un programa del procesador almacenado de manera permanente (software); también llamado código de programa integrado.

C.2.8 Sistema global para comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communication o GMS). Tecnología para teléfonos celulares.

N C.2.9 Lenguaje de marcado de hipertexto (HyperText Markup Language o HTML). El lenguaje de marcado estándar para archivos de texto en la red mundial World Wide Web.

C.2.10 Internet. Sistema global de dispositivos con direcciones IP con enrutamiento.

C.2.11 IP. Protocolo de internet.

C.2.12 IP-4 (IPv4). Versión de internet 4. La mayoría de la internet existente es IP-4. Las direcciones LAN son específicas para IP-4. IP-4 utiliza direcciones de 32 bits (4×8) y tiene aproximadamente 4300 millones de direcciones.

C.2.13 IP-6 (IPv6). La más reciente (siguiente) versión de internet. Mucha de la internet actual es IP-V. Todas las direcciones IP-6 tienen capacidad de enrutamiento. IP-6 utiliza direcciones de 128 bits y provee muchas más direcciones que IP-4.

C.2.14 Departamento de IT. Departamento de tecnología informática (computación) de una compañía.

C.2.15 Red de área local (Local Area Network o LAN). Red de computación que consiste en direcciones IP con enrutamiento y sin enrutamiento.

C.2.16 Sin enrutamiento. Una dirección de IP reservada para uso de la red LAN. No son visibles fuera de la red local. Son direcciones LAN típicas las siguientes: 10.x.y.z, 19D.2.168.x.y, and 17D.2.16/3D.2.x.y.

C.2.17 Red de área privada (Private Area Network o PAN). Redes inalámbricas de corto alcance, tales como: Bluetooth, ZigBee, infrarrojas y RFID.

C.2.18 Con enrutamiento. Una dirección de IP que forma parte de una tabla de enrutamiento en un enrutador (o interruptor) de red (internet). Son visibles para el mundo exterior.

C.2.19 Enrutamiento. El proceso de traducir la dirección de IP (generalmente una dirección LAN) de un dispositivo en otra dirección de IP (generalmente una dirección WAN o con enrutamiento).

C.2.20 RS-232 (EIA-32). Una especificación eléctrica de transmisión en serie para dos equipos.

C.2.21 RS-485 (EIA-45). Una especificación eléctrica de transmisión en serie más avanzada que una RS-232. Permite la conexión con múltiples equipos. Muchos protocolos en serie, tales como ModBus y otros, funcionan a través de redes eléctricas RS-485.

C.2.22 Puerto en serie. La conexión eléctrica (conector eléctrico) con los circuitos que provee y cumple con un protocolo en serie.

C.2.23 Protocolo en serie. Formato de datos utilizados en diversos datos comerciales y/o esquemas de control que involucra a múltiples equipos, tales como ModBus, Lon Works, BacNet y bus CAN.

C.2.24 Protocolo de control de transmisión/Protocolo de internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol o TCP/IP). El protocolo utilizado en la mayoría de la internet, que incluye a las páginas web.

Δ C.2.25 Puerto USB. La conexión eléctrica (conector eléctrico) con los circuitos que provee y cumple con el protocolo de Universal Serial Bus (USB). Es lo mismo que la conexión USB en los dispositivos personales (computadoras y otros).

C.2.26 Usuario. La persona o entidad que accede o desea acceder a uno o más controladores de bombas contra incendio (fire pump controller o FPC).

C.2.27 Red de área amplia (Wide Area Network o WAN). Una red que consta de dos o más ubicaciones bajo el control de una única entidad (corporación u otra entidad). Las direcciones IP deben ser con enrutamiento para ser visibles desde otras ubicaciones.

C.3 Configuraciones posibles.

C.3.1 Controladores autónomos (FPC) – Controladores no conectados a una red.

C.3.1.1 Estos controladores no tienen ninguna conexión física permanente (alámbrica) ni inalámbrica.

C.3.1.2 Los controladores de bombas contra incendio modernos son prácticamente todos controladores autónomos universales. Se requiere la intervención manual (usuario) para acceder (lectura o descarga).

C.3.1.3 La conexión del usuario puede ser cualquiera de los siguientes medios, tal como un puerto serial o un puerto USB.

C.3.1.4 Existen potenciales peligros (riesgos para la seguridad) para estos medios de acceso. Los peligros podrían ser ocurrencias accidentales (involuntarias) o maliciosas (intencionales).

C.3.1.5 Entre los potenciales daños podrían incluirse la adulteración de los datos almacenados o de los circuitos de acceso o del firmware, ya sea en los medios de acceso a los datos y/o el firmware relacionado con la protección contra incendios.

C.3.2 Controladores (FPC) conectados de manera permanente a una red.

C.3.2.1 Métodos alámbricos privados (de las instalaciones) permanentes. Estos podrían incluir: módem telefónico; puerto en serie o puerto USB, o ethernet (ver IEEE 802.5, *Standard for Ethernet*). El protocolo preferido es Modbus. Pueden usarse otros protocolos, pero no se dispone de los lineamientos para normalizar las definiciones de registro para otros protocolos.

C.3.2.2 Conexiones accesibles al público (alámbricas o inalámbricas). Podrían tener una o más direcciones LAN IP preasignadas en fábrica (predeterminadas), habitualmente asignadas por el departamento de informática del propietario de las instalaciones.

C.3.2.3 Conexiones inalámbricas permanentes. Pueden ser WiFi (ver IEEE 802.11, *Standard for Information Technology – Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks – Specific Requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications*) (LAN o con enrutamiento) o celulares (cualquiera de los diversos servicios) (LAN).

C.4 Aspectos relacionados con la seguridad.

△ **C.4.1 Generalidades.** Los controladores de las bombas contra incendio (FPC) son fundamentales para la seguridad humana y la protección de las propiedades. Los FPC modernos usan procesadores internos integrados (microprocesadores o microcontroladores). Éstos están sujetos a daños o alteraciones si el programa (código de programa) o los datos están dañados o afectados.

△ **C.4.2 Acceso a los datos.** La conexión con el puerto de acceso a los datos (USB u otro) a través de una computadora (laptop, tableta u otra), teléfono inteligente o dispositivo de almacenamiento en miniatura (tarjeta de memoria extraíble) podría causar daños eléctricos o daños en los datos o el *software*. Deberían tomarse las debidas provisiones para evitar que cualquiera de esos daños impidan el arranque de la bomba contra incendio.

C.4.2.1 El dispositivo utilizado para acceder a los datos podría estar dañado o tener un virus que podría infectar al controlador de la bomba contra incendio. Entre las amenazas de daños no intencionales podrían incluirse las siguientes:

- (1) Alteración accidental del controlador mientras se conecta a una laptop, teléfono celular y otros (remota o localmente)
- (2) Impactos de rayos (principalmente sobretensiones inducidas por impactos cercanos)
- (3) Problemas en la red (LAN) local (del edificio)
- (4) Problemas en la red (WAN) de área amplia (corporativa)
- (5) Problemas con internet o con la “nube”

C.4.3 Intenciones maliciosas. Todos los dispositivos con una dirección IP con enrutamiento se detectan dentro de pocos minutos de haberse conectado a internet. Además, los dispositivos conectados (con enrutamiento) se escanean constantemente.

C.4.4 Infecciones.

C.4.4.1 Las computadoras (laptops, tablets y otras) frecuentemente se ven infectadas por virus, capturas de teclado, troyanos y otros, a pesar de que tengan instalados softwares antivirus. Muchos de estos permiten que la máquina infectada se utilice con intenciones maliciosas.

C.4.4.2 Las páginas web se ven frecuentemente infectadas. Las páginas web pueden ser cerradas, enmascaradas como otra página web (usurpación) o utilizadas para recabar datos.

C.4.4.3 Los servidores web también pueden verse infectados y forzados a usar una página web alojada para propósitos maliciosos.

C.4.5 Riesgos de control remoto.

C.4.5.1 Permitir el arranque y/o detención remotos de una bomba contra incendio implica el acceso al mundo exterior al software de control básico. Esto limita o deniega la eficacia de cualquier cortafuegos (*firewall*).

C.4.5.2 Instalaciones únicas: Inhabilitar el arranque, el falso arranque (provocar una alarma de incendio), el tiempo de prueba semanal falso o reconfigurado (provocar una alarma de incendio) de un controlador no habilitado.

C.4.5.3 Instalaciones múltiples: Instancias simultáneas de cualquiera o de todas las mencionadas en C.4.5.1 y en C.4.5.2 para afectar los servicios municipales tales como los cuerpos de bomberos locales o los centros del servicio 911.

C.4.6 Amenazas externas para la protección contra incendios. Adulterar los datos o el software (*firmware*) de un controlador de bombas contra incendio es más sencillo si el atacante conoce el software del controlador. El acceso malicioso al *firmware* del controlador frecuentemente se hace mediante una o más de las siguientes técnicas:

- (1) Adulteración de la red del fabricante del controlador a través de diversos esquemas de ataque
- (2) Avenencias con los empleados o el personal a cargo de los servicios
- (3) Personal a cargo de los servicios, proveedores, etc. falsos
- (4) Acceso mediante teléfonos inteligentes, laptops o tablets de los empleados
- (5) Conexión directa o indirecta a través del servicio domiciliario
- (6) Capturas de teclados u otras infecciones de las computadoras de los fabricantes

C.5 Métodos de mitigación de riesgos. Cualquiera de los métodos únicos puede verse, y efectivamente se ven, afectado/s. El uso de múltiples métodos de protección reduce la probabilidad de que los ataques sean exitosos.

C.5.1 Evaluación de los riesgos. Esto incluye, como mínimo, tanto la probabilidad como la frecuencia de un riesgo o peligro identificado. Ver el método de evaluación de riesgos de *NFPA 70*, Artículo 708, para acceder a un ejemplo.

△ **C.5.2 Motivaciones para los atacantes.** Algunas modificaciones incluyen conducta maliciosa simple o curiosidad (piratas informáticos o *hackers*); deseo de provocar un incendio intencional; interrupción de la actividad comercial; chantaje corporativo; enmascaramiento de actividades delictivas; interrupción de uno o más sitios COPS; represalias (empleados descontentos o ex-empleados); enemigos externos, entre ellos terroristas;

interrupción de servicios esenciales y daño a la reputación de un competidor.

Δ C.5.3 Protección contra amenazas. Algunos métodos de protección incluyen protección de contraseñas (es necesario cumplir con los requisitos mínimos), encriptado, cortafuegos (*firewall*) del *software*, y cortafuegos (*firewall*) del *hardware* (procesadores separados para el acceso a los datos versus control de las bombas de incendio).

C.5.4 Contraseñas. Las contraseñas se ven fácilmente vulneradas; sin embargo, lleva más tiempo vulnerar las contraseñas más complejas.

Δ C.5.5 Encriptado. Entre los diversos métodos se incluyen HTTPS (SSL), RC5 y encriptado de claves públicas-privadas. Todos los métodos de encriptado de menos de 128 bits son fácilmente descifrados en minutos por un pirata informático resuelto (*hacker*).

C.5.6 Acceso alternativo. El sistema GMS puede ser más seguro que las conexiones TCP/IP alámbricas o inalámbricas.

C.5.7 Mitigación de riesgos. Otros métodos de mitigación de riesgos incluyen los siguientes:

- (1) Uso de puertos no estándar (una colaboración limitada porque el encriptado es vital)
- (2) Uso de rellamada (*call-back*) para enlaces por redes telefónicas (*dial-up links*)
- (3) Limitación del acceso IP a una o más direcciones IP específicas (lista blanca)
- (4) Limitación del acceso a una o más direcciones MAC específicas
- (5) Protección del *software* del controlador (código fuente)
- (6) Limitación de la cantidad de copias
- (7) Limitación del acceso al *software* (código fuente u objeto)
- (8) Encriptado eficaz del código

C.6 Normalización de los parámetros.

Δ C.6.1 Formato de los mensajes. Los tipos de redes locales permitidos son RS-232, RS-485, y ethernet (TCP/IP). El protocolo preferido para el controlador de la bomba contra incendio es Modbus. Pueden usarse otros protocolos, pero no se dispone de los lineamientos para normalizar las definiciones de registro para otros protocolos.

Δ C.6.2 Definiciones de los registros de Modbus. Ver Tabla C.9.2.10.1(a) a Tabla C.9.2.10.1(m) para conocer las definiciones de los registros.

C.7 Control remoto. Se prohíbe el arranque y/o parada remotos.

N C.8 Configuración del(los) sistema(s) de registro/informe de datos.

N C.8.1 Datos en el controlador de la bomba contra incendio.

N C.8.1.1 Los registros Modbus han sido designados en la Tabla C.9.2.10.1(a) a la Tabla C.9.2.10.1(m) para la información de controladores de bombas contra incendio eléctricos y diésel, y de controladores de bombas reforzadoras (jockey). La información incluye la identificación del cuarto de bombas, la identificación del fabricante del controlador, sello de hora y fecha de la última actualización, datos dinámicos en tiempo real, configuraciones de los controladores, alarmas, datos históricos, datos opcionales del fabricante del controlador que puedan ser configurados y registro de eventos.

N C.8.1.2 El controlador de la bomba contra incendio puede estar provisto de una conexión solamente para lectura con la internet u otra red, y de la información descargada del FPC.

N C.8.1.3 Los registros de datos pueden ser provistos en los FPC tanto eléctricos como diésel para los datos del desempeño de acuerdo con la Tabla C.9.2.10.1(k) y la Tabla C.9.2.10.1(l).

N C.8.1.3.1 El controlador puede estar dispuesto para el registro y almacenamiento de los datos del desempeño con el sello de la hora para un determinado punto de flujo, cuando sea así iniciado por el operador.

N C.8.1.4 Los datos de la Tabla C.9.2.10.1(b) a la Tabla C.9.2.10.1(d) pueden ser continuamente monitoreados por el controlador y la hora estampada y anotada en un registro de eventos con el uso del protocolo Modbus de la Tabla C.9.2.10.1(e), Tabla C.9.2.10.1(f) y Tabla C.9.2.10.1(g). Debería crearse un registro de evento para lo siguiente:

- (1) Eventos enumerados en la Tabla C.9.2.10.1(h), Tabla C.9.2.10.1(i) y Tabla C.9.2.10.1(j)
- (2) Voltaje y corrientes que excedan un cambio del Δ por ciento durante el funcionamiento de la bomba con un Δ ajustable de hasta el 5 por ciento
- (3) Presión en todas las horas
- (4) Valor de presión que exceda un cambio del Δ por ciento con un Δ ajustable de hasta el 5 por ciento

N C.8.1.4.1 Puede usarse una red de comunicaciones en serie de ethernet que emplee un formato estándar de archivo de texto basado en la web, en lugar del protocolo Modbus de la Tabla C.9.2.10.1(e), Tabla C.9.2.10.1(f) y Tabla C.9.2.10.1(g). En los archivos de texto, los datos deberían estar delimitados.

N C.8.1.5 Pueden proveerse registros de datos para motores diésel y otros dispositivos del cuarto de bombas de acuerdo con la Tabla C.9.2.10.1(m).

N C.8.2 Datos fuera del controlador de la bomba contra incendio.

N C.8.2.1 Este anexo incluye los lineamientos para el monitoreo de pruebas y mantenimiento adicionales de la bomba contra incendio, controlador de la bomba contra incendio, bomba reforzadora (jockey), controlador de la bomba reforzadora (jockey), y para los equipamientos de la bomba contra incendio relacionados (dispositivos de prevención de contraflujo, válvulas de retención, válvulas de control de presión y otros).

N C.8.2.2 Este anexo prevé que habrá un monitoreo e informe adicionales fuera del controlador de la bomba contra incendio, en un dispositivo de registro/informe de datos.

N C.8.2.3 Ninguna de las funciones de control en el dispositivo de registro/informe de datos debería tener el potencial de evitar el funcionamiento de la bomba contra incendio.

C.9 Requisitos recomendados.

C.9.1 Deberían usarse protocolos de acceso separados para los siguientes niveles de acceso:

- (1) Acceso sólo de lectura para la información de desempeño – Nivel 1
- (2) Acceso para análisis estadístico por parte de un organismo independiente – Nivel 2a
- (3) Acceso para análisis del fabricante – bomba contra incendio – Nivel 2b

- (4) Acceso para análisis del fabricante – controlador – Nivel 2c
- (5) Acceso para pruebas remotas Nivel 2d con alarma que se activa si la bomba no se restaura al modo automático dentro de las ocho horas.

C.9.2 Información registrada en el controlador.

C.9.2.1 Toda la información registrada debería ser protegida de acuerdo con C.9.1 y/u otros medios de seguridad apropiados para limitar el acceso a las entidades apropiadas.

C.9.2.2 La información sobre equipos que se muestra en la Tabla C.9.2.2 debería ser registrada en el controlador al momento de la instalación y debería hacerse accesible de acuerdo con la Tabla C.9.2.2.

C.9.2.3 La información que se muestra en la Tabla C.9.2.3 debería ser continuamente monitoreada por el controlador y el sello de la hora registrado cada 24 horas y cada vez que el valor cambie más del 5 por ciento en relación con el valor previamente registrado.

C.9.2.4 La información de las pruebas que se muestra en la Tabla C.9.2.4 debería ser registrada con un sello que indique la hora, un sello que identifique la prueba y un sello que identifique el conjunto de datos en el controlador en ese momento mediante la presión de un botón de registro de la prueba situado en el controlador.

C.9.2.5 La información de la prueba que se muestra en la Tabla C.9.2.5 debería ser registrada con un sello de la hora y un identificador de mantenimiento/reparación en el controlador al momento del mantenimiento.

C.9.2.6 Los dispositivos autónomos de registro de datos del cuarto de bombas deberían limitarse a una comunicación unidireccional (descarga solamente) con el controlador de la bomba contra incendio.

C.9.2.7 Los dispositivos autónomos de registro de datos del cuarto de bombas no deberían ser directamente recopilados para los dispositivos sensores que informan al controlador (es decir, el mismo transductor no debería informar a ambos, al controlador y a un dispositivo de registro de datos).

C.9.2.8 Como recomendación mínima, los modos de falla deberían estar codificados (elegibles en un menú desplegable) en el controlador. Se proveen los siguientes modos de falla para mejorar la normalización y contribuir a un informe coherente:

- (1) Suministro de agua inadecuado
- (2) Falla en el suministro de energía eléctrica
- (3) Falla en la tubería, los accesorios y/o la válvula
- (4) Falla en el controlador
- (5) Falla en la condición de funcionamiento de la bomba
- (6) Falla en la operación de funcionamiento de la bomba
- (7) Falla en la válvula de alivio
- (8) Falla en el motor diésel
- (9) Falla en el sistema del motor diésel
- (10) Falla en un componente (identificar el componente)
- (11) Otros (incluir comentarios)

C.9.2.9 Como recomendación mínima, los componentes deberían estar codificados (elegibles en un menú desplegable) en el controlador. Se provee la siguiente lista de componentes para mejorar la normalización y contribuir a un informe coherente:

- (1) Propulsor
- (2) Eje
- (3) Cojinetes
- (4) Motor eléctrico
- (5) Motor diésel
- (6) Baterías
- (7) Controlador
- (8) Tarjeta del circuito
- (9) Válvula de alivio
- (10) Válvula de retención
- (11) Válvula de control

Δ C.9.2.10 Direcciones de registro de Modbus.

C.9.2.10.1 La Tabla C.9.2.10.1(a) a la Tabla C.9.2.10.1(m) especifican el uso recomendado de los registros Modbus para los controladores.

La Figura C.9.2.10.1 es un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

C.9.2.10.2 La Tabla C.9.2.10.1(c) incluye información que abarca más allá de la funcionalidad de los controladores de bombas de incendio, pero que es importante para evaluar la confiabilidad de los sistemas de bombas contra incendio y sus componentes. El uso del registro Modbus propuesto en esta tabla es preliminar y puede ser modificado por NEMA y por los datos de entrada provenientes de los fabricantes de controladores de bombas contra incendio. Si se determina que la información de la Tabla C.9.2.10.1(c) excede lo que debería incluirse en un controlador de bomba contra incendio, podría elaborarse un dispositivo autónomo para el manejo de la información descrita en esta tabla. Los datos de la Tabla C.9.2.10.1(c) pueden ser almacenados de manera local, remota o ambas.

N C.9.2.11 Formatos de registro de datos.

C.9.2.11.1 Los formatos de datos que se muestran en la Tabla C.9.2.11.1 se usan en la Tabla C.9.2.11.2, en la Tabla C.9.2.11.3, y en la Tabla C.9.2.11.4.

C.9.2.11.2 La Tabla C.9.2.11.2 2 provee un formato de registro que es común para la mayoría de los equipos y al que se hace referencia en las tablas que proveen el formato para equipos de bombas contra incendio asociados.

C.9.2.11.3 La Tabla C.9.2.11.3 provee un formato de información básica para bombas contra incendio eléctricas, controladores y bombas reforzadoras (jockey).

C.9.2.11.4 La Tabla C.9.2.11.4 provee un formato para la reparación de equipamientos de bombas contra incendio asociados.

C.9.2.11.5 La Tabla C.9.2.11.5 provee un formato para la inspección, prueba y mantenimiento de equipamientos de bombas contra incendio asociados. Donde el formato discrepa del mencionado en NFPA 25, prevalece el formato de NFPA 25.

C.9.2.11.6 La Tabla C.9.2.11.6 contiene la información que debería registrarse para cada pieza de un equipamiento asociado.

C.9.2.11.7 Toda la información registrada debería ser protegida de acuerdo con medidas de seguridad apropiadas para limitar el acceso a las entidades correspondientes.

Δ **Tabla C.9.2.2 Datos sobre equipos recomendados**

Datos	Datos accesibles para								Operaciones remotas
	Fuente de la información	Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	
Fabricante de la bomba contra incendio	M		X	X	X	X	X		
Tipo de bomba contra incendio	M		X	X	X	X	X		
Flujo nominal	M		X	X	X	X	X	X	
Presión nominal	M		X	X	X	X	X		
Velocidad nominal	M		X	X	X	X	X	X	
Caballos de fuerza	M		X	X	X	X	X		
Presión de prueba de fábrica	M		X	X	X	X	X		
Presión neta de flujo cero	M		X	X	X	X	X		
Presión neta al 150%	M		X	X	X	X	X		
Presión de arranque de la bomba	M		X	X	X	X	X		
Presión de apagado de la bomba	M		X	X	X	X	X		
Presión de succión de diseño	M	X	X	X	X	X	X		
Presión de descarga de diseño	M	X	X	X	X	X	X		
Fabricante del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X		
Tipo de motor eléctrico	M		X	X	X	X	X		
Número de serie del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X		
Número de modelo del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X		
Fecha de entrada en servicio del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X		
Tensión nominal del sistema	M		X	X	X	X	X	X	
Caballos de fuerza del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X	X	
Velocidad nominal del motor eléctrico	M		X	X	X	X	X	X	
FLA nominal del motor a la tensión nominal del sistema	M		X	X	X	X	X		
Factor de servicio del motor	M		X	X	X	X	X		
Código de arranque del motor	M		X	X	X	X	X		
Fabricante del motor diésel	M		X	X	X	X	X		
Número de serie del motor diésel	M		X	X	X	X	X		
Número de modelo del motor diésel	M		X	X	X	X	X		
Fecha de entrada en servicio del motor diésel	M		X	X	X	X	X		

(Continúa)

▲ **Tabla C.9.2.2** *Continuación*

Datos	Fuente de la información	Datos accesibles para							Operaciones remotas
		Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	
Caballos de fuerza del motor diésel	M		X	X	X	X	X		
Velocidad nominal del motor diésel	M		X	X	X	X	X		
Fabricante del controlador	M		X	X	X	X	X		
Tipo de controlador	M		X	X	X	X	X		
Número de serie del controlador	M		X	X	X	X	X		
Número de modelo del controlador	M		X	X	X	X	X		
Fecha de entrada en servicio del controlador	M		X	X	X	X	X		
Fabricante de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Tipo de bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Número de serie de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Número de modelo de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Fecha de entrada en servicio de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Caballos de fuerza de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Presión de arranque de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Presión de apagado de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Fabricante del controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Fabricante del controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Tipo de controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Número de serie del controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Número de modelo del controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Fecha de entrada en servicio del controlador de la bomba jockey	M		X	X	X	X	X		
Demanda máxima de flujo del sistema (en la brida de descarga de la bomba)	M		X	X	X	X	X		
Demanda máxima de presión del sistema (en la brida de descarga de la bomba)	M		X	X	X	X	X		

M: Requiere ingreso manual al momento de la instalación o la prueba.

Δ Tabla C.9.2.3 Datos recomendados de monitoreo continuo

Datos	Fuente de la información	Datos accesibles para							Operaciones remotas
		Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	
Estado de la energía de la bomba contra incendio	M	X	X	X	X	X	X	X	X
Estado del funcionamiento de la bomba contra incendio	M	X	X	X	X	X	X	X	X
Funcionamiento de la bomba contra incendio durante las pruebas	M	X	X	X	X	X	X	X	X
Presión de succión	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Presión del sistema	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura del agua en la carcasa de la bomba	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Temperatura del cuarto	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Bomba arrancada	A	X	X	X	X	X	X	X	
Presión en el arranque de la bomba	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Tipo de arranque (demanda automática, prueba automática, manual)	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Apagado de la bomba	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Presión del sistema en el apagado de la bomba	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Tipo de apagado (demanda automática, prueba automática, manual)	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Pérdida de energía	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Transferencia de energía	A	X	X	X	X	X	X	X	X
Nivel bajo del tanque de combustible	A	X	X			X	X	X	X
Porcentaje de nivel lleno del tanque de combustible	A	X	X			X	X		
Estado del sistema de mantenimiento de combustible	A	X	X			X	X		

A: El controlador debería acceder y registrar los datos automáticamente.

M: Requiere el ingreso manual al momento de la instalación o prueba.

▲ Tabla C.9.2.4 Datos recomendados durante la prueba de desempeño

Datos Múltiples con marca de hora/Conjunto de datos	Datos accesibles para								
	Fuente de la información	Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	Operaciones remotas
Datos de la prueba									
Fecha de la prueba	A		X	X	X	X	X	X	
Identificador de referencia de la prueba	A		X	X	X	X	X		
Identificador de referencia del conjunto de datos	A		X	X	X	X	X		
Presión de succión	A		X	X	X	X	X		
Presión del sistema	A		X	X	X	X	X		
Temperatura del agua en la carcasa de la bomba	A		X	X	X	X	X		
Temperatura del cuarto	A		X	X	X	X	X		
Bomba arrancada	A		X	X	X	X	X		
Presión en el arranque de la bomba	A		X	X	X	X	X		
Tipo de arranque (demanda automática, prueba automática, manual)	A		X	X	X	X	X		
Apagado de la bomba	A		X	X	X	X	X		
Presión del sistema en el apagado de la bomba	A		X	X	X	X	X		
Tipo de apagado (demanda automática, prueba automática, manual)	A		X	X	X	X	X		
Pérdida de energía	A		X	X	X	X	X		
Transferencia de energía	A		X	X	X	X	X		
Fecha de la prueba	A		X	X	X	X	X		
RPM	A		X	X	X	X	X		
Fase de tensión A – B	A		X	X	X	X	X		
Fase de tensión B – C	A		X	X	X	X	X		
Fase de tensión C – A	A		X	X	X	X	X		
Amperaje fase 1	A		X	X	X	X	X		
Amperaje fase 2	A		X	X	X	X	X		
Amperaje fase 3	A		X	X	X	X	X		
Presión de succión	A		X	X	X	X	X		
Presión de descarga	A		X	X	X	X	X		
Presión neta	A		X	X	X	X	X		
Presión mínima del transductor	A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 1	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 1	M		X	X	X	X	X		

(Continúa)

△ Tabla C.9.2.4 Continuación

Datos Múltiples con marca de hora/Conjunto de datos	Fuente de la información	Datos accesibles para							Operaciones remotas
		Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	
Pitot boquilla 1	M/A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 2	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 2	M		X	X	X	X	X		
Pitot boquilla 2	M/A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 3	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 3	M		X	X	X	X	X		
Pitot boquilla 3	M/A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 4	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 4	M		X	X	X	X	X		
Pitot boquilla 4	M/A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 5	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 5	M		X	X	X	X	X		
Pitot boquilla 5	M/A		X	X	X	X	X		
Coefficiente boquilla 6	M		X	X	X	X	X		
Tamaño boquilla 6	M		X	X	X	X	X		
Pitot boquilla 6	M/A		X	X	X	X	X		
Nivel del tanque de combustible	A		X			X	X		
RPM	A		X	X	X	X	X		X
Datos de análisis									
Flujo a través de la bomba	C		X	X	X	X	X		
RPM presión neta ajustada	C		X	X	X	X	X		
RPM flujo ajustado	C		X	X	X	X	X		
Porcentaje de la curva certificada de fábrica	C		X	X	X	X	X		
Horas en motor diésel o en motor eléctrico	A		X	X	X	X	X		
Demanda máxima de flujo del sistema (en brida de descarga de la bomba)	M		X	X	X	X	X		
Demanda máxima de presión del sistema (en brida de descarga de la bomba)	M		X	X	X	X	X		
Bomba pasó la prueba inicial	M		X	X	X	X	X		
Bomba pudo suministrar la demanda máxima del sistema	M		X	X	X	X	X		
Bomba fue significativamente desactivada	M		X	X	X	X	X	X	

(Continúa)

Δ Tabla C.9.2.4 Continuación

Datos Múltiples con marca de hora/Conjunto de datos	Fuente de la información	Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Datos accesibles para					Operaciones remotas
				Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Análisis estadístico de tercero independiente	Fabricante del motor diésel	Gobierno	
Bomba fue parcialmente desactivada	M		X	X	X	X	X	X	
Bomba pasó la prueba después de los ajustes	M		X	X	X	X	X	X	
Modo de falla	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X	X	
Explicación de la falla	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Pieza reemplazada (1)	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Pieza reemplazada (2)	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Pieza reemplazada (3)	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Pieza reemplazada (4)	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de piezas	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Mantenimiento o reparación de rutina	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		
Fecha y hora en que se completó la reparación	M		X	X ²	X ³	X ⁴	X		

A: El dispositivo de registro debería acceder y registrar los datos automáticamente.

C: Resultado calculado.

M: Requiere el ingreso manual al momento de la instalación o prueba.

M/A: Probablemente requiera el ingreso manual al momento de la instalación o la prueba, pero puede tener la capacidad de registrar automáticamente.

¹Se necesita un botón de "registrar datos ahora" o de ingreso desde una tableta o computadora para registrar cada conjunto y sub-conjunto de datos de desempeño, junto con el identificador de la prueba y del conjunto de datos. Se recomienda suministrar un mínimo de 5 conjuntos de datos para bombas de velocidad constante y de 7 conjuntos de datos para bombas de velocidad variable.

²Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran a la bomba contra incendio o al motor.

³Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran al controlador de la bomba contra incendio.

⁴Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran al impulsor del motor diésel.

Δ **Tabla C.9.2.5 Datos recomendados para mantenimiento**

Datos	Fuente de la información	Datos accesibles para							
		Monitoreo de la supervisión	Monitoreo del desempeño	Fabricante de la bomba contra incendio	Fabricante del controlador	Fabricante del motor diésel	Análisis estadístico de tercero independiente	Defensa civil	Operaciones remotas
Fecha de mantenimiento o reparación	M		X	X	X	X	X		
Mantenimiento/identificador de reparaciones	M		X	X	X	X	X		
La bomba podría suministrar la demanda máxima del sistema antes del mantenimiento/de la reparación.	M		X	X	X	X	X	X	
Bomba fue significativamente deteriorada	M		X	X	X	X	X	X	
Bomba fue parcialmente deteriorada	M		X	X	X	X	X	X	
Modo de falla	M		X	X ¹	X ²	X ³	X	X	
Explicación de la falla	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Pieza reemplazada (1)	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Pieza reemplazada (2)	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Pieza reemplazada (3)	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Pieza reemplazada (4)	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de piezas	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Mantenimiento o reparación de rutina	M		X	X ¹	X ²	X ³	X		
Fecha y hora en que se completó la reparación	M		X	X	X	X	X		
Nivel del tanque de combustible	A		X			X	X		
Estado del sistema de mantenimiento de combustible	A		X			X	X		

A: El dispositivo de registro debería acceder y registrar los datos automáticamente.

M: Requiere el ingreso manual al momento de la instalación o prueba.

Nota: Se necesita un botón de "registrar datos ahora" o de ingreso desde una tableta o computadora para registrar cada conjunto y/o sub-conjunto de datos de desempeño.

¹Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran a la bomba contra incendio o al motor.

²Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran al controlador de la bomba contra incendio.

³Para los modos de falla y el reemplazo de piezas que involucran al impulsor del motor diésel.

N Tabla C.9.2.10.1(a) Estructura de almacenamiento de datos del cuarto de bombas

Dispositivo	Registros Modbus	Cantidad de registros	Tabla de NFPA 20-2019
Asignaciones de registros de datos del cuarto de bombas (42001–42999)			
Controlador eléctrico	42001–42280	280	Tabla C.9.2.10.1(b)
Controlador diésel	42001–42280	280	Tabla C.9.2.10.1(c)
Indefinido	42281–42290	10	
Controlador de bomba reforzadora (jockey)	42291–42420	130	Tabla C.9.2.10.1(d)
Indefinido	42421–42430	10	
Registro de eventos eléctricos	42431–42460	30	Tabla C.9.2.10.1(e)
Registro de eventos diésel	42431–42460	30	Tabla C.9.2.10.1(f)
Registro de eventos de bombas reforzadoras (jockey)	42461–42490	30	Tabla C.9.2.10.1(g)
Identificaciones de los registros de eventos			Tablas C.9.2.10.1(h), (i), (j)
Indefinido	42491–42500	10	
Curvas de desempeño de bombas	42501–42920	420	Tabla C.9.2.10.1(k)
Parámetros de desempeño de bombas			Tabla C.9.2.10.1(l)
Indefinido	42921–42999	80	
Asignaciones de registros de datos del cuarto de bombas (43001–43999)			
Motor diésel	43001–43200	200	Tabla C.9.2.10.1(m)
Indefinido	43201–43999	800	

Nota:

Los datos de los controladores de motores eléctricos y diésel y los registros comparten los mismos registros.

N Tabla C.9.2.10.1(b) Controlador de bomba contra incendios con motor eléctrico

Registro Modbus (42001-42290)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
		Dispositivo del cuarto de bombas					
42001		Identificación del dispositivo del cuarto de bombas			RO		Ver Nota 2
42002-42010		Indefinido			RO		
42011-42020		Nombre del fabricante			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42021-42030		Modelo básico			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42031-42040		Tipo de controlador			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42041-42050		Número de serie			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42051-42060		Versión de software			RO	Texto ASCII	20 caracteres
		Sello de hora y fecha					
42061-42064		Fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42065-42070		Indefinido			RO		
		Alarmas					
42071	D0	Energía CA disponible			RO	Booleana	Ver Nota 4
	D1	Alarma audible (alarma común)			RO	Bool	
	D2	Alarma de falla de fase			RO	Bool	
	D3	Alarma de inversión de fase			RO	Bool	
	D4	Alarma de motor en funcionamiento			RO	Bool	
	D5	Alarma de fase única del motor			RO	Bool	
	D6	Alarma de sobrecarga del motor			RO	Bool	
	D7	Alarma de falla en arranque			RO	Bool	
	D8	Alarma de ruptor de circuito disparado			RO	Bool	
	D9	Alarma de baja tensión en línea CA			RO	Bool	
	D10	Alarma de sobretensión en línea CA			RO	Bool	
	D11	Alarma de frecuencia baja en línea CA			RO	Bool	
	D12	Alarma de frecuencia alta en línea CA			RO	Bool	
	D13	Alarma de baja temperatura en cuarto de bombas		X	RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42072	D0	Demanda de arranque de presión (presión baja)			RO	Bool	
	D1	Demanda de arranque remoto			RO	Bool	
	D2	Demanda de arranque de diluvio			RO	Bool	
	D3	Demanda de arranque de prueba semanal			RO	Bool	
	D4	Demanda arranque de pulsador local			RO	Bool	
	D5	Demanda de arranque de operador mecánico (funcionamiento de emergencia)			RO	Bool	
	D6	Bloqueo activo (enclavamiento)			RO	Bool	
	D7	Alarma de presión de descarga baja		X	RO	Bool	
	D8	Alarma de presión de succión baja		X	RO	Bool	
	D9	Apagado por presión de succión baja activo		X	RO	Bool	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(b) *Continuación*

	D10	Alarma de sobrepresión del sistema			RO	Bool	
	D11	Falla del transductor de presión			RO	Bool	
	D12	Prueba del transductor de presión correcta			RO	Bool	
	D13	Error de configuración de prueba semanal/mensual			RO	Bool	
	D14	Demanda de prueba semanal activa			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42073	D0	Interruptor de transferencia en posición normal			RO	Bool	
	D1	Interruptor de transferencia en posición de emergencia			RO	Bool	
	D2	Energía normal de interruptor de transferencia disponible		X	RO	Bool	
	D3	Energía de emergencia de interruptor de transferencia disponible		X	RO	Bool	
	D4	Alarma de interruptor de aislamiento de emergencia abierto			RO	Bool	
	D5	Señal de arranque del motor del generador			RO	Bool	
	D6	Deslaste de carga activo		X	RO	Bool	
	D7	Indefinido			RO	Bool	
	D8	VFD listo			RO	Bool	
	D9	Alarma de falla de VFD			RO	Bool	
	D10	Comando hacia adelante de VFD activo		X	RO	Bool	
	D11	Comando en reversa de VFD activo		X	RO	Bool	
	D12	Controlador en derivación, arranque suave/VFD únicamente			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42074	D0	Tiempo de funcionamiento mínimo activo			RO	Bool	
	D1	Temporizador de funcionamiento mínimo agotado			RO	Bool	
	D2	Tiempo de retardo secuencial activo			RO	Bool	
	D3	Tiempo de retardo de aceleración activo		X	RO	Bool	
	D4	Tiempo de retardo de zona alta activo		X	RO	Bool	
	D5	Tiempo de retardo de nuevo arranque activo		X	RO	Bool	
	D6	Tiempo de activación de rotor bloqueado activo		X	RO	Bool	
	D7	Tiempo de retardo de deslaste de carga activo		X	RO	Bool	
	D8	Indefinido			RO	Bool	
	D9	Indefinido			RO	Bool	
	D10	Indefinido			RO	Bool	
	D11	Indefinido			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(b) *Continuación*

	D15	Indefinido			RO	Bool	
42075–42090		Indefinido			RO		
		Datos dinámicos en tiempo real					
42091		Voltios CA líneas 1–2	V		RO	0–60000	0.1·Raw
42092		Voltios CA líneas 2–3	V		RO	0–60000	0.1·Raw
42093		Voltios CA líneas 3–1	V		RO	0–60000	0.1·Raw
42094		Amperios CA línea 1	A		RO	0–50000	0.1·Raw
42095		Amperios CA línea 2	A		RO	0–50000	0.1·Raw
42096		Amperios CA línea 3	A		RO	0–50000	0.1·Raw
42097		Frecuencia de línea	Hz		RO	0–1000	0.1·Raw
42098–42100		Indefinido					
42101		Presión de descarga de bomba (presión del sistema)	psi/bar/kPa		RO	0–6000	0.1·Raw
42102		Presión de succión	psi/bar/kPa	X	RO	0–6000	0.1·Raw
42103		Presión neta = sistema – succión	psi/bar/kPa	X	RO	0–6000	0.1·Raw
42104		Presión del sistema en apagado de la bomba	psi/bar/kPa		RO	0–10000	0.1·Raw
42105		Flujo	gpm/L/min	X	RO	0–50000	
42106		Velocidad del motor	rpm	X	RO	0–4000	
42107		Velocidad del motor del VFD	Hz	X	RO	0–1000	0.1·Raw
42108–42110		Indefinido					
42111		Temperatura del agua, cubierta de la bomba	°F/°C	X	RO	0–1000	0.1·Raw
42112		Temperatura del cuarto de bombas	°F/°C	X	RO	0–1000	0.1·Raw
42113–42114		Nivel del tanque de almacenamiento	gal	X	RO	0–10,000,0000	
42115–42130		Indefinido					
		Configuraciones del controlador					
42131		Arranque de presión	psi/bar/kPa		RO	0–600	
42132		Parada de presión	psi/bar/kPa		RO	0–600	
42133		Parada manual únicamente			RO	0 = Automática, 1 = Parada manual únicamente	
42134		Temporizador de funcionamiento mínimo (temporizador de período de funcionamiento)	s		RO	0–6000	
42135		Temporizador secuencial	s		RO	0–6000	
42136		Temporizador de prueba semanal, día	día		RO	0–6, Domingo = 0	
42137		Temporizador de prueba semanal, h	h			0–23	
42138		Temporizador de prueba semanal, min	min			0–59	
42139		Unidades de presión			RO	0 = psi, 1 = bar, 2 = kPa	
42140		Unidades de flujo		X	RO	0 = gpm, 1 = L/min	
42141		Unidades de temperatura		X	RO	0 = °F, 1 = °C	
42142–42150		Indefinido					

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(b) *Continuación*

Datos históricos							
42151		Corriente de arranque máxima línea A	A	X	RO	0-30000	0.1·Raw
42152		Corriente de arranque máxima línea B	A	X	RO	0-30000	0.1·Raw
42153		Corriente de arranque máxima línea C	A	X	RO	0-30000	0.1·Raw
42154		Corriente de funcionamiento máxima línea A	A	X	RO	0-50000	0.1·Raw
42155		Corriente de funcionamiento máxima línea B	A	X	RO	0-50000	0.1·Raw
42156		Corriente de funcionamiento máxima línea C	A	X	RO	0-50000	0.1·Raw
42157		Voltios CA inactivos mínimos líneas 1-2	V	X	RO	0-1000	
42158		Voltios CA inactivos mínimos líneas 2-3	V	X	RO	0-1000	
42159		Voltios CA inactivos mínimos líneas 3-1	V	X	RO	0-1000	
42160		Voltios CA inactivos máximos líneas 1-2	V	X	RO	0-1000	
42161		Voltios CA inactivos máximos líneas 2-3	V	X	RO	0-1000	
42162		Voltios CA inactivos máximos líneas 3-1	V	X	RO	0-1000	
42163		Voltios CA de arranque mínimos líneas 1-2	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42164		Voltios CA de arranque mínimos líneas 2-3	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42165		Voltios CA de arranque mínimos líneas 3-1	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42166		Voltios CA de funcionamiento mínimos líneas 1-2	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42167		Voltios CA de funcionamiento mínimos líneas 2-3	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42168		Voltios CA de funcionamiento mínimos líneas 3-1	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42169		Voltios CA de funcionamiento máximos líneas 1-2	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42170		Voltios CA de funcionamiento máximos líneas 2-3	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42171		Voltios CA de funcionamiento máximos líneas 3-1	V	X	RO	0-60000	0.1·Raw
42172		Frecuencia mínima	Hz	X	RO	0-1000	0.1·Raw
42173		Frecuencia máxima	Hz	X	RO	0-1000	0.1·Raw
42174		Últimos amperios CA de rotor bloqueado línea 1	A	X	RO	0-50000	
42175		Últimos amperios CA de rotor bloqueado línea 2	A	X	RO	0-50000	
42176		Últimos amperios CA de rotor bloqueado línea 3	A	X	RO	0-50000	
42177-42178		Indefinido					
42179		Presión mínima del sistema	psi/bar/kPa	X	RO	0-6000	0.1·Raw
42180		Presión máxima del sistema	psi/bar/kPa	X	RO	0-6000	0.1·Raw
42181		Contador, cantidad de arranques			RO	0-10000	
42182		Contador, cantidad de solicitudes de arranque			RO	0-10000	
42183		Tiempo de funcionamiento total, en horas	h		RO	0-59999	
42184		Tiempo de funcionamiento total, en minutos	min		RO	0-59	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(b) *Continuación*

42185		Tiempo de funcionamiento total, en segundos	s		RO	0-59	
42186		Último tiempo de funcionamiento de la bomba, en minutos	min		RO	0-59	
42187		Último tiempo de funcionamiento de la bomba, en segundos	s		RO	0-59	
42188		Tiempo total de encendido del controlador, en horas	h		RO	0-59999	
42189		Tiempo total de encendido del controlador, en minutos	min		RO	0-59	
42190		Tiempo total de encendido del controlador, en segundos	s		RO	0-59	
42191		Horas desde último funcionamiento	h		RO	0-59999	
42192		Horas desde última prueba de válvula solenoide de drenaje	h		RO	0-59999	
42193-42196		Último arranque de la bomba, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42197-42202		Última falla de fase, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42203-42206		Última inversión de fase, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42207-42210		Última activación de rotor bloqueado, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42211-42230		Indefinido					
42231-42280		Específico del fabricante				50 registros	
42281-42290		Indefinido					

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

N Tabla C.9.2.10.1(c) Controlador de bomba contra incendio con motor diésel

Registro Modbus (42001–42280)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
		Dispositivo del cuarto de bombas					
42001		Identificación del dispositivo del cuarto de bombas			RO		Ver Nota 2
42002–42010		Indefinido			RO		
42011–42020		Nombre del fabricante			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42021–42030		Modelo básico			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42031–42040		Tipo de controlador			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42041–42050		Número de serie			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42051–42060		Versión de software			RO	Texto ASCII	20 caracteres
		Sello de hora y fecha					
42061–42064		Fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42065–42070		Indefinido			RO		
		Alarmas					
42071	D0	Alarma de falla de energía CA			RO	Booleana	
	D1	Alarma audible (común)			RO	Bool	
	D2	Interruptor de control en automático			RO	Bool	
	D3	Interruptor de control en manual			RO	Bool	
	D4	Motor en funcionamiento			RO	Bool	
	D5	Arranque en batería nro. 1 activo			RO	Bool	
	D6	Arranque en batería nro. 21 activo			RO	Bool	
	D7	Arranque en reposo activo			RO	Bool	
	D8	Alarma de falla en arranque			RO	Bool	
	D9	Alarma de problema en el sistema nro. 1			RO	Bool	
	D10	Alarma de problema en el sistema nro. 2			RO	Bool	
	D11	Alarma de arranque con falla en energía CA			RO	Bool	
	D12	Alarma de falla en contactor de arranque nro. 1			RO	Bool	
	D13	Alarma de falla en contactor de arranque nro. 2			RO	Bool	
	D14	Alarma grupal del problema en la bomba			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42072	D0	Demanda de arranque de presión (presión baja)			RO	Bool	
	D1	Demanda de arranque remoto			RO	Bool	
	D2	Demanda de arranque de diluvio			RO	Bool	
	D3	Demanda de arranque de prueba semanal			RO	Bool	
	D4	Bloqueo activo (enclavamiento)			RO	Bool	
	D5	Alarma de presión de descarga baja			RO	Bool	
	D6	Alarma de presión de succión baja			RO	Bool	
	D7	Apagado por presión de succión baja activo			RO	Bool	
	D8	Alarma de sobrepresión del sistema			RO	Bool	
	D9	Falla del transductor de presión			RO	Bool	
	D10	Prueba del transductor de presión correcta			RO	Bool	
	D11	Error de configuración de prueba semanal/mensual			RO	Bool	
	D12	Demanda de prueba semanal activa			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(c) Continuación

Registro Modbus (42001-42280)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42073	D0	Batería nro. 1 correcta			RO	Bool	
	D1	Batería nro. 2 correcta			RO	Bool	
	D2	Alarma de falla en batería nro. 1			RO	Bool	
	D3	Alarma de falla en batería nro. 2			RO	Bool	
	D4	Alarma de falla en cargador nro. 1			RO	Bool	
	D5	Alarma de falla en cargador nro. 2			RO	Bool	
	D6	Batería nro. 1 en eualización		X	RO	Bool	
	D7	Batería nro. 2 en eualización		X	RO	Bool	
	D8	Alarma de sobretensión de batería nro. 1			RO	Bool	
	D9	Alarma de sobretensión de batería nro. 2			RO	Bool	
	D10	Indefinido			RO	Bool	
	D11	Indefinido			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42074	D0	Alarma de exceso de velocidad			RO	Bool	
	D1	Alarma de temperatura del agua refrigerante del motor alta			RO	Bool	
	D2	Alarma de presión de aceite baja			RO	Bool	
	D3	Alarma de temperatura del cuarto de bombas baja		X	RO	Bool	
	D4	Alarma de nivel del reservorio alto		X	RO	Bool	
	D5	Alarma de nivel del reservorio bajo		X	RO	Bool	
	D6	Alarma de nivel del tanque de combustible bajo			RO	Bool	
	D7	Alarma de nivel del tanque de combustible alto		X	RO	Bool	
	D8	Alarma de derrame del tanque de combustible			RO	Bool	
	D9	Mantenimiento del combustible necesario			RO	Bool	
	D10	Válvula de alivio abierta			RO	Bool	
	D11	Alarma de presión de aire baja (motores de arranque con aire)			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42075	D0	Terminal de motor 301 del interruptor del módulo de control electrónico (Electronic control module switch o ECMS)			RO	Bool	
	D1	Terminal de motor 302 por mal funcionamiento de la inyección de combustible (Fuel injection malfunction o FIM)			RO	Bool	
	D2	Terminal de motor 303 de advertencia de módulo de control electrónico (Electronic control module warning o ECMW)			RO	Bool	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(c) *Continuación*

Registro Modbus (42001-42280)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
	D3	Terminal de motor 304 de falla del módulo de control electrónico (Electronic control module failure o ECMF)			RO	Bool	
	D4	Terminal de motor 305 para opción de motor de presión de succión baja (Low suction pressure o LSP)			RO	Bool	
	D5	Terminal de motor 310 de temperatura del agua cruda alta (High raw temperature o HRT)			RO	Bool	
	D6	Terminal de motor 311 de flujo de agua cruda bajo (Low raw flow o LRF)			RO	Bool	
	D7	Terminal de motor 312 de temperatura del motor baja (Low engine temperature o LET)			RO	Bool	
	D8	Indefinido			RO	Bool	
	D9	Indefinido			RO	Bool	
	D10	Indefinido			RO	Bool	
	D11	Indefinido			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42076	D0	Tiempo de funcionamiento mínimo activo			RO	Bool	
	D1	Funcionamiento mínimo agotado			RO	Bool	
	D2	Tiempo de retardo secuencial activo			RO	Bool	
	D3	Tiempo de retardo de zona alta activo		X	RO	Bool	
	D4	Tiempo de retardo de arranque por falla de energía activo		X	RO	Bool	
	D5	Indefinido			RO	Bool	
	D6	Indefinido			RO	Bool	
	D7	Indefinido			RO	Bool	
	D8	Indefinido			RO	Bool	
	D9	Indefinido			RO	Bool	
	D10	Indefinido			RO	Bool	
	D11	Indefinido			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42077-42090		Indefinido					
		Datos dinámicos en tiempo real					
42091		Voltios batería nro. 1	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42092		Voltios batería nro. 2	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42093		Entrada de energía CA cargador 1	V		RO	0-3000	
42094		Amperios batería nro. 1	A		RO	0-5000	0.01·Raw
42095		Amperios batería nro. 2	A		RO	0-5000	0.01·Raw
42096		Entrada de energía CA cargador 2	V		RO	0-3000	
40097-42100		Indefinido					

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(c) Continuación

Registro Modbus (42001-42280)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
42101		Presión de descarga de la bomba (presión del sistema)	psi/bar/kPa		RO	0-6000	0.1·Raw
42102		Presión de succión	psi/bar/kPa	X	RO	0-6000	0.1·Raw
42103		Presión neta = sistema - succión	psi/bar/kPa	X	RO	0-6000	0.1·Raw
42104		Presión del sistema en apagado de la bomba	psi/bar/kPa		RO	0-1000	0.1·Raw
42105		Flujo	gpm/L/min	X		0-50000	
42106		Velocidad del motor	rpm	X		0-4000	
42107-42110		Indefinido					
42111		Temperatura del agua, cubierta de la bomba	°F/°C	X	RO	0-1000	0.1·Raw
42112		Temperatura del cuarto de bombas	°F/°C	X	RO	0-1000	0.1·Raw
42113-42114		Nivel del tanque de almacenamiento	gal	X	RO	0-10,000,000	
42115		Nivel del tanque de combustible	gal	X	RO	0-2000	
42116-42130		Indefinido					
		Configuraciones del controlador					
42131		Arranque de presión	psi/bar/kPa		RO	0-600	
42132		Parada de presión	psi/bar/kPa		RO	0-600	
42133		Parada manual únicamente			RO	0 = Automática, 1 = Parada manual únicamente	
42134		Temporizador de funcionamiento mínimo (temporizador de periodo de funcionamiento)	s		RO	0-6000	
42135		Temporizador secuencial	s		RO	0-6000	
42136		Temporizador de prueba semanal, día	día		RO	0-6, Domingo = 0	
42137		Temporizador de prueba semanal, h	h			0-23	
42138		Temporizador de prueba semanal, min	min			0-59	
42139		Unidades de presión			RO	0 = psi, 1 = bar, 2 = kPa	
42140		Unidades de flujo		X	RO	0 = gpm, 1 = L/min	
42141		Unidades de temperatura		X	RO	0 = °F, 1 = °C	
42142-42150		Indefinido					
		Datos históricos					
42151		Tensión mínima batería nro. 1	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42152		Tensión mínima batería nro. 2	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42153		Tensión máxima batería nro. 1	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42154		Tensión máxima batería nro. 2	V		RO	0-5000	0.01·Raw
42155		Amperios mínimos batería nro.1	A		RO	0-1500	0.1·Raw
42156		Amperios mínimos batería nro. 2	A		RO	0-1500	0.1·Raw
42157		Amperios máximos batería nro.1	A		RO	0-1500	0.1·Raw
42158		Amperios máximos batería nro.2	A		RO	0-1500	0.1·Raw
42159-42178		Indefinido					
42179		Presión mínima del sistema	psi/bar/kPa		RO	0-6000	0.1·Raw
42180		Presión máxima del sistema	psi/bar/kPa		RO	0-6000	0.1·Raw
42181		Contador, cantidad de arranques			RO	0-10000	
42182		Contador, cantidad de solicitudes de arranque			RO	0-10000	
42183		Tiempo de funcionamiento total, en horas	h		RO	0-59999	

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(c) *Continuación*

Registro Modbus (42001–42280)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
42184		Tiempo de funcionamiento total, en minutos	min		RO	0–59	
42185		Tiempo de funcionamiento total, en segundos	s		RO	0–59	
42186		Último tiempo de funcionamiento de la bomba, en minutos	min		RO	0–59	
42187		Último tiempo de funcionamiento de la bomba, en segundos	s		RO	0–59	
42188		Tiempo total de encendido del controlador, en horas	h		RO	0–59999	
42189		Tiempo total de encendido del controlador, en minutos	min		RO	0–59	
42190		Tiempo total de encendido del controlador, en segundos	s		RO	0–59	
42191		Horas desde último funcionamiento	h		RO	0–59999	
42192		Horas desde última prueba de válvula solenoide de drenaje	h		RO	0–59999	
42193–42196		Último arranque de la bomba, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42197–42200		Último exceso de velocidad del motor, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42201–42204		Última falla del cargador, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42205–42208		Último problema de la batería, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42209–42212		Último nivel de combustible bajo, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42213–42216		Última temperatura alta del motor, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42217–42220		Última presión baja del motor, fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42221–42230		Indefinido					
42231–42280		Específico del fabricante				50 registros	
42281–42290		Indefinido					

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

N Tabla C.9.2.10.1(d) Controlador de bomba reforzadora (jockey)

Registro Modbus (42291–42430)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
		Dispositivo del cuarto de bombas					
42291		Identificación del dispositivo del cuarto de bombas			RO		Ver Nota 2
42292–42300		Indefinido			RO		
42301–42310		Nombre del fabricante			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42351–42320		Modelo básico			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42361–42330		Tipo de controlador			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42371–42340		Número de serie			RO	Texto ASCII	20 caracteres
42381–42350		Versión de software			RO	Texto ASCII	20 caracteres
		Sello de hora y fecha					
42351–42354		Fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
42355–42360		Indefinido					
		Alarmas					
42361	D0	Energía disponible			RO	Booleana	
	D1	Bomba en funcionamiento			RO	Bool	
	D2	Alarma de falla en el arranque			RO	Bool	
	D3	Alarma común			RO	Bool	
	D4	Indefinido			RO	Bool	
	D5	Indefinido			RO	Bool	
	D6	Indefinido			RO	Bool	
	D7	Indefinido			RO	Bool	
	D8	Indefinido			RO	Bool	
	D9	Indefinido			RO	Bool	
	D10	Indefinido			RO	Bool	
	D11	Indefinido			RO	Bool	
	D12	Indefinido			RO	Bool	
	D13	Indefinido			RO	Bool	
	D14	Indefinido			RO	Bool	
	D15	Indefinido			RO	Bool	
42362–42370		Indefinido					
		Datos dinámicos en tiempo real					
42371		Presión de descarga de la bomba (presión del sistema)	psi/bar/kPa		RO	0–6000	0.1·Raw
42372–42380		Indefinido					
		Configuraciones del controlador					
42381		Arranque de presión	psi/bar/kPa		RO	0–600	
42382		Parada de presión	psi/bar/kPa		RO	0–600	
42383		Interruptor principal en automático			RO	1 = Interruptor en AUTO	
42384		Interruptor principal en manual			RO	1 = Interruptor en MANUAL	
42385		Interruptor principal en apagado (off)			RO	1 = Interruptor en OFF	
42386		Unidades de presión			RO	0 = psi, 1 = bar, 2 = kPa	
42387–42390		Indefinido					

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(d) *Continuación*

		Datos históricos				
42391		Contador, cantidad de arranques			RO	0-10000
42392		Tiempo total de funcionamiento de bomba reforzadora (jockey), en horas	hora		RO	0-59999
42393		Tiempo total de funcionamiento de bomba reforzadora (jockey), en minutos	min		RO	0-59
42394-42400		Indefinido				
42401-42420		Específico del fabricante				20 registros
42421-42430		Indefinido				

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.**N** Tabla C.9.2.10.1(e) Acceso a los datos del registro de eventos – Controlador bomba contra incendios motor eléctrico

Registro Modbus (42431-42460)	Descripción	Unidades	Se escribe	Rango	Escalamiento y notas
42431	Rebobinar registro de eventos de mayor antigüedad		RO		Leer registro para rebobinar
42432	Rebobinar registro de eventos de 1 día atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42433	Rebobinar registro de eventos de 7 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42434	Rebobinar registro de eventos de 30 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42435	Rebobinar registro de eventos de 60 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42436	Rebobinar registro de eventos de 90 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42437-42440	Indefinido				
42441-42443	Sello de fecha y hora	milisegundos	RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 2
42444	Identificación del evento		RO	1-250	Ver identificación Tabla C.9.2.10.1(h) Identificación de evento = 0 es EOF
42445	Valor de evento 1	psi/bar/kPa	RO	0-6000	0.1-Raw
42446	Indicadores, valor de evento 1				
42447-42450	Indefinido				
42451-42460	Fabricante, puede ser configurado			10 registros	

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

N Tabla C.9.2.10.1(f) Acceso a los datos del registro de eventos – Controlador Bomba contra incendios diésel

Registro Modbus (42431–42460)	Descripción	Unidades	Se escribe	Rango	Escalamiento y notas
42431	Rebobinar registro de eventos de mayor antigüedad		RO		Leer registro para rebobinar
42432	Rebobinar registro de eventos de 1 día atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42433	Rebobinar registro de eventos de 7 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42434	Rebobinar registro de eventos de 30 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42435	Rebobinar registro de eventos de 60 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42436	Rebobinar registro de eventos de 90 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42437–42440	Indefinido				
42441–42443	Sello de fecha y hora	milisegundos	RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 2
42444	Identificación del evento		RO	1–250	Ver identificación Tabla C.9.2.10.1(i) Identificación de evento = 0 es EOF
42445	Valor de evento 1	psi/bar/kPa	RO	0–6000	0.1·Raw
42446	Indicadores, valor de evento 1				
42447–42450	Indefinido				
42451–42460	Fabricante, puede ser configurado			10 registros	

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

N Tabla C.9.2.10.1(g) Acceso a los datos del registro de eventos – Controlador de bomba reforzadora (jockey)

Registro Modbus (42461–42490)	Descripción	Unidades	Se escribe	Rango	Escalamiento y notas
42461	Rebobinar registro de eventos de mayor antigüedad		RO		Leer registro para rebobinar
42462	Rebobinar registro de eventos de 1 día atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42463	Rebobinar registro de eventos de 7 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42464	Rebobinar registro de eventos de 30 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42465	Rebobinar registro de eventos de 60 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42466	Rebobinar registro de eventos de 90 días atrás		RO		Leer registro para rebobinar
42467–42470	Indefinido				
42471–42473	Sello de fecha y hora	milisegundos	RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 2
42474	Identificación del evento		RO	1–250	Ver identificación Tabla C.9.2.10.1(j) Identificación de evento = 0 es EOF
42475	Valor de evento 1	psi/bar/kPa	RO	0–6000	0.1·Raw
42476	Indicadores, valor de evento 1				
42477–42480	Indefinido				
42481–42490	Fabricante, puede ser configurado			10 registros	
42491–42500	Indefinido				

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

N Tabla C.9.2.10.1(h) Mensajes de eventos motor eléctrico

ID	Mensaje del evento
1	Bomba en funcionamiento
2	Bomba parada
3	Falla en el arranque
4	Falla en el arranque notificada
5	Solicitud de arranque
6	Activación de rotor bloqueado
7	Activación de rotor no encendida
8	Sobretensión
9	Sobre-frecuencia
10	Baja tensión
11	Baja frecuencia
12	Desequilibrio de tensión
13	Falla de fase
14	Inversión de fase
15	Corriente >320% FLA
16	Sobrecarga del motor
17	Tensión nominal
18	Tensión equilibrada
19	Frecuencia nominal
20	Fase nominal
21	Secuencia de fase
22	Corriente nominal
23	Motor normal
24	Enclavamiento encendido
25	Enclavamiento apagado
26	Diluvio abierto
27	Diluvio cerrado
28	Presión baja
29	Presión normal
30	Botón de parada manual
31	Parada manual liberada
32	Energía transferida
33	Energía retransferida
34	Tensión de control correcta
35	Sin tensión de control
36	Desconexión de carga
37	Reconexión de carga
38	Entrada de arranque local
39	Arranque local no encendido
40	Entrada de arranque remoto
41	Arranque remoto no encendido
42	Funcionamiento de emergencia encendido
43	Funcionamiento de emergencia apagado
44	Interruptor de aislamiento de emergencia encendido
45	Interruptor de aislamiento de emergencia apagado
46	Arranque suave con sobre-temperatura en derivación
47	Arranque suave con sobre-temperatura normal
48	Arranque del motor verificado
49	Falla de presión
50	Presión en rango
51	Registro de presión
52	Registro de presión en ejecución
53	Base de datos vacía
54	Reconfiguración del sistema
55	Registros de datos vaciado
56	Presión de succión baja
57	Presión de succión correcta
58	Reservorio bajo
59	Reservorio correcto
60	Temperatura del cuarto de bombas baja

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(h) Continuación

ID	Mensaje del evento
61	Temperatura del cuarto de bombas correcta
62	Inconveniente en cuarto de bombas
63	Normalidad en cuarto de bombas
64	Voltios mínimos para arranque
65	Corriente de arranque máxima
66	Deslaste de carga
67	Restauración de carga
68	Prueba semanal en ejecución
69	Prueba semanal realizada
70	Parámetros reconfigurados
71	Reconfiguración de contraseña
72	Nivel de succión bajo
73	Nivel de succión correcto
74	Arranque automático
75	Arranque automático no encendido
76	Error de calibración
77	Error de calibración no encendido
78	Prueba en curso
79	Prueba completada
80	Bomba reforzadora (jockey) en funcionamiento
81	Bomba reforzadora (jockey) apagada
82	Falla en bomba reforzadora (jockey)
83	Bomba reforzadora (jockey) funciona correctamente
84	Parada de emergencia
85	Parada de emergencia liberada
86	Derivación del VFD
87	VFD activo
88	Falla en VFD
89	Falla en VFD no encendida
90	Sobrepresión del sistema
91	Presión del sistema correcta
92	Prueba semanal pendiente
93	Prueba semanal pendiente no encendida
94	Falla en dispositivo de arranque suave
95	Dispositivo de arranque suave funciona correctamente
96	VFD listo
97	VFD no listo
98	Derivación normal
99	Derivación de emergencia
100	Medidor de flujo encendido
101	Medidor de flujo apagado
102	Entrada de arranque automático
103	Entrada de arranque automático no encendida
104	Delta de presión
105	Pulsador de prueba de arranque
106	Falla de la prueba
107	Anulación de la prueba
108	Parada manual habilitada
109	Parada manual deshabilitada
110	Pulsador manual de arranque
111	Bomba para tareas industriales
112	Bomba de reserva
113	Unidad disponible
114	Unidad no disponible
115	Apagado activado
116	Apagado liberado
117	Válvula de alivio abierta
118	Válvula de alivio cerrada
119	Entrada para prueba manual
120	Prueba manual no encendida
121	Temporizador de VFD (apagado)
122	Reactivación de VFD (encendido)
123-250	Indefinido

N Tabla C.9.2.10.1(i) Mensajes de eventos motor diésel

ID	Mensaje del evento
1	Motor en funcionamiento
2	Motor parado
3	Falla en el arranque
4	Falla en el arranque notificada
5	Solicitud de arranque
6	Enclavamiento encendido
7	Enclavamiento apagado
8	Diluvio abierto
9	Diluvio cerrado
10	Presión baja
11	Presión normal
12	Botón de parada manual
13	Parada manual liberada
14	Funcionamiento de arranque remoto
15	Terminal de arranque remoto
16	Falla de presión
17	Presión en rango
18	Registro de presión
19	Registro de presión en ejecución
20	Reconfiguración del sistema
21	Presión de succión baja
22	Presión de succión no encendida
23	Problema en cuarto de bombas
24	Cuarto de bombas normal
25	Prueba semanal en ejecución
26	Prueba semanal realizada
27	Parámetros reconfigurados
28	Reconfiguración de contraseña
29	Medidor de flujo encendido
30	Medidor de flujo no encendido
31	Entrada de derrame de combustible
32	Derrame de combustible no encendido
33	Exceso de velocidad del motor
34	Exceso de velocidad del motor no encendido
35	Temperatura del motor alta
36	Temperatura del motor alta correcta
37	Presión de aceite baja
38	Presión de aceite baja correcta
39	Nivel de combustible bajo
40	Nivel de combustible bajo correcto
41	Nivel de combustible alto
42	Nivel de combustible alto correcto
43	Temperatura del cuarto de bombas baja
44	Temperatura del cuarto de bombas correcta
45	Reservorio alto
46	Reservorio alto no encendido
47	Reservorio bajo
48	Reservorio bajo no encendido
49	Válvula de alivio abierta
50	Válvula de alivio cerrada
51	Falla en cargador 1
52	Cargador 1 recuperado
53	Falla en cargador 2
54	Cargador 2 recuperado
55	Problema en batería 1
56	Batería 1 no encendida
57	Problema en batería 2
58	Batería 2 no encendida
59	Botón de arranque 1
60	Botón de arranque 1 no encendido
61	Botón de arranque 2
62	Botón de arranque 2 no encendido

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(i) Continúa

ID	Mensaje del evento
63	Error de calibración
64	Error de calibración no encendido
65	Sin tensión de control
66	Tensión de control correcta
67	Batería faltante
68	Batería faltante correcto
69	Pérdida de energía CA
70	Energía CA restaurada
71	Prueba en curso
72	Prueba completada
73	Arranque automático
74	Arranque automático no encendido
75	Nivel de succión bajo
76	Nivel de succión correcto
77	Interruptor principal apagado
78	Interruptor principal automático
79	Interruptor principal manual
80	Bomba reforzadora (jockey) en funcionamiento
81	Bomba reforzadora (jockey) apagada
82	Falla en bomba reforzadora (jockey)
83	Bomba reforzadora (jockey) funciona correctamente
84	Batería 1 fuera
85	Batería 1 fuera apagada
86	Batería 2 fuera
87	Batería 2 fuera apagada
88	Cargador 1 fuera
89	Cargador 1 fuera apagado
90	Cargador 2 fuera
91	Cargador 2 fuera apagado
92	Prueba semanal pendiente
93	Prueba semanal pendiente no encendida
94	Sobrepresión del sistema
95	Presión del sistema correcta
96	Falla en inyector de combustible
97	Inyector de combustible correcto
98	Falla en continuidad de bobina 1
99	Falla en continuidad de bobina 2
100	Arranque con pérdida de energía CA
101	Tensión CA alta
102	Tensión CA normal
103	Tensión CA baja
104	Retardo en la pérdida de energía CA
105	Estado de relé de válvula de combustible
106	Sensor de presión baja
107	Entrada de arranque automático
108	Entrada de arranque automático no encendida
109	Presión delta
110	Arranque 1
111	Arranque 2
112	Modo apagado apagado
113	Modo automático apagado
114	Modo manual apagado
115	Bomba reforzadora (jockey) en funcionamiento
116	Bomba reforzadora (jockey) apagada
117	Falla en bomba reforzadora (jockey)
118	Bomba reforzadora (jockey) funciona correctamente
119	Batería 1 sacada
120	Batería 1 sacada apagada
121	Batería 2 sacada
122	Batería 2 sacada apagada

(Continúa)

N Tabla C.9.2.10.1(i) *Continuación*

ID	Mensaje del evento
123	Cargador 1 sacado
124	Cargador 1 fuera apagado
125	Cargador 2 fuera
126	Cargador 2 fuera apagado
127	Prueba semanal pendiente
128	Prueba semanal pendiente no encendida
129	Sobrepresión del sistema
130	Presión del sistema correcta
131	Falla en inyector de combustible
132	Inyector de combustible correcto
133	Arranque con falla primaria
134	Falla primaria no encendida
135	Interrupción primaria
136	Interrupción primaria no encendida
137	Falla en continuidad de bobina 1
138	Falla en continuidad de bobina 2
139	Arranque con pérdida de energía CA
140	Tensión CA alta
141	Tensión CA normal
142	Tensión CA baja
143	Arranque secundario
144	Arranque secundario apagado
145	Retardo en la pérdida de energía CA
146	Estado de relé de válvula de combustible
147	Sensor de presión baja
148	Entrada de arranque automático
149	Entrada de arranque automático no encendida
150	Presión delta
151	Arranque 1
152	Arranque 2
153	Botón para prueba
154	Prueba fallida
155	Prueba anulada
156	Apagado automático deshabilitado
157	Apagado automático habilitado
158	Bomba para tareas industriales
159	Bomba de reserva
160	Unidad disponible
161	Unidad no disponible
162	Válvula de vaciado accionada
163	Válvula de vaciado no accionada
164	Apagado activado
165	Apagado liberado
166	Entrada para prueba manual
167	Prueba manual no encendida
168	Terminal 301, ECMS
169	Terminal 301, ECMS no encendido
170	Terminal 302, FIM
171	Terminal 302, FIM no encendido
172	Terminal 303, ECMW
173	Terminal 303, ECMW no encendido
174	Terminal 304, ECMF
175	Terminal 304, ECMF no encendido
176	Terminal 305, LSP
177	Terminal 304, LSP no encendido
178	Terminal 310, HRT
179	Terminal 310, HRT no encendido
180	Terminal 311, LRF
181	Terminal 311, LRF no encendido
182	Terminal 312, LET
183	Terminal 312, LET no encendido
184-250	Indefinido

N Tabla C.9.2.10.1(j) Mensajes de eventos de bombas reforzadoras (jockey)

ID	Mensaje del evento
1	Bomba en funcionamiento
2	Bomba parada
3	Falla en el arranque
4	Falla en el arranque notificada
5	Solicitud de arranque
6	Falla de fase
7	Inversión de fase
8	Sobrecarga del motor
9	Motor normal
10	Presión baja
11	Presión normal
12	Falla de presión
13	Presión en rango
14	Registro de presión
15	Registro de presión en ejecución
16	Reconfiguración del sistema
17	Parámetros reconfigurados
18	Reconfiguración de contraseña
19	Arranque automático
20	Arranque automático no encendido
21	Interruptor principal apagado
22	Interruptor principal automático
23	Interruptor principal manual
24	Sobrepresión del sistema
25	Presión del sistema correcta
	Entrada de arranque automático no encendida
26	Presión delta
27	Modo apagado apagado
28	Modo automático apagado
29	Modo manual apagado
30	Indefinido
31-250	Indefinido

N Tabla C.9.2.10.1(k) Datos del desempeño (Registros Modbus 42501-42920)

Desplazamiento (offset) de dirección	+0	+1	+2	+3	+4	+5	+6	+7	+8	+9	+10	+11	+12	+13	+14	+15	+16	+17	+18	+19
	Dirección de inicio						Punto de flujo	Flujo medido	Presión del sistema	Presión de succión	Presión sistema-succión	RPM	Amp. L1	Amp. L2	Amp. L3	V. L1-L2	V. L2-L3	V. L3-L1	Unid. de la tabla	No usado
	Año	Mes	Día	Hora	Mins	Segs														
Tabla de datos actuales	42501	42501					0													
	42521	42521					25													
	42541	42541					50													
	42561	42561					75													
	42581	42581					100													
	42601	42601					125													
	42621	42621					150													
Tabla de datos previos	42641	42641					0													
	42661	42661					25													
	42681	42681					50													
	42701	42701					75													
	42721	42721					100													
	42741	42741					125													
	42761	42761					150													
Tabla de datos de aceptación	42781	42781					0													
	42801	42801					25													
	42821	42821					50													
	42841	42841					75													
	42861	42861					100													
	42881	42881					125													
	42901	42901					150													42920

Notas:
 (1) El controlador debería estar configurado para registrar y almacenar los datos para un punto de flujo determinado cuando así sea iniciado por el operador.
 (2) Los datos se organizan en tablas de 7 registros que contienen 18 campos con fecha y hora como el campo clave. Los campos de fecha y hora se organizan según lo establecido por ISO.

N Tabla C.9.2.10.1(l) Datos de los parámetros de la curva de la bomba

Desplazamiento (offset)	Descripción de datos	Rango	Unidades	Se escribe	Escala
+0	Año	1700–3000	Año	RO	
+1	Mes	1–12	Mes	RO	
+2	Día	1–31	Día	RO	
+3	Hora	0–23	Hora	RO	
+4	Minuto	0–59	Minuto	RO	
+5	Segundo	0–59	Segundo	RO	
+6	Punto de flujo porcentual	0–150	%	RO	
+7	Flujo medido	0–50,000	gpm/L/min	RO	
+8	Presión de succión	0–6000	psi/bar/kPa	RO	0.1·Raw
+9	Presión succión sistema	0–6000	psi/bar/kPa	RO	0.1·Raw
+10	Presión del sistema	0–6000	psi/bar/kPa	RO	0.1·Raw
+11	RPM	0–5000	rpm	RO	
+12	Amperios L1	0–60,000	A	RO	0.1·Raw
+13	Amperios L2	0–60,000	A	RO	0.1·Raw
+14	Amperios L3	0–60,000	A	RO	0.1·Raw
+15	Voltios L1-L2	0–50,000	V	RO	0.1·Raw
+16	Voltios L2-L3	0–50,000	V	RO	0.1·Raw
+17	Voltios L3-L1	0–50,000	V	RO	0.1·Raw
+18	Unidades de la tabla		0 = psi, 1 = bar, 2 = kPa	RO	
+19	Unidades de la tabla		0 = gpm, 1 = L/min	RO	

*Cálculo de presión neta.

N Tabla C.9.2.10.1(m) Datos de motores diésel y otros dispositivos del cuarto de bombas

Registro Modbus (43001–43999)	Bit	Descripción	Unidades	Opcional (X)	Se escribe	Rango (Ver Nota 1)	Escalamiento y notas
		Dispositivo del cuarto de bombas					
43001		Identificación del dispositivo del cuarto de bombas			RO		Ver Nota 2
43002–43010		Indefinido			RO		
43011–43020		Nombre del fabricante			RO	Texto ASCII	20 caracteres
43021–43030		Modelo básico			RO	Texto ASCII	20 caracteres
43031–43040		Tipo de equipo			RO	Texto ASCII	20 caracteres
43041–43050		Número de serie			RO	Texto ASCII	20 caracteres
43051–43060		Versión de software			RO	Texto ASCII	20 caracteres
		Sello de hora y fecha					
43061–43064		Fecha y hora	milisegundos		RO	Número binario de 64 bits	Ver Nota 3
43065–43070		Indefinido			RO		
		Datos de motores diésel					
43071		Unidades de presión			RO	0 = psi, 1 = bar, 2 = kPa	
43072		Unidades de temperatura			RO	0 = °F, 1 = °C	
43073–43080		Indefinido					
43081		Temperatura del refrigerante del motor	°F/°C		RO	0–300	
43082		Presión del aceite del motor	psi/bar/kPa		RO	0–150	
43083		Velocidad del motor	rpm		RO	0–4000	
43084		Horas del motor totales	h		RO	0–59999	
43085–43100		Indefinido					
43101–43199		Específico del fabricante				100 registros	
43200–43999		Indefinido					

Notas:

(1) Un valor de registro de FFFFH indica que los datos no están disponibles.

(2) Ver Figura C.9.2.10.1 para acceder a un ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.

(3) El sello de la fecha y la hora usa un sello de tiempo Unix de 64 bits (Epoch) según ISO 8601, *Data Elements and Interchange Formats – Information Interchange – Representation of Dates and Times*. Por ejemplo, 2017-09-12T14:00:00.0001 es un sello de fecha y hora.

Tipo de dispositivo	Versión objeto	Patrón	
0001	0001	1010	0101

Controlador eléctrico = 0001
 Controlador diésel = 0010
 Controlador Jockey = 0011
 Motor diésel = 0100
 Indefinido = 0101-1111

N **Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes**

Categoría	Ítem	Formato	Valores posibles
	Fabricante (elaborar lista)	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Modelo número	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Tamaño	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Número de serie	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Año de fabricación	4 caracteres	xxxx (año)
	Etiqueta de identificación de dispositivo/componente	Cadena(48)	Alfanuméricos

N **Figura C.9.2.10.1 Ejemplo de identificación de un dispositivo del cuarto de bombas.**

N **Tabla C.9.2.11.1 Formatos de datos**

Nombre de referencia	Formato	Valores posibles			
Bit		0 o 1			
Byte	8 bits	0-256			
Carácter (car)	1 byte	0-256 interpretados como letras, números o símbolos usando la convención ASCII			
Entero (ent)	2 bytes	0-65,534 (Puede suponerse un lugar decimal en la interpretación.)			
		Cuando se use un lugar decimal supuesto para un número donde el primer dígito puede ser mayor de 5, el número se limita a 4 dígitos.			
Número (núm)	5 bytes	Byte	Valor	Número	Potencia de 10
		1º byte	0	Positivo	Positivo
			1	Positivo	Negativo
			2	Negativo	Positivo
		3	Negativo	Negativo	
2º-4º bytes	0-16,777,216	—	—		
5º byte	0-255 (10 ⁿ)	—	—		
Cadena	Multibytes según lo especificado, por ejemplo, cadena(80) es 80 bytes	Cualquier letra, número o símbolo representado en la convención ASCII			
Fecha	8 Caracteres	xxxx (año), xx (mes), xx (día)			
Hora	3 bytes	n horas (0-24), n minutos (0-60), n segundos (0-60)			

N **Tabla C.9.2.11.3 Formato normalizado recomendado para información básica y funcionamiento de bombas contra incendio**

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Tipo de registro	Cadena(48)	REGISTRO DE BOMBA CONTRA INCENDIO (BCI)	—
Nombre de las instalaciones	Cadena(96)	Alfanuméricos	—
Ubicación — Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°to +180°	—
Ubicación — Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°to +90°	—
Ubicación — Coordenadas GPS (elevación)	Número	ft or m	—
Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°to +180°	—
Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°to +90°	—
Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (elevación)	Número	ft or m	—
Informe de unidades de presión	Carácter	(1) psi (2) bar (3) pascales (4) otra	—
Informe de unidades de flujo	Carácter	(1) gpm (2) L/min (3) L/sec (4) m ³ /min (5) pie ³ /min (6) otra	—
Tipo de inspección o prueba	Carácter	(I) Inspección (T) Prueba (M) Mantenimiento (R) Reparación	—
Inicio de señalizador de registro de ítems para ítem	Cadena(16)	INICIO DE REGISTRO	—
Identificador de tipo de unidad (elaborar lista)	Cadena(48)	Alfanuméricos	—
Pasó; no pasó; o pasó, pero requiere atención	Carácter	(P) Pasó (F) No pasó (A) Pasó, pero requiere atención	—
Pasó inspección visual	Carácter	(Y) Yes (N) No (A) Not applicable	—
Mantenimiento requerido	Número	Número ≥0	—
Mantenimiento efectuado	Carácter	(1) No aplicable (2) Terminado (3) Pedido, pero no terminado (4) No pedido	—
Fin de señalizador de registro de ítems	Cadena(16)	FIN DE REGISTRO	—

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 Continuación

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Fin de ITM (todos los componentes informados)	Cadena(48)	FIN DE INFORME DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO	—
Información básica (debería ser suministrada por integrador de paquete de bombas contra incendio)	—	—	—
Inicio información bomba contra incendio	Cadena(16)	INICIO BCI BÁSICA	—
Tipo de bomba contra incendio	Cadena(40)	—	P
Flujo nominal	Número	≥0	P
Presión nominal	Número	≥0	P
Velocidad nominal	Número	≥0	P
Caballos de fuerza nominales	Número	≥0	P
Presión de prueba de fábrica	Número	≥0	P
Presión neta de diseño con flujo cero	Número	≥0	P
Presión neta de diseño de 150%	Número	≥0	P
Presión de arranque de la bomba	Número	≥0	S
Presión de reinicio de la bomba	Número	≥0	S
Presión de succión de diseño	Número	≥0	S
Presión de descarga de diseño	Número	≥0	S
Demanda de flujo máxima del sistema (en brida de descarga de la bomba)	Número	≥0	P
Demanda de presión máxima del sistema (en brida de descarga de la bomba)	Número	≥0	P
Fin información bomba contra incendio	—	FIN BCI BÁSICA	—
Arranque motor bomba contra incendio	—	ARRANQUE MOTOR BCI	—
Fabricante del motor eléctrico	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Tipo de motor eléctrico	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de serie del motor eléctrico	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de modelo del motor eléctrico	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Fecha de entrada en servicio del motor eléctrico	Fecha	Fecha	P
Voltaje nominal del sistema	Número	≥0	P
Caballos de fuerza nominales del motor eléctrico	Número	≥0	P
Velocidad nominal del motor eléctrico	Número	≥0	P
FLA nominal del motor al voltaje nominal del sistema	Número	≥0	P
Factor de servicio del motor	Número	≥0	P
Código de motor en arranque	Carácter	—	P
Amperaje a plena carga en placa de identificación	Número	≥0	P
Fin motor bomba contra incendio	—	FIN MOTOR BCI	—
Inicio motor diésel	—	INICIO MOTOR DIÉSEL	—
Fabricante del motor diésel	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de serie del motor diésel	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de modelo del motor diésel	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Fecha de entrada en servicio del motor diésel	Fecha	Fecha	P
Caballos de fuerza nominales del motor diésel	Número	≥0	P

(Continúa)

N **Tabla C.9.2.11.3** *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Velocidad nominal del motor diésel	Número	≥0	P
Fin motor diésel	—	FIN MOTOR DIÉSEL	—
Inicio controlador BCI	—	INICIO CONTROL BCI	—
Fabricante del controlador	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Tipo de controlador	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de serie del controlador	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número del modelo del controlador	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Fecha de entrada en servicio del controlador	Fecha	Fecha	P
Fin controlador BCI	—	FIN CONTROL BCI	—
Inicio bomba reforzadora (jockey)	—	INICIO REFORZADORA (jockey)	—
Fabricante de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Tipo de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de serie de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de modelo de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Fecha de entrada en servicio de bomba reforzadora (jockey)	Fecha	Fecha	S
Caballos de fuerza de bomba reforzadora (jockey)	Número	≥0	P
Presión de arranque de bomba reforzadora (jockey)	Número	≥0	S
Presión de reinicio de bomba reforzadora (jockey)	Número	≥0	S
Fabricante del controlador de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Inicio bomba reforzadora (jockey)	—	FIN REFORZADORA	—
Inicio controlador de bomba reforzadora (jockey)	—	INICIO CONTROL BR	—
Tipo de controlador de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de serie de controlador de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Número de modelo de controlador de bomba reforzadora (jockey)	Cadena(40)	Alfanuméricos	P
Fecha de entrada en servicio de controlador de bomba reforzadora (jockey)	Fecha	Fecha	P
Fin bomba reforzadora (jockey)	—	FIN CONTROL BR	—
Inicio estado bomba contra incendio	—	INICIO ESTADO BCI	—
Desde controlador	—	—	—
Voltios CA líneas 1-2	Número	Número ≥0	D
Voltios CA líneas 2-3	Número	Número ≥0	D
Voltios CA líneas 3-1	Número	Número ≥0	D
Amps CA línea 1	Número	Número ≥0	D
Amps CA línea 2	Número	Número ≥0	D
Amps CA línea 3	Número	Número ≥0	D
Voltios batería nro. 1	Número	≥0	D
Voltios batería nro. 2	Número	≥0	D
SIN USO	Número	≥0	D
Amps batería nro. 1	Número	≥0	D
Amps batería nro. 2	Número	≥0	D

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
SIN USO	Número	≥0	D
Presión del sistema (psi o bar)	Número	Número ≥0	D
Presión de succión (psi o bar)	Número	Número ≥0	D
Velocidad VFD (Hz)	Número	Número ≥0	D
Entrada aux nro. 1, 0–100%	Número	Número ≥0	D
Entrada aux nro. 2, 0–100%	Número	Número ≥0	D
DESCRIPCIÓN DE ESTADO ENCENDIDO DE ALARMA	—	—	—
De registro de alarma de controlador nro. 1	—	—	—
Tiempo de retardo mínimo para ejecución alto	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo acelerado alto	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo de zona alta alto	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo de secuencia alto	Carácter	S o N	D
Deslastre de carga activo alto	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo de arranque por falla de energía alto	Carácter	S o N	P
Tiempo de retardo de zona alta alto	Carácter	S o N	P
Tiempo de retardo de secuencia alto	Carácter	S o N	P
Motor en funcionamiento alto	Carácter	S o N	P
Alarma de temperatura alta del agua alta	Carácter	S o N	P
Alarma de presión de descarga baja alta	Carácter	S o N	D
Alarma de succión baja alta	Carácter	S o N	D
Parada por succión baja activa alta	Carácter	S o N	D
Alarma de sobrepresión del sistema alta	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo de re-arranque alto	Carácter	S o N	D
Demanda de prueba semanal activa alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla en arranque alta	Carácter	S o N	D
Bloqueo activo alto	Carácter	S o N	D
Arranque en batería #1 alto	Carácter	S o N	P
Arranque en batería #2 alto	Carácter	S o N	P
Reposo alto	Carácter	S o N	P
Registro de alarma nro. 2	Carácter	S o N	—
VFD dispuesto alto	Carácter	S o N	D
Comando hacia adelante del VFD activo alto	Carácter	S o N	D
Comando en reversa del VFD activo alto	Carácter	S o N	D
Registro de alarma nro. 2	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque de presión alta	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque remoto alta	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque de diluvio alta	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque de prueba semanal alta	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque local PB alta	Carácter	S o N	D
Demanda de arranque de operador manual alta	Carácter	S o N	D

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Alarma audible alta	Carácter	S o N	D
Error de configuración para prueba semanal/mensual alto	Carácter	S o N	D
Tiempo mínimo de ejecución agotado alto	Carácter	S o N	D
Tiempo de retardo de deslastre de carga alto	Carácter	S o N	D
Energía Mod ½ correcta alta	Carácter	S o N	D
Arranque con pérdida de energía Mod ½ alto	Carácter	S o N	D
Falla en contactor de arranque nro. 1 alta	Carácter	S o N	P
Falla en contactor de arranque nro. 2 alta	Carácter	S o N	P
Alarma audible alta	Carácter	S o N	P
Error de configuración para prueba semanal/mensual alto	Carácter	S o N	P
Tiempo mínimo de ejecución agotado alto	Carácter	S o N	P
Demanda de bomba alta	Carácter	S o N	P
Interruptor de control en auto alto	Carácter	S o N	P
Interruptor de control en manual alto	Carácter	S o N	P
Falla del transductor de presión alta	Carácter	S o N	D
Prueba del transductor de presión correcta alta	Carácter	S o N	D
Falla VFD alta	Carácter	S o N	D
Controlador en modo de derivación, arranque suave/VFD únicamente alto	Carácter	S o N	D
Registro de alarma nro. 3	Carácter	S o N	D
Tiempo de disparo temporizado alto	Carácter	S o N	D
Motor en funcionamiento alto	Carácter	S o N	D
Alarma de sobrecarga del motor alta	Carácter	S o N	D
Alarma monofásica del motor alta	Carácter	S o N	D
Alarma de inversión de fase alta	Carácter	S o N	D
Alarma de voltaje CA bajo alta	Carácter	S o N	D
Bloqueo con protección inteligente de fase alto	Carácter	S o N	D
Interruptor de transferencia en posición normal alto	Carácter	S o N	D
Interruptor de transferencia en posición de emergencia alto	Carácter	S o N	D
Energía CA disponible alta	Carácter	S o N	D
Arranque con falla en energía CA alto	Carácter	S o N	D
Alarma de presión de descarga baja alta	Carácter	S o N	D
Registro de alarma nro. 3	Carácter	S o N	D
Alarma de falla en batería nro. 1 alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla en batería nro. 2alta	Carácter	S o N	D
Alarma grupal de falla en bomba alta	Carácter	S o N	D
Alarma nro. 1 de falla en sistema alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla en energía CA alta	Carácter	S o N	D
Alarma de sobrevoltaje en batería nro. 1 alta	Carácter	S o N	D
Alarma de sobrevoltaje en batería nro. 2 alta	Carácter	S o N	D
Term 301, ECMS alto	Carácter	S o N	D

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Term 302, FIM alto	Carácter	S o N	D
Term 303, ECMW alto	Carácter	S o N	D
Term 304, ECMF alto	Carácter	S o N	D
Term 310, RWHIT alto	Carácter	S o N	D
Term 311, CRWCLS alto	Carácter	S o N	D
Term 312, LET alto	Carácter	S o N	D
Alarma por presión baja de aceite alta	Carácter	S o N	D
Energía normal disponible en interruptor de transferencia alta	Carácter	S o N	D
Energía de emergencia disponible en interruptor de transferencia alta	Carácter	S o N	D
CB de emergencia abierto alto	Carácter	S o N	D
CB activado alto	Carácter	S o N	D
Señal de arranque de motor baja	Carácter	S o N	D
SIN USO	Carácter	S o N	D
Registro de alarma nro. 4	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 1 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 2 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 3 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 4 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 5 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 6 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 7 alta	Carácter	S o N	D
Falla en entrada de bomba nro. 8 alta	Carácter	S o N	D
Alarma grupal de falla en bomba alta	Carácter	S o N	D
Hasta bit-15 SIN USO	Carácter	S o N	D
Batería nro. 1 en ecualización alta	Carácter	S o N	D
Batería nro. 2 en ecualización alta	Carácter	S o N	D
Batería nro. 1 correcta alta	Carácter	S o N	D
Batería nro. 2 correcta alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla nro. 1 en cargador alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla nro. 2 en cargador alta	Carácter	S o N	D
Alarma de falla nro. 2 en sistema alta	Carácter	S o N	D
SIN USO	Carácter	S o N	D
OTRA INFORMACIÓN	—	—	—
Recuento de arranques	Número	≥0	D
Horas de tiempo de ejecución	Número	≥0	D
Horas desde última ejecución	Número	≥0	D
Horas desde última prueba DVS	Número	≥0	D
Estado de la energía de la bomba contra incendio	Número	≥0	D
Estado de bomba contra incendio en funcionamiento	Número	≥0	D
Prueba de bomba contra incendio en funcionamiento	Número	≥0	D

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Presión de succión (psi o bar)	Número	≥0	D
Presión del sistema (psi o bar)	Número	≥0	D
Presión de descarga de la bomba (psi o bar)	Número	≥0	D
Temperatura del agua en carcasa de la bomba	Número	≥0	D
Temperatura ambiente	Número	≥0	D
Fecha último arranque de la bomba	Fecha	Fecha	S
Hora último arranque de la bomba	Hora	Hora	S
Presión en arranque de la bomba	Número	≥0	S
Tipo de arranque (1-demanda automática, 2-prueba automática, 3-manual)	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual	S
Fecha última parada de la bomba	Fecha	Fecha	S
Hora última parada de la bomba	Hora	Hora	
Presión del sistema en parada de la bomba	Número	≥0	S
Tipo de parada (1-demanda automática, 2-prueba automática, 3-manual, 4-sobrevelocidad, 5-otra falla)	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual (4) Sobrevelocidad (5) Otro	S
Pérdida de energía	—	—	S
Transferencia de energía	—	—	S
Nivel del tanque de combustible	Entero	(1) Por encima de $\frac{2}{3}$ (2) Por debajo de $\frac{2}{3}$	S
Nivel del tanque de combustible (% lleno)	Número	≥0	—
Estado del sistema de mantenimiento de combustible	Carácter	(A) Activo (O) Apagado (N) No funciona apropiadamente	S
Fin estado de bomba	—	FIN ESTADO DE BOMBA	S
Inicio prueba sin flujo (SF)	—	INICIO PRUEBA SF	S
Conjuntos de datos de pruebas sin flujo – 10 conjuntos	—	—	—
Fecha último reinicio de monitoreo sin flujo	Fecha	Fecha	S
Hora último reinicio de monitoreo sin flujo	Hora	Hora	—
Cantidad total de pruebas sin flujo durante el período monitoreado	Número	≥0	S
Tiempo de ejecución total de la prueba de la bomba durante el período monitoreado (minutos)	Número	≥0	S
Fecha de inicio - prueba sin flujo	Fecha	Fecha	S
Hora de inicio - prueba sin flujo	Hora	Hora	S
Fecha de finalización - prueba sin flujo	Fecha	Fecha	S
Hora de finalización - prueba sin flujo	Hora	Hora	S
Identificador de referencia - prueba sin flujo	Número	≥0	S

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Identificador de referencia del conjunto de datos - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Presión de succión en la prueba sin flujo (psi o bar)	Número	≥0	S
Presión del sistema en la prueba sin flujo (psi o bar)	Número	≥0	S
Presión de descarga de la bomba en la prueba sin flujo (psi o bar)	Número	≥0	S
Presión neta en la prueba sin flujo (psi o bar)	Número	≥0	S
Temperatura del agua en carcasa de la bomba en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Temperatura ambiente en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Fecha de arranque de la bomba en la prueba sin flujo	Fecha	Fecha	S
Hora de arranque de la bomba en la prueba sin flujo	Hora	Hora	—
Presión en el arranque de la bomba en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Presión mínima del transductor en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Tipo de arranque en la prueba sin flujo	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual	S
Parada de la bomba en la prueba sin flujo	Fecha	Fecha	—
Hora de parada de la bomba en la prueba sin flujo	Hora	Hora	S
Presión del sistema en parada de la bomba en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Tipo de parada en la prueba sin flujo	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual (4) Sobrevelocidad (5) Otra falla	S
Rpm en la prueba sin flujo	Número	≥0	S
Voltaje de fase A-B - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Voltaje de fase B-C - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Voltaje de fase C-A - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Amperaje de fase 1 - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Amperaje de fase 2- prueba sin flujo	Número	≥0	S
Amperaje de fase 3 - prueba sin flujo	Número	≥0	S
Fin de prueba sin flujo	—	FIN DE PRUEBA SF	—
Inicio de prueba de aceptación	>—	INICIO PRUEBA ACCEPT.	—
conjunto de datos de las pruebas de aceptación – Permanentes – 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, and 150%	—	—	—
Fecha de prueba - prueba de aceptación (día mes año)	Fecha	Fecha	P
Identificador de referencia de la prueba - prueba de aceptación	Número	≥0	P
Identificador de referencia del conjunto de datos - prueba de aceptación	Número	≥0	P
Presión de succión – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Presión del sistema – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Presión de descarga – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Presión neta	Número	≥0	P

(Continúa)

N **Tabla C.9.2.11.3** *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Temperatura del agua en carcasa de la bomba – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Temperatura ambiente – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Fecha de arranque inicial de la bomba – prueba de aceptación	Fecha	Fecha	P
Hora de arranque inicial de la bomba – prueba de aceptación	Hora	Hora	P
Fecha de detención final de la bomba – prueba de aceptación	Fecha	Fecha	P
Hora de detención final de la bomba – prueba de aceptación	Hora	Hora	P
Fechas de arranque de la bomba – prueba de aceptación (registrar hasta diez)	Fecha	Fecha	P
Horas de arranque de la bomba - prueba de aceptación (registrar hasta diez)	Hora	Hora	P
Fechas de parada de la bomba – prueba de aceptación (registrar hasta diez)	Fecha	Fecha	P
Horas de parada de la bomba – prueba de aceptación (registrar hasta diez)	Hora	Hora	P
Presión en arranque de la bomba – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Tipo de arranque – prueba de aceptación	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual	P
Presión mínima del transductor en el arranque - prueba de aceptación	Número	≥0	P
Cantidad de arranques y paradas durante la prueba de aceptación	Número	≥0	P
Hora de parada final de la bomba – prueba de aceptación	Hora	Hora	P
Presión del sistema en parada final de la bomba	Número	≥0	P
Tipo de parada	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual (4) Sobrevelocidad (5) Otra falla	P
Fecha de pérdida de energía (para transferencia)	Fecha	Fecha	P
Hora de pérdida de energía (para transferencia)	Hora	Hora	P
Fecha de transferencia de energía	Fecha	Fecha	P
Hora de transferencia de energía	Hora	Hora	P
Fecha en que la energía se restaura a la normalidad	Fecha	Fecha	P
Hora en que la energía se restaura a la normalidad (h min s)	Hora	Hora	P
Fecha de registro de lecturas	Fecha	Fecha	P
Hora de registro de lecturas	Hora	Hora	P
RPM	Número	≥0	P
Voltaje de fase A-B – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Voltaje de fase B-C – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Voltaje de fase C-A – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Amperaje de fase 1 – prueba de aceptación	Número	≥0	P
Amperaje de fase 2- prueba de aceptación	Número	≥0	P
Amperaje de fase 3- prueba de aceptación	Número	≥0	P
Amperaje batería 1	—	—	—
Amperaje batería 2	—	—	—

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Coefficiente de boquilla – prueba de aceptación, hasta 20 por prueba	Número	≥0	P
Tamaño de boquilla – prueba de aceptación, hasta 20 por prueba (pulg. o cm)	Número	≥0	P
Presión de Pitot de boquilla – prueba de aceptación, hasta 20 por prueba	Número	≥0	P
Nivel del tanque de combustible – prueba de aceptación (0-por encima de ⅔, 1-por debajo de ⅔)	Número	≥0	P
Nivel del tanque de combustible – prueba de aceptación (% lleno)	Número	≥0	P
Flujo a través de la bomba – prueba de aceptación	Número	≥0	P
RPM presión neta ajustada – prueba de aceptación	Número	≥0	P
RPM flujo ajustado – prueba de aceptación (gpm o L/min)	Número	≥0	P
% de curva certificada de fábrica - prueba de aceptación	Número	≥0	P
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al inicio de la prueba de aceptación	Número	≥0	P
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al concluir la prueba de aceptación	Número	≥0	P
Bomba pasó la prueba de aceptación inicial	Carácter	S o N	P
Bomba pudo abastecer la demanda máxima del sistema – prueba de aceptación	Entero	(1) Sí (2) No (3) Demanda desconocida	P
Bomba fue significativamente desactivada – prueba de aceptación	Carácter	S o N	P
Bomba fue parcialmente desactivada – prueba de aceptación	Carácter	S o N	P
Bomba pasó la prueba después de los ajustes – prueba de aceptación	Carácter	S o N	P
Modo de falla – prueba de aceptación (Ver lista de normalización)	Número	Entero ≥0	P
Explicación de la falla – prueba de aceptación	Cadena(80)	Alfanuméricos	P
Fin prueba de aceptación	—	FIN PRUEBA ACCEPT.	—
Inicio prueba de desempeño	—	INICIO PRUEBA DESEM.	—
Conjunto de datos de prueba de desempeño vigente – Permanente – 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, y 150%	—	—	—
Inicio conjunto de datos	—	INICIO PRUEBA DS	—
Cantidad sub-conjuntos de prueba	—	—	—
Fecha de la prueba – prueba de desempeño vigente	Fecha	Fecha	S
Identificador de referencia de la prueba - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Identificador de referencia del conjunto de datos - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Presión de succión - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Presión del sistema - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Presión de descarga - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Presión neta	Número	≥0	S
Temperatura del agua en carcasa de la bomba- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Temperatura ambiente - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Fecha de arranque inicial de la bomba- prueba de desempeño vigente	Fecha	Fecha	S
Hora de arranque inicial de la bomba - prueba de desempeño vigente	Hora	Hora	S
Fecha de parada final de la bomba- prueba de desempeño vigente	Fecha	Fecha	S
Hora de parada final de la bomba - prueba de desempeño vigente	Hora	Hora	S

(Continúa)

N **Tabla C.9.2.11.3** *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Fechas de arranque de la bomba - prueba de desempeño vigente (registrar hasta 10)	Fecha	Fecha	S
Horas de arranque de la bomba - prueba de desempeño vigente (registrar hasta 10)	Hora	Hora	S
Fechas de parada de la bomba - prueba de desempeño vigente (registrar hasta 10)	Fecha	Fecha	S
Horas de parada de la bomba - prueba de desempeño vigente (registrar hasta 10)	Hora	Hora	S
Presión en arranque de la bomba - prueba de desempeño vigente	xxxx.x o xxx.xx ⁶	—	S
Tipo de arranque - prueba de desempeño vigente	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual	S
Presión mínima del transductor en el arranque- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Cantidad de arranques y paradas durante la prueba de desempeño vigente	Número	Entero ≥0	S
Hora de parada final de la bomba - prueba de desempeño vigente	Hora	Hora	S
Presión del sistema en parada final de la bomba	Número	≥0	S
Tipo de parada	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual (4) Sobrevelocidad (5) Otra falla	S
Fecha de pérdida de energía (para transferencia)	Fecha	Fecha	—
Hora de pérdida de energía (para transferencia)	Hora	Hora	S
Fecha de transferencia de energía	Fecha	Fecha	—
Hora de transferencia de energía	Hora	Hora	S
Día en que la energía se restaura a la normalidad	Fecha	Fecha	—
Hora en que la energía se restaura a la normalidad	Hora	Hora	—
Fecha de registro de lecturas	Fecha	Fecha	S
Hora de registro de lecturas	Hora	Hora	S
RPM	Número	≥0	S
Voltaje de fase A-B - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Voltaje de fase B-C- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Voltaje de fase C-A- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Amperaje de fase 1 - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Amperaje de fase 2- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Amperaje de fase 3- prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Amperaje batería 1	—	—	—
Amperaje batería 2	—	—	—
Coefficiente de boquilla - prueba de desempeño vigente, hasta 20 por prueba	Número	≥0	S
Tamaño de boquilla - prueba de desempeño vigente, hasta 20 por prueba (pulg. o cm)	Número	≥0	S
Presión de Pitot de boquilla - prueba de desempeño vigente, hasta 20 por prueba	Número	≥0	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño vigente (0-por encima de $\frac{2}{3}$, 1-por debajo de $\frac{2}{3}$)	Número	≥0	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño vigente (% lleno)	Número	≥0	S

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 Continuación

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Flujo a través de la bomba - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Rpm presión neta ajustada - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Rpm flujo ajustado - prueba de desempeño vigente (gpm o L/min)	Número	≥0	S
% de curva certificada de fábrica - prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al inicio de la prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al concluir la prueba de desempeño vigente	Número	≥0	S
Bomba pasó la prueba inicial de desempeño vigente	Carácter	S o N	S
Bomba pudo abastecer la demanda máxima del sistema - prueba de desempeño vigente	xxxxx	(1) Sí (2) No (3) Demanda desconocida	S
Bomba fue significativamente desactivada - prueba de desempeño vigente	Carácter	S o N	S
Bomba fue parcialmente desactivada - prueba de desempeño vigente	Carácter	S o N	S
Bomba pasó la prueba después de los ajustes - prueba de desempeño vigente	Carácter	S o N	S
Modo de falla – prueba de desempeño vigente (Ver lista de normalización)	Número	Entero ≥0	S
Explicación de la falla - prueba de desempeño vigente	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Fin de conjunto de datos de prueba de desempeño	—	FIN CD PRUEBA	—
Fin prueba de desempeño	—	FIN DESEM. BCI	—
Inicio desempeño previo	—	INICIO DESEM. PREVIO	—
Inicio conjunto de datos desempeño previo	—	Inicio CD DP	—
Conjunto de datos de las pruebas de desempeño previas – Estáticos – 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 125%, y 150%	—	—	—
Fecha de la prueba – prueba de desempeño previa	Fecha	Time	S
Identificador de referencia de la prueba - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Identificador de referencia del conjunto de datos - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Presión de succión - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Presión del sistema - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Presión de descarga - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Presión neta	Número	≥0	S
Temperatura del agua en carcasa de la bomba- prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Temperatura ambiente - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Fecha de arranque inicial de la bomba- prueba de desempeño previa	Fecha	Fecha	S
Hora de arranque inicial de la bomba - prueba de desempeño previa	Hora	Hora	S
Fecha de parada final de la bomba- prueba de desempeño previa	Fecha	Fecha	S
Hora de parada final de la bomba - prueba de desempeño previa	Hora	Hora	S
Fechas de arranque de la bomba - prueba de desempeño previa (registrar hasta 10)	Fecha	Fecha	S
Horas de arranque de la bomba - prueba de desempeño previa (registrar hasta 10)	Hora	Hora	S
Fechas de parada de la bomba - prueba de desempeño previa (registrar hasta 10)	Fecha	Fecha	S
Horas de parada de la bomba - prueba de desempeño previa (registrar hasta 10)	Hora	Hora	S
Presión en arranque de la bomba - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Tipo de arranque - prueba de desempeño previa	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual	S
Presión mínima del transductor en el arranque- prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Cantidad de arranques y paradas durante la prueba de desempeño previa	Número	Entero ≥0	S
Hora de parada final de la bomba - prueba de desempeño previa	Hora	Hora	S
Presión del sistema en parada final de la bomba	Número	≥0	S
Tipo de parada	Entero	(1) Demanda automática (2) Prueba automática (3) Manual (4) Sobrevelocidad (5) Otra falla	S
Fecha de pérdida de energía (para transferencia)	Fecha	Fecha	—
Hora de pérdida de energía (para transferencia)	Hora	Hora	S
Fecha de transferencia de energía	Fecha	Fecha	—
Hora de transferencia de energía	Hora	Hora	S
Día en que la energía se restaura a la normalidad	Fecha	Fecha	—
Hora en que la energía se restaura a la normalidad	Hora	Hora	—
Fecha de registro de lecturas	Fecha	Fecha	S
Hora de registro de lecturas	Hora	Hora	S
RPM	Número	≥0	S
Voltaje de fase A-B - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Voltaje de fase B-C - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Voltaje de fase C-A - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Amperaje de fase 1 - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Amperaje de fase 2- prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Amperaje de fase 3- prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Amperaje batería 1	—	—	—
Amperaje batería 2	—	—	—
Coefficiente de boquilla - prueba de desempeño previa, hasta 20 por prueba	Número	≥0	S
Tamaño de boquilla - prueba de desempeño previa, hasta 20 por prueba (pulg. o cm)	Número	≥0	S
Presión de Pitot de boquilla - prueba de desempeño previa, hasta 20 por prueba	Número	≥0	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño previa	Entero	(1) Por encima de $\frac{2}{3}$ (2) Por debajo de $\frac{2}{3}$	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño previa (% lleno)	Número	≥0	S
Flujo a través de la bomba - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Rpm presión neta ajustada - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
RPM flujo ajustado - prueba de desempeño previa (gpm o L/min)	Número	≥0	S
% de curva certificada de fábrica - prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al inicio de la prueba de desempeño previa	Número	≥0	S

(Continúa)

N **Tabla C.9.2.11.3** *Continuación*

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Horas en motor diésel o en motor eléctrico al concluir la prueba de desempeño previa	Número	≥0	S
Bomba pasó la prueba de desempeño previa inicial	Carácter	S o N	S
Bomba pudo abastecer la demanda máxima del sistema - prueba de desempeño previa	xxxxx	(1) Sí (2) No (3) Demanda desconocida	S
Bomba fue significativamente desactivada - prueba de desempeño previa	Carácter	S o N	S
Bomba fue parcialmente desactivada - prueba de desempeño previa	Carácter	S o N	S
Bomba pasó la prueba después de los ajustes - prueba de desempeño previa	Carácter	S o N	S
Modo de falla – prueba de desempeño previa (Ver lista de normalización)	Número	Integer ≥0	S
Explicación de la falla - prueba de desempeño previa	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Fin sub-conjunto de datos de las pruebas	—	FIN CD PD	—
Fin prueba de desempeño	—	FIN PRUEBA PREV	—
Inicio registro de reparaciones	—	INICIO REPARACIONES	—
Datos de mantenimiento/reparación (20 conjuntos)	—	—	S
Inicio sub-conjunto de datos de reparaciones	—	INICIO CD REPARACIONES	—
Fecha de mantenimiento/reparación	Fecha	Fecha	S
Identificador de mantenimiento/reparación	Número	≥0	S
Reparación preventiva o resultado de una falla	Carácter	(P) Preventiva (F) Falla	S
Modo de falla	Entero	Elaborar lista	—
Bomba fuera de servicio durante mantenimiento/reparación	Carácter	S o N	S
Fecha en que la bomba se pone fuera de servicio (día mes año)	Fecha	Fecha	S
Hora en que la bomba se pone fuera de servicio (hora min s)	Hora	Hora	S
Fecha en que la bomba reanuda el servicio (días mes año)	Fecha	Fecha	S
Hora en que la bomba reanuda el servicio (hora min s)	Hora	Hora	S
Fecha en que se completa mantenimiento/reparación de la bomba	Fecha	Fecha	S
Pieza reemplazada (1)	Cadena(40)	Alfanuméricos	S
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de la pieza 1	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Pieza reemplazada (2)	Cadena(40)	Alfanuméricos	S
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de la pieza 2	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Pieza reemplazada (3)	Cadena(40)	Alfanuméricos	S
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de la pieza 3	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Pieza reemplazada (4)	Cadena(40)	Alfanuméricos	S
Descripción del mantenimiento, reparación y/o reemplazo de la pieza 4	Cadena(80)	Alfanuméricos	S
Mantenimiento o reparación de rutina	Cadena(40)	Alfanuméricos	S
Fecha en que se completa la reparación	Fecha	Fecha	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño vigente	Entero	(1) Por encima de $\frac{2}{3}$ (2) Por debajo de $\frac{2}{3}$	S
Nivel del tanque de combustible - prueba de desempeño vigente (% lleno)	Número	>0	S

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.3 Continuación

Datos	Formato	Posibles valores	Permanente, Estático, Dinámico
Estado del sistema de mantenimiento de combustible	Cadena(3)	ENCENDIDO, APAGADO, DES (desactivado)	S
Sin uso	—	—	S
19 conjuntos de datos adicionales de mantenimiento/repación	—	—	S
Fin sub-conjunto de datos de reparaciones	—	FIN CD REPARACIONES	—
Fin registro de reparaciones	—	FIN REPARACIONES	—
Inicio funcionamiento bomba reforzadora (jockey)	—	INICIO FUNC BJ	—
Funcionamiento bomba reforzadora (jockey)	—	—	S
Fecha último reinicio monitoreo de bomba reforzadora (jockey)	Fecha	Fecha	S
Hora último reinicio monitoreo de bomba reforzadora (jockey)	Hora	Hora	—
Cantidad total de arranques (desde reinicio)	Número	≥0	S
Tiempo de ejecución total de bomba reforzadora (jockey) (en minutos, desde último reinicio)	Número	≥0	S
Presión de arranque de la bomba reforzadora (jockey) (más reciente)	Número	≥0	S
Presión de parada de bomba reforzadora (jockey)	Número	≥0	S
Tiempo de ejecución más reciente (segundos)	Número	≥0	S
Fin funcionamiento bomba reforzadora (jockey)	—	FIN FUNC BJ	—
Inicio funcionamiento BCI	—	INICIO FUNC BCI	—
Funcionamiento bomba contra incendio	xxxxx	—	S
Fecha último reinicio monitoreo bomba contra incendio	Fecha	Fecha	S
Hora último reinicio monitoreo bomba contra incendio	Hora	Hora	—
Fecha y hora de arranque de bomba de incendio (últimas 10 veces)	Fecha	Fecha	S
Fecha y hora de parada de bomba de incendio (últimas 10 veces)	Hora	Hora	S
Presión de arranque de bomba contra incendio (más reciente)	Número	≥0	S
Presión de parada de bomba contra incendio (más reciente)	Número	≥0	S
Parada automática o manual (más reciente)	Carácter	(A) Automática (M) Manual	S
Cantidad total de arranques desde reinicio	Número	Integer ≥0	S
Tiempo de ejecución total desde reinicio (minutos)	Número	≥0	S
Fecha de pérdida de energía eléctrica con interruptor en posición de encendido desde último reinicio (50 conjuntos)	Fecha	Fecha	S
Hora de pérdida de energía eléctrica con interruptor en posición de encendido desde último reinicio (50 conjuntos)	Hora	Hora	S
Fecha de restauración de la energía posterior a la pérdida de energía, con interruptor en posición de encendido, desde último reinicio (50 conjuntos)	Fecha	Fecha	S
Hora de restauración de la energía posterior a la pérdida de energía, con interruptor en posición de encendido, desde último reinicio (50 conjuntos)	Hora	Hora	S
Fecha apagado de interruptor de energía (50 conjuntos)	Fecha	Fecha	S
Hora apagado de interruptor de energía (50 conjuntos)	Hora	Hora	S
Fecha en que se vuelve a encender interruptor de energía (50 conjuntos)	Fecha	Fecha	S
Hora en que se vuelve a encender interruptor de energía (50 conjuntos)	Hora	Hora	S
Fin funcionamiento bomba contra incendio		FIN FUNC BCI	—

N Tabla C.9.2.11.4 Disposición de los registros de datos de reparación de equipos para equipamientos asociados

Categoría	Ítem	Formato	Valores posibles
Datos de reparaciones de equipos	Tipo de registro	Cadena(48)	REPARACIONES
	Nombre de las instalaciones	Cadena(96)	Alfanuméricos
	Ubicación — Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°a +180°
	Ubicación — Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°a +90°
	Ubicación — Coordenadas GPS (elevación)	Número	ft or m
	Ubicación ajustada por privacidad - Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°a +180°
	Ubicación ajustada por privacidad - Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°a +90°
	Ubicación ajustada por privacidad _ Coordenadas GPS (elevación)	Número	pies o m
	Fecha de la reparación	Fecha	Año/mes/día
	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Reparación preventiva o resultado de una falla	Carácter	(P) Preventiva (F) Falla
	Modo de falla (elaborar lista)	Carácter 5	Corresponde a lista
	Falla desactivó sistema de protección contra incendios	Carácter	(I) Desactivado (P) Parcialmente funcional (N) No desactivado
	Código de la reparación (elaborar lista)	Carácter 5	Corresponde a lista
	Componente reemplazado (elaborar lista)	Carácter 5	Corresponde a lista
Descripción de la reparación	Cadena(96)	Alfanuméricos	
Fecha de reemplazo del componente	Fecha	Año/mes/día	
Fin de registro de reparaciones	Cadena(48)	FIN REPARACIONES	

N Tabla C.9.2.11.5 Disposición de los registros de inspección, prueba y mantenimiento para equipamientos asociados

Categoría	Formato de ítem	Formato	Valores posibles
	Tipo de registro	Cadena(48)	INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO
Información básica	Nombre de las instalaciones	Cadena(96)	Alfanuméricos
	Ubicación — Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°a +180°
	Ubicación — Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°a +90°
	Ubicación — Coordenadas GPS (elevación)	Número	pies o m
	Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (longitud)	Número	-180°a +180°
	Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (latitud)	Número	-90°a +90°
	Ubicación ajustada por privacidad— Coordenadas GPS (elevación)	Número	pies o m
	Informe de unidades de presión	Carácter	(1) psi (2) bar (3) pascales (4) otra
	Informe de unidades de flujo	Carácter	(1) gpm (2) L/min (3) L/s (4) m ³ /min (5) pie ³ /min (6) otra
	Tipo de inspección o prueba	Carácter	(I) Inspección (T) Prueba (M) Mantenimiento (R) Reparación
Ítem inspeccionado, probado, mantenido o reparado — repetir para cada ítem inspeccionado, probado, mantenido o reparado	Inicio de señalizador de registro de ítems para ítem	Cadena(16)	INICIO REGISTRO
	Identificador de tipo de unidad (elaborar lista)	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Pasó, no pasó, pasó pero requiere atención	Carácter	(P) Pasó (F) No pasó (A) asó, pero requiere atención
	Ítem y sub-ítems de la Tabla C.9.2.11.6 Información de ítems	Ver Tabla C.9.2.11.6 Información de ítems	
	Pasó inspección visual	Carácter	(Y) Sí (N) No (A) No aplicable
	Mantenimiento requerido	Número	Número ≥0
	Mantenimiento efectuado	Carácter	(1) No aplicable (2) Terminado (3) Pedido, pero no terminado (4) No pedido
Fin de señalizador de registro de ítems	Cadena(16)	FIN REGISTRO	
Fin de registro ITM	Fin de ITM (todos los componentes informados)	Cadena(48)	FIN DE REGISTRO DE INSPECCIÓN, PRUEBA Y MANTENIMIENTO

N Tabla C.9.2.11.6 Información de ítems

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Dispositivo de alarma	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Funcionó satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
Dispositivo de prevención de contraflujo	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Tipo	—	(1) DC (2) DDC (3) RPZ (4) RPZDC (5) Espacio de aire (6) Válvula de retención (7) DC de retención única (8) Otro
	Presión aguas arriba sin flujo	Número	2 lugares decimales
	Presión de cámara intermedia sin flujo	Número	2 lugares decimales
	Presión aguas abajo sin flujo	Número	2 lugares decimales
	Presión aguas arriba de flujo ITC	Número	2 lugares decimales
	Presión de cámara intermedia de flujo ITC	Número	2 lugares decimales
	Presión aguas abajo de flujo ITC	Número	2 lugares decimales
	Tasa de flujo de prueba de demanda	Número	2 lugares decimales
	Presión aguas arriba del flujo de demanda	Número	2 lugares decimales
	Presión de cámara intermedia del flujo de demanda	Número	2 lugares decimales
Válvula de equilibrado del diafragma	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Funcionó satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
Válvulas de drenaje de bola (de tipo automático)	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.10.2 Datos de equipos comunes	
	Funcionó satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
Tanque de vejiga	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Nivel de llenado correcto	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
	Funcionó satisfactoriamente (Y-Yes, N-No, 3-N.A.)	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
	Comentarios, si fueran necesarios	Cadena(80)	Alfanuméricos

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles	
Válvula(s) de retención	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes		
	Tipo	Carácter	(1) Oscilante con brida (2) Oscilante ranurada (3) Oscilante con brida cerrada por resorte (4) Oscilante ranurada cerrada por resorte (5) De wafer doble cerrada por resorte (6) De ranura doble cerrada por resorte (7) De brida doble cerrada por resorte (8) Otra	
	Previene contraflujo	Carácter	(S) Sí (N) No (3) No verificado	
	Presión aguas arriba sin flujo	Número	Número ≥ 0	
	Presión aguas abajo sin flujo	Número	Número ≥ 0	
	Tasa de flujo de prueba de demanda	Número	Número ≥ 0	
	Presión aguas arriba del flujo de demanda	Número	Número ≥ 0	
	Presión aguas abajo del flujo de demanda	Número	Número ≥ 0	
	Identificador de tipo de unidad	Cadena (48)	Alfanuméricos	
	Dónde está instalada	Carácter	(1) En descarga de bomba contra incendio (2) Por tubería en lazo con retorno a succión	
Funcionó satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.		

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Válvula(s) de control	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Tipo de válvula	Carácter	(1) OS&Y (2) Mariposa (3) Bola (4) Compuerta NRS (5) Compuerta indicadora de poste (6) Mariposa indicadora de poste (7) Compuerta indicadora de pared (8) Mariposa indicadora de pared (9) Otra
	Tamaño nominal de la válvula (pulg. o cm)	Número	Número ≥0
	Posición original de la válvula	Carácter	(1) Válvula normalmente abierta, abierta (2) Válvula normalmente abierta, cerrada (3) Válvula normalmente cerrada, cerrada (4) Válvula normalmente cerrada, abierta (5) Válvula parcialmente cerrada
	Detiene flujo de agua cuando está cerrada	Carácter	(1) Sí (2) Fuga menor (3) No (4) No probada para verificar flujo
	Obstruye flujo de agua cuando está abierta	Carácter	(S) Sí (N) No (3) No probada para verificar flujo
	Funcionó satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) N.A.
Válvula de retención de detector	Ver dispositivos de prevención de contraflujo	—	—
Cerramiento (durante clima frío)	Calor adecuado	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Conexión del cuerpo de bomberos	Conexión suministro	Carácter	(1) Rociador (2) Montante (3) Montante y rociador (4) Otro
	Conexión lavada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Conexión probada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Sistema pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Bombas contra incendio	Datos comunes	—	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes
Accesorios — excepto aquellos con empaquetaduras de goma	Indicación de fuga presente	Carácter	(1) No (2) Menor (3) Significativa
Accesorios (con empaquetaduras de goma)	Indicación de fuga presente	Carácter	(1) No (2) Menor (3) Significativa
Concentrado de espuma	Fabricante	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Tipo	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Cantidad adecuada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Muestras entregadas para las pruebas	Carácter	(S) Sí (N) No
	Muestras probadas satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Filtro(s) de succión de concentrado de espuma	Filtro de succión despejado inicial	Carácter	(S) Sí (N) No
Tanque de concentrado de espuma	Tanque lleno	Carácter	(S) Sí (N) No
	Revestimiento protector (aceite mineral) en parte superior de concentrado de espuma correcto	Carácter	(S) Sí (N) No
Solución de agua-espuma	Porcentaje de espuma	Número	Número ≥ 0
	Solución pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Manómetros	Manómetro en	Carácter	(1) Lado del sistema, sistema de tubería húmeda (2) Lado de suministro, sistema de tubería húmeda (3) Lado del aire, sistema de tubería seca (4) Lado de suministro, sistema de tubería seca (5) Lado del aire, sistema de acción previa (6) Lado de suministro, sistema de acción previa (7) Succión de bomba contra incendios (8) Descarga de bomba contra incendios (9) Sistema de agua nebulizada (10) Tanque de presión (11) Tanque de almacenamiento de agua (12) Otro
	Manómetros con lectura correcta	Carácter	(S) Sí (N) No
Cartel informativo general	Carteles requeridos provistos	Carácter	(S) Sí (N) No
	Carteles legibles y correctos	Carácter	(S) Sí (N) No
Tanques por gravedad	Nivel de agua correcto	Carácter	(S) Sí (N) No
	Calor adecuado provisto	Carácter	(S) Sí (N) No
Soportes colgantes/soportes de tuberías	Pasaron inspección visual	Carácter	(S) Sí (N) No
Diseño hidráulico, cartel informativo y letreros del sistema hidráulico	Carteles/letreros requeridos provistos	Carácter	(S) Sí (N) No
	Carteles legibles y correctos	Carácter	(S) Sí (N) No
Carteles de identificación	Carteles/letreros requeridos provistos	Carácter	(S) Sí (N) No
	Carteles legibles y correctos	Carácter	(S) Sí (N) No
Cartel informativo	Carteles/letreros requeridos provistos	Carácter	(S) Sí (N) No
	Carteles legibles y correctos	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Conexión de prueba para inspección	Flujo sin obstrucción	Carácter	(S) Sí (N) No
	Alarma activada	Carácter	(S) Sí (N) No
Filtros de succión de línea principal	Filtro de succión sin exceso de restos ni daños	Carácter	(S) Sí (N) No
Dispositivo de activación manual	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de gas comprimido de sistema de agua nebulizada	Cilindros llenos	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de gas del sistema de agua nebulizada	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Aire de planta, compresores y receptores del sistema de agua nebulizada	Funcionaron satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Válvulas neumáticas, válvulas de cilindros y válvulas de liberación maestras del sistema de agua nebulizada	Pasaron la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Bomba de reserva del sistema de agua nebulizada	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (cilindro de almacenamiento de aditivos)	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (alta presión)	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (alta presión), filtros en conexión de rellenado	Pasaron la prueba	Carácter	(S) Sí (N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (alta presión), soportes/marco de soporte	Pasaron inspección visual	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (alta presión), tapones de ventilación en el rellenado	Funcionaron satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Cilindro de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada (alta presión), nivel de agua (celdas de carga)	Pasaron la prueba	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Tanque de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada	Tanque lleno sin fugas	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Tanque de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada, todas las válvulas y accesorios	Pasaron la prueba	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Tanque de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada, válvulas de visor de vidrio (confirmar abiertas)	Funcionaron satisfactoriamente	Carácter	(S) Sí
			(N) No
Tanque de almacenamiento de agua del sistema de agua nebulizada, nivel de agua (supervisado)	Pasó la prueba	Carácter	(S) Sí
			(N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Tuberías (sobre la superficie del terreno)	Tipo de sistema	Carácter	(1) Rociador de tubería húmeda (2) Rociador de tubería seca (3) Acción previa (4) Diluvio (5) Agua nebulizada (6) Otra
	Entorno	Carácter	(1) Interior, calefaccionado (2) Interior, no calefaccionado (3) Cubierto, expuesto a atmósfera exterior (4) Cubierto, expuesto a aire exterior salino (5) Expuesto, exterior (6) Expuesto, exterior, aire salino (7) Químico hostil (8) Otro
	Sin fugas ni corrosión excesiva	Carácter	(S) Sí (N) No
Accesorios (sobre la superficie del terreno)	Tipo de sistema	Carácter	(1) Rociador de tubería húmeda (2) Rociador de tubería seca (3) Acción previa (4) Diluvio (5) Agua nebulizada (6) Otro
	Entorno	Carácter	(1) Interior, calefaccionado (2) Interior, no calefaccionado (3) Cubierto, expuesto a atmósfera exterior (4) Cubierto, expuesto a aire exterior salino (5) Expuesto, exterior (6) Expuesto, exterior, aire salino (7) Químico hostil (8) Otro
	Sin fugas ni corrosión excesiva	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 Continúa

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Tuberías y accesorios (subterráneos)	Entorno	Carácter	(1) Suelo arenoso (2) Suelo arcilloso (3) Suelo corrosivo (4) Otro
	Identificador de tipo de unidad	Cadena(48)	Alfanuméricos
	Tipo de tubería	Carácter	(1) Hierro dúctil (2) Acero (3) CPVC (4) Polietileno (5) Otro
	Recubrimiento de tubería	Carácter	(1) Envoltura de polietileno (2) Bancada (3) Ninguno
	Fuente de suministro de agua	Carácter	(1) De sistema municipal (2) De tanque de almacenamiento de agua (3) De laguna, lago, río, etc. (4) Otra
	Sin fugas excesivas	Carácter	(S) Sí (N) No
	Pérdida por fricción excesiva	Carácter	(S) Sí (N) No
Soportes de tuberías	Pasaron inspección visual	Carácter	(S) Sí (N) No
Válvulas indicadoras de poste e indicadoras de pared	Abiertas y cerradas	Carácter	(S) Sí (N) No
	Flujo de agua interrumpido cuando están cerradas	Carácter	(S) Sí (N) No (3) No verificado
Válvulas de alivio de presión de flujo alto (bomba contra incendio, etc.)	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Tipo	Carácter	(1) Accionada por piloto (2) Accionada por resorte (3) Otra
	Descarga a	Carácter	(1) Atmósfera (2) Tanque (3) Succión de bomba contra incendio (4) Otro
	Presión de alivio	Número	Número ≥ 0
	Presión de apagado	Número	Número ≥ 0
	Funcionando apropiadamente	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Válvulas reductoras de presión	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Tipo	Carácter	(1) Accionada por piloto (2) Accionada por resorte (3) Otro
	Instalación con otras válvulas reductoras de presión	Carácter	(1) Autónoma (2) En serie, aguas arriba (3) En serie, aguas abajo (4) En paralelo, con más pequeña (5) En paralelo, con más grande (6) En paralelo, del mismo tamaño (7) Combinada, en serie y en paralelo (8) Otra
	Presión de entrada estática	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida estática	Número	Número ≥ 0
	Presión de entrada residual de flujo bajo	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida residual de flujo bajo	Número	Número ≥ 0
	Presión de entrada residual de flujo bajo	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida residual de flujo bajo	Número	Número ≥ 0
	Funcionando apropiadamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Válvulas de control de succión de la bomba	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Tipo	Carácter	(1) Accionada por piloto (2) Accionada por resorte (3) Otro
	Configurar presión de succión	Número	Número ≥ 0
	Presión de entrada estática	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida estática	Número	Número ≥ 0
	Presión de entrada al 100 por ciento de la capacidad nominal de la bomba	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida al 100 por ciento de la capacidad nominal de la bomba	Número	Número ≥ 0
	Presión de entrada al 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba	Número	Número ≥ 0
	Presión de salida al 150 por ciento de la capacidad nominal de la bomba	Número	Número ≥ 0
	Funcionando apropiadamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Detectores de presión reducida	Datos comunes	Ver Tabla C.9.2.11.2 Datos de equipos comunes	
	Funcionando apropiadamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Empaquetaduras de retención	Sin fugas visibles ni daños	Carácter	(S) Sí (N) No

(Continúa)

N Tabla C.9.2.11.6 *Continuación*

Ítem	Componente del ítem	Formato	Valores posibles
Visor de vidrio	Sin fugas visibles ni daños	Carácter	(S) Sí (N) No
Tanques de succión	Tanque lleno	Carácter	(S) Sí (N) No
Dispositivo de supervisión	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Soportes	Correctamente instalados	Carácter	(S) Sí (N) No
Dispositivos reguladores de presión del sistema	Funcionaron correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, temperatura del cerramiento	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionaron correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, nivel de agua alto y bajo	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, alarmas de baja temperatura del agua	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, supervisión de válvulas	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, alarmas de nivel de agua	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, alarmas de temperatura	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Componente de alarma y de supervisión del tanque, alarmas de nivel de agua	Conectado a ubicación constantemente monitoreada	Carácter	(S) Sí (N) No
	Funcionó correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No
Pasarelas de gato y escaleras del tanque	Pasaron inspección visual	Carácter	(S) Sí (N) No
Válvulas de retención del tanque	Funcionaron correctamente	Carácter	(S) Sí (N) No (3) No verificado

Anexo D Material extraído de NFPA 70, Artículo 695

Este anexo no forma parte de los requisitos de este documento de NFPA, pero se incluye únicamente con propósitos informativos.

Tabla D.1 NFPA 70, Código Eléctrico Nacional, material extraído

D.1 Generalidades. La Tabla D.1 indica las secciones correspondientes de NFPA 70, Artículo 695.

NFPA 20		NFPA 70 Sección 695		Sección 695 Títulos o texto
Edición 2010	Edición 2013	Edición 2008	Edición 2011	
(Referencia únicamente)		695.3	Igual	Definiciones
3.3.7.2	Igual	695.2	Igual	Circuitos de control externo tolerante a fallas
3.3.34	3.3.35	695.2	Igual	Instalaciones de generación de energía en sitio
3.3.35	3.3.36	695.2	Igual	Generador auxiliar en sitio
9.2.1	Igual	695.3	Igual	Fuente/s de energía para bombas contra incendio impulsadas por motor eléctrico
9.2	Igual	695.3(A)	Igual	Fuentes individuales
9.2.2	Igual	695.3(A)(1)	Igual	Conexión del servicio general de electricidad (2° oración)
9.2.2	Igual	695.3(A)(2)	Igual	Instalaciones de generación de energía en sitio
9.2.2(3)	Igual	N/A	695.3(A)(3)	Conexión de alimentación dedicada
9.2.2	Igual	695.3(B)	Igual	Fuentes múltiples
9.2.2	Igual	695.3(B)	695.3(B)(1)	Fuentes individuales
9.2.2	Igual	695.3(B)	695.3(B)(2)	Fuente individual y generador auxiliar en sitio
9.3.4(1)	Igual	695.3(B)(2)	695.3(C)	Complejos estilo campus de edificios múltiples
9.3.4(1)	Igual	695.3(B)(2)	695.3(C)(1)	Fuentes de alimentación
9.3.4(1)	Igual	695.3(B)(2)	695.3(C)(2)	Alimentador y fuentes alternativas
N/A	N/A	N/A	695.3(C)(3)	Coordinación selectiva
9.6.1	Igual	695.3(B)(1)	695.3(D)	Generador auxiliar en sitio como fuente alternativa
9.6.1	Igual	695.3(B)(1)	695.3(D)(1)	Capacidad
9.6.1	Igual	695.3(B)(1)	695.3(D)(2)	Conexión
9.6.1	Igual	695.3(B)(1)	695.3(D)(3)	Desconexiones adyacentes
9.3.2	Igual	695.3(B)(3)	695.3(E)	Disposición
N/A	N/A	N/A	695.3(F)	Convertidores de fase
9.2.1	Igual	695.4	Igual	Continuidad de la energía
9.2.2	Igual	695.4(A)	Igual	Conexión directa
9.2	Igual	695.4(B)	Igual	Conexión a través de medios de desconexión y dispositivo de sobrecorriente
9.2	Igual	695.4(B)	695.4(B)(1)	Cantidad de medios de desconexión
9.2	Igual	695.4(B)	695.4(B)(1)(a)	Generalidades
9.2	Igual	695.4(B)-(1)	695.4(B)(1)(a)(1)	(controlador de bombas contra incendio listado)
9.2	Igual	695.4(B)-(2)	695.4(B)(1)(a)(2)	(interruptor de transferencia de energía de bombas contra incendio listado)
9.2	Igual	695.4(B)-(3)	695.4(B)(1)(a)(3)	(combinación de interruptor de transferencia/controlador de bombas contra incendio listados)
9.2	Igual	695.4(B)	695.4(B)(1)(b)	Fuentes de alimentación
9.2	Igual	695.4(B)	695.4(B)(1)(c)	Generador auxiliar en sitio
9.2.3.4	Igual	695.4(B)(1)	695.4(B)(2)	Selección del dispositivo de sobrecorriente
9.2.3.4	Igual	695.4(B)(1)	695.4(B)(2)(a)	Fuentes individuales
9.2	Igual	695.4(B)	695.4(B)(2)(b)	Generadores auxiliares en sitio
9.2.3.2	Igual	695.4(B)(2)	695.4(B)(3)	Medios de desconexión
9.2.3.2	Igual	695.4(B)(2)	695.4(B)(3)(a)	Características y ubicación – Fuente de energía normal
9.2.3.1	Igual	695.4(B)(2)-(1)	695.4(B)(3)(a)(1)	Estar identificado como adecuado para uso como equipamiento de servicio...
9.2.3.1(2)	Igual	695.4(B)(2)-(2)	695.1(B)(3)(a)(2)	Puede ser bloqueado en posición cerrada...
9.2.3.1(3)	Igual	695.4(B)(2)-(3)	695.1(B)(3)(a)(3)	No estar ubicado dentro del equipamiento que alimenta cargas que no sean...
9.2.3.1(4)	Igual	695.4(B)(2)-(4)	695.1(B)(3)(a)(4)	Estar ubicado suficientemente apartado de...
N/A	N/A	N/A	695.4(B)(3)(b)	Características y ubicación – Generador auxiliar en sitio
9.2.3.1(5)	Igual	695.4(B)(3)	695.4(B)(3)(c)	Señalización de desconexión
10.1.2.2	Igual	695.4(B)(4)	695.4(B)(3)(d)	Señalización del controlador
9.2.3.3	Igual	695.4(B)(5)	695.4(B)(3)(e)	Supervisión
9.2.3.3(1)	Igual	695.4(B)(5)-(1)	695.4(B)(3)(e)(1)	Estación central, de la propiedad o de estación remota...
9.2.3.3(2)	Igual	695.4(B)(5)-(2)	695.4(B)(3)(e)(2)	Servicio de señalización local...
9.2.3.3(3)	Igual	695.4(B)(5)-(3)	695.4(B)(3)(e)(3)	Bloqueo de los medios de desconexión...
9.2.3.3(4)	Igual	695.4(B)(5)-(4)	695.4(B)(3)(e)(4)	Sellado de los medios de desconexión

(Continúa)

Tabla D.1 Continuación

NFPA 20		NFPA 70 Sección 695		Sección 695 Títulos o texto
Edición 2010	Edición 2013	Edición 2008	Edición 2011	
9.2.2(5)	Igual	695.5	Igual	Transformadores
Referencia únicamente		695.6	Igual	Cableado de potencia
N/A	N/A	695.6(F)	695.6(E)	Cargas suministradas por controladores e interruptores de transferencia
9.8	Igual	N/A	695.6(H)	Sistema listado de protección de circuitos eléctricos para el cableado del controlador
9.8.1	Igual	N/A	695.6(H)(1)	Debe instalarse una caja de conexiones adelante del controlador de la bomba contra incendio ...
9.8.2	Igual	N/A	695.6(H)(2)	...el canal para conductores eléctricos entre el controlador y la caja de conexiones debe estar sellado
9.8.3	Igual	N/A	695.6(H)(3)	Se admite un cableado estándar entre la caja de conexiones y el controlador
9.7	Igual	695.6(F)	695.6(I)	Cajas de conexiones
9.7(1)	Igual	N/A	695.6(I)(1)	La caja de conexiones debe estar montada de manera segura.
9.7(2)	Igual	N/A	695.6(I)(2)	Montaje e instalación... no deben infringir la certificación del tipo de gabinete...
9.7(3)	Igual	N/A	695.6(I)(3)	Montaje e instalación... no deben afectar la certificación de cortocircuito...
9.7(4)	Igual	N/A	695.6(I)(4)	...de Tipo 2... debe utilizarse un gabinete...
9.7(5)	Igual	695.6(F)	695.6(I)(5)	Terminales, bloques de empalmes, conectores de cables y uniones deben estar listados
10.3.4.5.1, 10.3.4.6	Igual	695.6(F)	695.6(I)(6)	No debe usarse un controlador de bombas contra incendio ni... un interruptor de transferencia como una caja de conexiones...
9.9	Igual	N/A	695.6(J)	Terminaciones de los canales para conductores eléctricos
9.9.1	Igual	N/A	695.6(J)(1)	Terminales de conductos eléctricos listadas
9.9.2	Igual	N/A	695.6(J)(2)	Certificación del tipo de terminales de conductores eléctricos
9.9.3	Igual	N/A	695.6(J)(3)	Instrucciones para la instalación
9.9.4	Igual	N/A	695.6(J)(4)	Alteraciones en el controlador
9.4	Igual	695.7	Igual	Caída de voltaje
9.5.1.1	Igual	695.10	Igual	Equipamiento listado
10.1.2.1	Igual	695.10	Igual	Equipamiento listado
10.8.3.1	10.7.3.1	695.10	Igual	Equipamiento listado
12.1.3.1	Igual	695.10	Igual	Equipamiento listado
(Referencia únicamente)		695.12	Igual	Ubicación de los equipos
10.2.1	Igual	695.12(A)	Igual	Controladores e interruptores de transferencia
12.2.1	Igual	695.12(B)	Igual	Controladores impulsados por motor
11.2.7.2.4	11.2.7.2.5	695.12(C)	Igual	Baterías de almacenamiento
11.2.7.2.4.2	11.2.7.2.5.2	695.12(D)	Igual	Equipos energizados
10.2.2	Igual	695.12(E)	Igual	Protección contra el agua de la bomba
12.2.2	Igual	695.12(E)	Igual	Protección contra el agua de la bomba
10.3.2	Igual	695.12(F)	Igual	Montaje
12.3.2	Igual	695.12(F)	Igual	Montaje
12.5.2.6	Igual	695.14(A)	Igual	Fallas en el circuito de control
12.7.2.5	Igual	695.14(A)	Igual	Fallas en el circuito de control
10.4.5.7	Igual	695.14(B)	Igual	Funcionamiento del sensor
10.8.1.3	10.7.1.3	695.14(C)	Igual	Dispositivo/s remoto/s
12.3.5.1	Igual	695.14(D)	Igual	Cableado de control impulsado por motor
(Referencia únicamente)	Igual	695.14(E)	Igual	Métodos de cableado de control de la bomba contra incendio eléctrica
Referencias adicionales – únicamente informativas				
A.9.3.2(3)	Igual	695.6(A)	Igual	Conductores de suministro
9.6.4	Igual	695.12(A)	Igual	Controladores e interruptores de transferencia
A.9.3.2(3)	Igual	695.14(F)	Igual	Métodos de cableado de control del generador

△ Anexo E Referencias Informativas

E.1 Publicaciones de Referencia. Se hace referencia a los documentos o partes de éstos enumerados en el presente anexo en las secciones informativas de esta norma y no forman parte de los requisitos de este documento, a menos que también estén enumerados en el Capítulo 2 por otras razones.

△ E.1.1 Publicaciones NFPA. Asociación Nacional de Protección contra Incendios (National Fire Protection Association o NFPA), 1 Batterymarch Park, Quincy, MA 02169-7471.

NFPA 1, *Código de Incendios*, edición 2018.

NFPA 13, *Norma para la Instalación de Sistemas de Rociadores*, edición 2019.

NFPA 14, *Norma para la Instalación de Sistemas de Montantes y de Mangueras*, edición 2016.

NFPA 15, *Norma para Sistemas Fijos de Agua Pulverizada para Protección contra Incendios*, edición 2017.

NFPA 16, *Norma para la Instalación de Rociadores de Agua-Espuma y Sistemas de Pulverización de Agua-Espuma*, edición 2015.

NFPA 24, *Instalación de Tuberías para Servicio Privado de Incendios y sus Accesorios*, edición 2014.

NFPA 25, *Norma para la Inspección, Prueba y Mantenimiento de Sistemas de Protección contra Incendios a Base de Agua*, edición 2017.

NFPA 31, *Norma para la Instalación de Equipos Quemadores de Combustible*, edición 2016.

NFPA 70, *Código Eléctrico Nacional*, edición 2017.

NFPA 77, *Práctica Recomendada sobre Electricidad Estática*, edición 2019.

NFPA 750, *Norma sobre Sistemas de Protección contra Incendios de Agua Nebulizada*, edición 2019.

E.1.2 Otras Publicaciones.

E.1.2.1 Publicaciones ASCE. Sociedad de Ingenieros Civiles de los Estados Unidos (American Society of Civil Engineers o ASCE), 1801 - Alexander Bell Drive, Reston, VA 20191-4400.

ASCE/SEI 7, *Cargas de Diseño Mínimas para Edificios y Otras Estructuras (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)*, 2010.

△ E.1.2.2 Publicaciones AWWA. Asociación de Obras Hidráulicas de los Estados Unidos (American Water Works Association o AWWA), 6666 - West Quincy Avenue, Denver, CO 80235.

AWWA C104, *Revestimiento de Cemento-Mortero para Tuberías y Accesorios de Hierro Dúctil (Cement-Mortar Lining for Ductile-Iron Pipe and Fittings)*, 2013.

△ E.1.2.3 Publicaciones HI. Instituto de Hidráulica (Hydraulic Institute o HI), 6 - Campus Drive, First Floor North, Parsippany, NJ 07054-4406.

ANSI/HI 1.4, *Bombas Rotodinámicas Centrífugas para Manuales que Describen su Instalación, Funcionamiento y Mantenimiento (Rotodynamic Centrifugal Pumps for Manuals Describing Installation, Operation and Maintenance)*, 2014.

ANSI/HI 3.6, *Pruebas de Bombas Rotativas (Rotary Pump Tests)*, 2016.

ANSI/HI 9.6.4, *Bombas Rotodinámicas (Centrífugas y Verticales) para la Medición de Vibraciones y Valores Permitidos (Rotodynamic (Centrifugal and Vertical) Pumps for Vibration Measurement and Allowable Values)*, 2009.

ANSI/HI 9.6.6, *Bombas Rotodinámicas para Tuberías de Bombas (Rotodynamic Pumps for Pump Piping)*, 2016.

ANSI/HI 9.8, *Bombas Rotodinámicas para el Diseño de las Entradas de Bombas (Rotodynamic Pumps for Pump Intake Design)*, 2012.

E.1.2.4 Publicaciones IEEE. IEEE, Three Park Avenue, 17th Floor, New York, NY 10016-5997.

ANSI/IEEE C62.11, *Norma IEEE para Supresores de Transientes de Óxido de Metal para Circuitos de Corriente Alterna (>1kV) [IEEE Standard for Metal-Oxide Surge Arresters for Alternating Current Power Circuits (>1kV)]*, 2012.

IEEE 141, *Distribución de Energía Eléctrica para Plantas Industriales (Electric Power Distribution for Industrial Plants)*, 1986.

IEEE 241, *Sistemas Eléctricos para Edificios Comerciales (Electric Systems for Commercial Buildings)*, 1990.

IEEE 493, *Práctica Recomendada para el Diseño de Sistemas Confiables de Energía Industrial y Comercial (Recommended Practice for the Design of Reliable Industrial and Commercial Power Systems)*, 2007.

IEEE 802.3, *Norma para Ethernet (Standard for Ethernet)*, 2012.

IEEE 802.11, *Norma para Tecnología de la Información – Telecomunicaciones e Intercambio de Información entre Redes de Sistemas de Áreas Locales y Metropolitanas – Requisitos Específicos, Apartado 11: Especificaciones para las Redes Inalámbricas Control de Acceso a Medios (MAC) y Capa Física (PHY) [Standard for Information technology — Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks — Specific requirements Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications]*, 2012.

Anthony, M. y col., “Reliability Analysis for Power to Fire Pump Using Fault Tree and RBD” (Análisis de la confiabilidad de la energía para bombas contra incendio mediante el empleo del árbol de fallos y el diagrama de bloques de confiabilidad o RBD), *IEEE Transactions on Industry Applications (Transacciones sobre Aplicaciones Industriales de IEEE)*, Vol. 49, No. 2, Marzo-Abril 2013, págs. 997–1003.

Anthony, M. y col., “Reliability engineering applied to Critical Operations Power Systems (COPS)” [(Ingeniería de la confiabilidad aplicada a los sistemas de energía para operaciones críticas o COPS), *Proc. Conferencia de Sistemas de Energía Industriales y Comerciales de IEEE de 2011 [Industrial and Commercial Power Systems Technical Conference (I&CPS)]*, 1-5 Mayo 2011, págs.1–8.

Arno, R.G., E. Stoyas y R. Schuerger, “NEC Artículo 708,” *Revista sobre Aplicaciones Industriales (Industry Application Magazine)*, IEEE, Vol.17, No.1, Ene.-Feb. 2011, págs. 20–25.

Arno, R.G., E. Stoyas y R. Schuerger, “Risk Analysis for NEC Article 708 Critical Operations Power Systems” (Análisis de riesgo para sistemas de energía para operaciones críticas de NEC, Artículo 708), Reunión Anual de la Sociedad de Aplicaciones Industriales (Industry Applications Society Annual Meeting), IEEE, 4-8 Oct. 2009, págs. 1–7.

E.1.2.5 Publicaciones NEMA. Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (National Electrical Manufacturers Association o NEMA), 1300 North 17th Street, Suite 900, Arlington, VA 22209.

NEMA ICS 14, *Guía de Aplicación para Controladores de Bombas contra incendio Eléctricos (Application Guide for Electric Fire Pump Controllers)*, 2015.

NEMA 250, *Gabinetes para Equipos Eléctricos (Enclosures for Electrical Equipment)*, 2014.

E.1.2.6 Publicaciones SAE. Sociedad de Ingenieros Automotrices (Society of Automotive Engineers o SAE), 400 Commonwealth Drive, Warrendale, PA 15096.

SAE J-1349, *Código de Prueba de Energía del Motor — Encendido por Chispa y Motor de Compresión (Engine Power Test Code — Spark Ignition and Compression Engine)*, 2011.

E.1.2.7 Publicaciones UL. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pflugsten Road, Northbrook, IL 60062-2096.

ANSI/UL 508, *Norma para Equipos Industriales de Control (Standard for Industrial Control Equipment)*, 2013.

ANSI/UL 1008, *Norma para Equipos de Interruptores de Transferencia (Standard for Transfer Switch Equipment)*, 2011 revisada en 2015.

E.2 Referencias informativas. Los siguientes documentos o partes de éstos se mencionan en este anexo como recursos informativos únicamente. No son parte de los requisitos de este documento.

E.2.1 Publicaciones HI. Instituto de Hidráulica (Hydraulic Institute o HI), 6 Campus Drive, First Floor North, Parsippany, NJ 07054-4406.

ANSI/HI 1.1-1.2, *Nomenclatura y Definiciones de Bombas Rotodinámicas Centrífugas (Rotodynamic Centrifugal Pumps for Nomenclature and Definitions)*, 2014.

ANSI/HI 1.3, *Diseño y Aplicación de Bombas Rotodinámicas Centrífugas (Rotodynamic Centrifugal Pumps for Design and Application)*, 2013.

ANSI/HI 2.1-2.2, *Flujos de Tipo Radial, Mixto y Axial para Nomenclatura y Definiciones de Bombas Rotodinámicas Verticales (Rotodynamic Vertical Pumps for Radial, Mixed, and Axial Flow Types for Nomenclature and Definitions)*, 2014.

ANSI/HI 2.3, *Flujos de Tipo Radial, Mixto y Axial para Diseño y Aplicación de Bombas Rotodinámicas Verticales (Rotodynamic Vertical Pumps for Radial, Mixed, and Axial Flow Types for Design and Application)*, 2013.

ANSI/HI 3.1-3.5, *Nomenclatura, Definiciones, Aplicación y Funcionamiento de Bombas Rotativas (Rotary Pumps for Nomenclature, Definitions, Application, and Operation)*, 2015.

ANSI/HI 14.6, *Pruebas de Aceptación del Desempeño Hidráulico de Bombas Rotodinámicas (Rotodynamic Pumps for Hydraulic Performance Acceptance Tests)*, 2011

E.2.2 Publicaciones UL. Underwriters Laboratories Inc., 333 Pflugsten Road, Northbrook, IL 60062-2096.

ANSI/UL 80, *Norma para Tanques de Acero para Combustibles Quemadores de Aceite y Otros Líquidos Combustibles (Standard for Steel Tanks for Oil Burner Fuels and Other Combustible Liquids)*, 2007, revisada en 2014.

UL 2080, *Norma para Tanques Resistentes al Fuego, para Líquidos Inflamables y Combustibles (Standard for Fire Resistant Tanks for Flammable and Combustible Liquids)*, 2000.

ANSI/UL 2085, *Norma para Tanques Protegidos, Ubicados sobre la Superficie, para Líquidos Inflamables y Combustibles (Standard for Protected Aboveground Tanks for Flammable and Combustible Liquids)*, 1997, revisada en 2010.

E.3 Referencias para fragmentos incluidos en las secciones informativas. (Reservado)

Índice

Derechos de autor © 2020 National Fire Protection Association. Todos los Derechos Reservados

Los derechos de autor en este índice son separados y distintos de los derechos de autor en el documento que indexan. Las previsiones de autorización divulgadas para el documento no son aplicables a este índice. Este índice no puede ser reproducido totalmente o en parte por ningún medio sin el expreso permiso escrito de NFPA.

-A-

A la vista desde (al alcance de la vista desde, al alcance de la vista)
[In Sight From (Within Sight From, Within Sight)]

Definition, 3.3.31

Acoplamiento torsional (Torsional Coupling)

Definition, 3.3.68

Acople flexible (Flexible Coupling)

Definition, 3.3.26

Acuífero (Aquifer)

Definition, 3.3.3

Aditivo (Additive)

Definition, 3.3.1

Administración, Cap. 1

Alcance, 1.1, A.1.1

Aplicación, 1.3

Equivalencia, 1.5

Propósito, 1.2

Retroactividad, 1.4

Unidades, 1.6

Conversión, 1.6.4

Tamaños comerciales, 1.6.5

Agua subterránea (Groundwater)

Definition, 3.3.28

Alarma de la bomba contra incendio (Fire Pump Alarm)

Definition, 3.3.22

Alimentador (Feeder)

Definition, 3.3.21

Altura de succión total (hl) [Total Suction Lift (hl)]

Definition, 3.3.74

Análisis de desempeño del acuífero (Aquifer Performance Analysis)

Definition, 3.3.4

Apagado (sin flujo, flujo cero) [Shutoff (No Flow, Churn)]

Definition, 3.3.60

Aprobado (Approved)

Definition, 3.2.1, A.3.2.1

Autoridad Competente (AC) [Authority Having Jurisdiction (AHJ)]

Definition, 3.2.2, A.3.2.2

-B-

Batería de motor (Engine Battery)

Definition, 3.3.19

Bomba (Pump)

Bomba centrífuga (Centrifugal Pump)

Definition, 3.3.49.3

Bomba contra incendio (Fire Pump)

Definition, 3.3.49.5

Bomba de concentrado de espuma (Foam Concentrate Pump)

Definition, 3.3.49.6

Bomba de desplazamiento positivo (Positive Displacement Pump)

Definition, 3.3.49.14

Bomba de engranajes (Gear Pump)

Definition, 3.3.49.7

Bomba de lata (Can Pump)

Definition, 3.3.49.2

Bomba de lóbulo giratorio (Rotary Lobe Pump)

Definition, 3.3.49.16

Bomba de mantenimiento de presión (reforzadora o sostenedora) [Pressure Maintenance (Jockey o Make-Up) Pump]

Definition, 3.3.49.15

Bomba de succión axial (End Suction Pump)

Definition, 3.3.49.4

Bomba de turbina vertical con eje en línea (Vertical Lineshaft Turbine Pump)

Definition, 3.3.49.18

Bomba de álabes giratorios (Rotary Lobe Pump)

Definition, 3.3.49.17

Bomba de émbolo de pistón (Piston Plunger Pump)

Definition, 3.3.49.13

Bomba en línea (In-Line Pump)

Definition, 3.3.49.10

Bomba horizontal (Horizontal Pump)

Definition, 3.3.49.8

Bomba horizontal de carcasa partida (Horizontal Split-Case Pump)

Definition, 3.3.49.9

Bomba multietapa y multipuerto (Multistage Multiport Pump)

Definition, 3.3.49.11, A.3.3.49.11

Bomba para aditivos (Additive Pump)

Definition, 3.3.49.1

Conjunto de montaje de bombas contra incendio empaquetadas (Packaged Fire Pump Assembly)

Definition, 3.3.49.12

Definition, 3.3.49

Unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada (Water Mist Positive Displacement Pumping Unit)

Definition, 3.3.49.19, A.3.3.49.19

Bombas centrífugas, Cap. 6

Accesorios, 6.3

Liberador automático de aire, 6.3.3

Cimentación y asentamiento, 6.4

Conexión al motor y alineación, 6.5, A.6.5

Tipo de acople, 6.5.1

Desempeño en fábrica y de campo, 6.2, A.6.2

Generalidades, 6.1

Aplicación, 6.1.2, A.6.1.2

Tipos, 6.1.1, A.6.1.1

Bombas contra incendio para edificios de gran altura, Cap. 5

- Acceso a los equipos, 5.2, A.5.2
- Arreglo para la prueba de las bombas contra incendio, 5.4
- Edificios muy altos, 5.6, A.5.6
 - Respaldo para bombas contra incendio, 5.6.2
 - Tanques de suministro de agua para edificios muy altos, 5.6.1
- Energía alternativa, 5.5
- Generalidades, 5.1
 - Aplicación, 5.1.1
 - Tanques de suministro de agua, 5.3

Bombas de desplazamiento positivo, Cap. 8

- Accesorios, 8.5
 - Filtro de succión, 8.5.5, A.8.5.5
 - Información general para válvulas de alivio, 8.5.2, A.8.5.2
 - Mantenimiento de presión, 8.5.7
 - Manómetros, 8.5.1
 - Protección del suministro de agua, 8.5.6
 - Válvulas de alivio para bombas de agua nebulizada, 8.5.4, A.8.5.4
 - Válvulas de alivio para bombas de concentrado de espuma, 8.5.3, A.8.5.3
- Bombas para concentrados de espuma y aditivos, 8.2
 - Bombas de aditivos, 8.2.1
 - Cabezal neto de succión positiva, 8.2.2, A.8.2.2
 - Funcionamiento en seco, 8.2.4, A.8.2.4
 - Materiales de sellos, 8.2.3
 - Presión de descarga, 8.2.6, A.8.2.6
 - Índices de flujo mínimos, 8.2.5, A.8.2.5
- Bombas para sistemas de agua nebulizada, 8.3
- Cimentación y asentamiento, 8.8
- Conexión y alineación del impulsor, 8.9
- Controladores, 8.7, A.8.7
- Dispositivos de prueba de flujo, 8.10
- Generalidades, 8.1, A.8.1
 - Adaptabilidad, 8.1.2, A.8.1.2
 - Aplicación, 8.1.3
 - Materiales de la bomba, 8.1.5, A.8.1.5
 - Sellos de bombas, 8.1.4
 - Tipos, 8.1.1
 - Válvula de descarga, 8.1.6
 - Control de la válvula de descarga, 8.1.6.3
 - Funcionamiento automático, 8.1.6.3.1
 - Funcionamiento manual, 8.1.6.3.2
- Motores de bombas, 8.6
 - Engranajes de reducción, 8.6.2
 - Motores comunes, 8.6.3
- Unidades de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, 8.4

Bombas de tipo turbina de eje vertical, Cap. 7

- Bomba, 7.3
 - Accesorios, 7.3.5
 - Detección del nivel de agua, 7.3.5.3, A.7.3.5.3
 - Liberador automático de aire, 7.3.5.2
 - Columna, 7.3.2
 - Componente de cabeza de bomba de turbina vertical, 7.3.1, A.7.3.1
 - Filtro de succión, 7.3.4
 - Montaje del tazón, 7.3.3

- Generalidades, 7.1, A.7.1
 - Aplicación, 7.1.1, A.7.1.1
 - Desempeño en fábrica y de campo, 7.1.2
- Instalación, 7.4, A.7.4
 - Cimientos, 7.4.3
 - Sumidero o foso, 7.4.3.7
 - Configuración externa, 7.4.2
 - Cuarto de la bomba, 7.4.1
- Motor, 7.5
 - Bombas de turbina vertical de velocidad variable, 7.5.3
 - Controles, 7.5.2
 - Método de impulsión, 7.5.1
 - Ejes de conexión flexibles, 7.5.1.8
 - Impulsores de engranajes, 7.5.1.7
 - Sistema elástico de masa, 7.5.1.6
- Operación y mantenimiento, 7.6
 - Mantenimiento, 7.6.2
 - Operación, 7.6.1
- Suministro de agua, 7.2
 - Bomba sumergible, 7.2.2
 - Instalaciones de foso húmedo, 7.2.2.2, A.7.2.2.2
 - Instalaciones en pozos, 7.2.2.1, A.7.2.2.1
 - Construcción de pozos, 7.2.3
 - Desarrollo de un pozo, 7.2.6
 - Evaluación e inspección del pozo, 7.2.7, A.7.2.7
 - Formaciones consolidadas, 7.2.5, A.7.2.5
 - Formaciones no consolidadas (Arenas y gravas), 7.2.4
 - Pozos tubulares, 7.2.4.16
 - Fuente, 7.2.1

Bombas y controladores de presión de velocidad variable (Variable Speed Pumps and Controllers)

- Bomba de velocidad variable (Variable Speed Pump)
 - Definition, 3.3.76.4
- Control de autorregulación (Self-Regulating Control)
 - Definition, 3.3.76.1
- Control de limitación de presión de velocidad variable (Variable Speed Pressure Limiting Control)
 - Definition, 3.3.76.3
- Control de limitación de succión de velocidad variable (Variable Speed Suction Limiting)
 - Definition, 3.3.76.5
- Definition, 3.3.76
- Unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación (Self-Regulating Variable Speed Fire Pump Unit)
 - Definition, 3.3.76.2, A.3.3.76.2

-C-

Cabeza de velocidad (hv) [Velocity Head (hv)]

- Definition, 3.3.77

Cabezal (Head)

- Cabezal de succión positiva neta (NPSH) (hsv) [Net Positive Suction Head (NPSH) (hsv)]
 - Definition, 3.3.29.1
- Cabezal de velocidad (hv) [Velocity Head (hv)]
 - Definition, 3.3.29.6, A.3.3.29.6
- Cabezal total (Total Head)
 - Definition, 3.3.29.3

- Cabezal total de descarga (hd) [Total Discharge Head (hd)]
 - Definition, 3.3.29.2
- Cabezal total de succión (Total Suction Head)
 - Definition, 3.3.29.5
- Cabezal total nominal (Total Rated Head)
 - Definition, 3.3.29.4
- Definition, 3.3.29, A.3.3.29
- Cabezal de succión positiva neta (NPSH) (hsv) [Net Positive Suction Head (NPSH) (hsv)]**
 - Definition, 3.3.40
- Cabezal nominal total (Total Rated Head)**
 - Definition, 3.3.72
- Cabezal total (H), bombas de turbina vertical [Total Head (H), Vertical Turbine Pumps]**
 - Definition, 3.3.71
- Cabezal total (H), bombas horizontales [Total Head (H), Horizontal Pumps]**
 - Definition, 3.3.70
- Cabezal total de descarga (hd) [Total Discharge Head (hd)]**
 - Definition, 3.3.69
- Cabezal total de succión (hs) [Total Suction Head (hs)]**
 - Definition, 3.3.73
- Carga máxima (Peak Load)**
 - Definition, 3.3.45, A.3.3.45
- Circuito (Circuit)**
 - Circuito de control externo tolerante a las fallas (Fault Tolerant External Control Circuit)
 - Definition, 3.3.10.2
 - Circuito Ramal (Branch Circuit)
 - Definition, 3.3.10.1
 - Definition, 3.3.10
- Circuito de control externo tolerante a las fallas (Fault Tolerant External Control Circuit)**
 - Definition, 3.3.20
- Circuito ramal (Branch Circuit)**
 - Definition, 3.3.7
- Conectividad del cuarto de bombas contra incendio, Anexo C**
 - Alcance, C.1
 - Aspectos relacionados con la seguridad, C.4
 - Acceso a los datos, C.4.2
 - Amenazas externas para la protección contra incendios, C.4.6
 - Generalidades, C.4.1
 - Infecciones, C.4.4
 - Intenciones maliciosas, C.4.3
 - Riesgos de control remoto, C.4.5
 - Configuraciones posibles, C.3
 - Controladores (FPC) conectados de manera permanente a una red, C.3.2
 - Conexiones accesibles al público (alámbricas o inalámbricas), C.3.2.2
 - Conexiones inalámbricas permanentes, C.3.2.3
 - Métodos alámbricos privados (de las instalaciones) permanentes, C.3.2.1
 - Controladores autónomos (FPC) Controladores no conectados a una red, C.3.1
 - Configuración del(los) sistema(s) de registro/informe de datos, C.8
 - Datos en el controlador de la bomba contra incendio, C.8.1
 - Datos fuera del controlador de la bomba contra incendio, C.8.2
- Control remoto, C.7
- Definiciones generales, C.2
 - Acceso, C.2.1
 - Circuitería, C.2.2
 - Codificar, C.2.5
 - Con enrutamiento, C.2.18
 - Conectividad, C.2.4
 - Departamento de IT, C.2.14
 - Enrutamiento, C.2.19
 - Ethernet, C.2.6
 - Firmware, C.2.7
 - Internet, C.2.10
 - IP, C.2.11
 - IP-4 (IPv4), C.2.12
 - IP-6 (IPv6), C.2.13
 - Lenguaje de marcado de hipertexto (HyperText Markup Language o HTML), C.2.9
 - Nube, C.2.3
 - Protocolo de control de transmisión/Protocolo de internet (Transmission Control Protocol/Internet Protocol o TCP/IP), C.2.24
 - Protocolo en serie, C.2.23
 - Puerto en serie, C.2.22
 - Puerto USB, C.2.25
 - Red de área amplia (Wide Area Network o WAN), C.2.27
 - Red de área local (Local Area Network o LAN), C.2.15
 - Red de área privada (Private Area Network o PAN), C.2.17
 - RS-232 (EIA-32), C.2.20
 - RS-485 (EIA-45), C.2.21
 - Sin enrutamiento, C.2.16
 - Sistema global para comunicaciones móviles (Global System for Mobile Communication o GMS), C.2.8
 - Usuario, C.2.26
- Métodos de mitigación de riesgos, C.5
 - Acceso alternativo, C.5.6
 - Contraseñas, C.5.4
 - Encriptado, C.5.5
 - Evaluación de los riesgos, C.5.1
 - Mitigación de riesgos, C.5.7
 - Motivaciones para los atacantes, C.5.2
 - Protección contra amenazas, C.5.3
- Normalización de los parámetros, C.6
 - Definiciones de los registros de Modbus, C.6.2
 - Formato de los mensajes, C.6.1
- Requisitos recomendados, C.9
 - Información registrada en el controlador, C.9.2
 - Direcciones de registro de Modbus, C.9.2.10
 - Formatos de registro de datos, C.9.2.11
- Controlador de la bomba contra incendio (Fire Pump Controller)**
 - Definition, 3.3.23
- Controladores para motor diésel, Cap. 12**
 - Aplicación, 12.1
 - Generalidades, 12.1.3
 - Marcación, 12.1.3.3
 - Arranque y control, 12.7, A.12.7
 - Automático y no automático, 12.7.1

- Control de emergencia, 12.7.6
- Disposición del equipo de arranque, 12.7.4
- Funcionamiento automático del controlador, 12.7.2
 - Arranque en secuencia de las bombas, 12.7.2.5
 - Circuitos externos conectados a controladores, 12.7.2.6
 - Control de presión de agua, 12.7.2.1
 - Interruptor accionado por presión, 12.7.2.1.1
 - Control del equipo de protección contra incendios, 12.7.2.2
 - Control eléctrico manual en estación remota, 12.7.2.3
 - Pruebas automáticas, 12.7.2.7
- Funcionamiento no automático del controlador, 12.7.3
 - Control manual en el controlador, 12.7.3.1
 - Prueba manual del funcionamiento automático, 12.7.3.2
- Métodos de parada, 12.7.5
 - Apagado automático después del arranque automático, 12.7.5.2, A.12.7.5.2
 - Apagado eléctrico manual, 12.7.5.1
- Cargadores de baterías, 12.6
- Componentes, 12.4
 - Contactos del controlador para indicación remota, 12.4.3
 - Dispositivos de señalización remota del controlador, 12.4.2
 - Indicación remota, 12.4.2.2
 - Grabador de presión, 12.4.4, A.12.4.4
 - Indicadores en el controlador, 12.4.1
 - Voltímetro, 12.4.5
- Construcción, 12.3
 - Conexiones y cableado, 12.3.5
 - Cableado de campo, 12.3.5.1
 - Conexiones de campo, 12.3.5.3
 - Elementos del cableado, 12.3.5.2
 - Diagramas eléctricos e instrucciones, 12.3.6
 - Equipo, 12.3.1
 - Gabinete (bloqueable) cerrado, 12.3.4
 - Gabinetes, 12.3.3
 - Conexión a tierra, 12.3.3.2
 - Montaje, 12.3.3.1, A.12.3.3.1
 - Instrucciones, 12.3.8, A.12.3.8
 - Marcación, 12.3.7
 - Montaje, 12.3.2
- Controladores de motor de arranque con aire, 12.8
 - Apagado manual, 12.8.3
 - Disposición de los equipos de arranque, 12.8.2
 - Requisitos existentes, 12.8.1
- Recarga de baterías, 12.5
- Ubicación, 12.2
- Controladores y accesorios para motores eléctricos, Cap. 10**
- Arranque y control, 10.5
 - Automático y no automático, 10.5.1, A.10.5.1
 - Controlador automático, 10.5.2
 - Arranque en secuencia de las bombas, 10.5.2.5
 - Circuitos externos conectados a controladores, 10.5.2.6
 - Control de presión de agua, 10.5.2.1, A.10.5.2.1
 - Dispositivo sensor de presión, 10.5.2.1.1
 - Control del equipo de protección contra incendios, 10.5.2.3
 - Control eléctrico manual en estación remota, 10.5.2.4
 - Controlador automático accionado por interruptor sin presión, 10.5.2.2
 - Pruebas automáticas, 10.5.2.7
 - Controlador no automático, 10.5.3
 - Control eléctrico manual en el controlador, 10.5.3.1
 - Pruebas manuales del funcionamiento automático, 10.5.3.3
 - Métodos de parada, 10.5.4
 - Apagado automático después del arranque automático, 10.5.4.2
 - Manual, 10.5.4.1
- Componentes, 10.4
 - Circuito de arranque del motor, 10.4.5
 - Aceleración temporizada, 10.4.5.2
 - Bobinas de operación, 10.4.5.6
 - Contactador del motor, 10.4.5.1
 - Reactores y autotransformadores de arranque, 10.4.5.4
 - Resistores de arranque, 10.4.5.3
 - Sensores de fase única en el controlador, 10.4.5.7, A.10.4.5.7
 - Unidades de arranque progresivo, 10.4.5.5
 - Contactos de controlador para indicación remota, 10.4.8
 - Dispositivos de señalización en el controlador, 10.4.6, A.10.4.6
 - Indicador visible de energía disponible, 10.4.6.1
 - Inversión de fases, 10.4.6.2
 - Dispositivos remotos de alarma de bomba contra incendio y de señalización desde el controlador, 10.4.7, A.10.4.7
 - Interruptor de aislamiento, 10.4.2
 - Advertencia, 10.4.2.4
 - Certificación en amperios, 10.4.2.3, A.10.4.2.3
 - Generalidades, 10.4.2.1
 - Manilla de operación, 10.4.2.5
 - Operable externamente, 10.4.2.2
 - Protección de sobrecorriente con rotor bloqueado, 10.4.4
 - Ruptor de circuito (Medio de desconexión), 10.4.3
 - Características eléctricas, 10.4.3.3, A.10.4.3.3
 - Características mecánicas, 10.4.3.2
 - Generalidades, 10.4.3.1, A.10.4.3.1
 - Supresor de transientes de voltaje, 10.4.1, A.10.4.1
- Construcción, 10.3
 - Conexiones y cableado, 10.3.4
 - Conexiones de campo, 10.3.4.5
 - Servicio continuo, 10.3.4.4
 - Diagramas eléctricos e instrucciones, 10.3.7
 - Equipo, 10.3.1
 - Gabinetes, 10.3.3
 - Marcación, 10.3.8
 - Montaje, 10.3.2
 - Operación externa, 10.3.6, A.10.3.6
 - Protección de circuitos de control, 10.3.5
- Controladores certificados en exceso de 600 V, 10.6
 - Circuito de control de bajo voltaje, 10.6.5
 - Transformadores de corriente, 10.6.5.5
 - Control mecánico del funcionamiento de emergencia en el controlador, 10.6.10
 - Desconexión con carga, 10.6.3

- Disposiciones para pruebas, 10.6.2
 - Equipamiento de control, 10.6.1
 - Indicadores en el controlador, 10.6.6
 - Medios de desconexión, 10.6.8
 - Protección de sobrecorriente con rotor bloqueado, 10.6.9
 - Protección del personal contra voltajes altos, 10.6.7
 - Ubicación del interruptor accionado por presión, 10.6.4
 - Controladores con control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable, 10.10, A.10.10
 - Aislamiento, 10.10.4
 - Calidad de potencia, 10.10.6
 - Configuraciones críticas, 10.10.11
 - Contactos del controlador para indicación remota, 10.10.9
 - Control local, 10.10.7
 - Desempeño del sistema, 10.10.10
 - Dispositivos indicadores en el controlador, 10.10.8
 - Falla del motor, 10.10.8.1
 - Modo de desvío, 10.10.8.2
 - Sobrepresión del control de limitación de presión de velocidad variable, 10.10.8.3
 - Equipos de control, 10.10.1
 - Impulsores de velocidad variable para bombas verticales, 10.10.12
 - Marcación adicional, 10.10.2
 - Operación en desvío, 10.10.3, A.10.10.3
 - Apagado automático, 10.10.3.4
 - Protección del circuito, 10.10.5, A.10.10.5
 - Controladores de servicio limitado, 10.7
 - Limitaciones, 10.7.1
 - Requisitos, 10.7.2
 - Controladores para motores de bombas de aditivos, 10.9
 - Arranque automático, 10.9.2
 - Bloqueo, 10.9.4
 - Equipos de control, 10.9.1
 - Marcación, 10.9.5
 - Métodos de parada, 10.9.3
 - Generalidades, 10.1
 - Aplicación, 10.1.1
 - Desempeño y puesta a prueba, 10.1.2
 - Alistamiento, 10.1.2.7
 - Arreglos para servicios, 10.1.2.6
 - Listado, 10.1.2.1
 - Listado del equipamiento de servicio, 10.1.2.4
 - Marcación, 10.1.2.2, A.10.1.2.2
 - Marcación adicional, 10.1.2.5
 - Diseño, 10.1.3, A.10.1.3
 - Transferencia de energía para suministro de energía alternativa, 10.8, A.10.8
 - Controlador de la bomba contra incendio y disposiciones para el interruptor de transferencia, 10.8.2, A.10.8.2
 - Arreglo I (Combinación listada de controlador de bomba contra incendio e interruptor de bomba de transferencia de energía), 10.8.2.1
 - Interruptor de aislamiento, 10.8.2.1.2
 - Marcas de precaución, 10.8.2.1.4
 - Montaje del interruptor de energía autónomo, 10.8.2.1.1
 - Ruptor de circuito, 10.8.2.1.3
 - Arreglo II (Controlador de bomba contra incendio e interruptor de transferencia de energía listados individualmente), 10.8.2.2
 - Interruptor de transferencia, 10.8.2.3
 - Generalidades, 10.8.1
 - Requisitos de los interruptores de transferencia de energía, 10.8.3
 - Certificación en amperios, 10.8.3.4
 - Corrientes de irrupción, 10.8.3.10
 - Dispositivos sensores de bajo voltaje y fases, 10.8.3.6
 - Dispositivos sensores de voltaje y frecuencia, 10.8.3.7
 - Idoneidad, 10.8.3.2
 - Indicación remota, 10.8.3.14
 - Indicadores visibles, 10.8.3.8
 - Interruptor de prueba momentánea, 10.8.3.13
 - Listado, 10.8.3.1
 - Medios manuales de operación, 10.8.3.5
 - Operado de manera eléctrica y sostenido de forma mecánica, 10.8.3.3
 - Protección contra sobrecorriente, 10.8.3.11, A.10.8.3.11
 - Requisitos adicionales, 10.8.3.12
 - Retransferencia, 10.8.3.9
 - Ubicación, 10.2
- D-**
- Debe (Shall)**
 - Definition, 3.2.4
 - Debería (Should)**
 - Definition, 3.2.5
 - Definiciones**, Cap. 3
 - Descenso de nivel (Drawdown)**
 - Definition, 3.3.17
 - Difusor de succión (Suction Diffuser)**
 - Definition, 3.3.65
 - Dispositivo de regulación de presión (Pressure-Regulating Device)**
 - Definition, 3.3.48
- E-**
- Edificio de gran altura (High-Rise Building)**
 - Definition, 3.3.30
 - Edificio muy alto (Very Tall Building)**
 - Definition, 3.3.79
 - Eje de conexión flexible (Flexible Connecting Shaft)**
 - Definition, 3.3.25
 - Energía (Power)**
 - Definition, 3.3.46
 - Energía alternativa (Alternate Power)
 - Definition, 3.3.46.1
 - Energía de reserva (Standby Power)
 - Definition, 3.3.46.4
 - Generador de reserva en sitio (On-Site Standby Generator)
 - Definition, 3.3.46.3
 - Instalaciones de producción de energía en sitio (On-Site Power Production Facility)
 - Definition, 3.3.46.2
 - Energía alternativa (Alternate Power)**
 - Definition, 3.3.2

Energía de reserva (Standby Power)

Definition, 3.3.63

Equipamiento de servicio (Service Equipment)

Definition, 3.3.57, A.3.3.57

-F-**Factor de servicio (Service Factor)**

Definition, 3.3.58

Flujo cero (Churn)

Definition, 3.3.9

Flujo nominal (Rated Flow)

Definition, 3.3.52

-G-**Generador auxiliar en sitio (On-Site Standby Generator)**

Definition, 3.3.44, A.3.3.44

-I-**Impulsor con motor diésel, Cap. 11**

Cuarto de bombas, 11.3, A.11.3

Ventilación, 11.3.2, A.11.3.2

Ventilador de descarga de aire, 11.3.2.4, A.11.3.2.4

Motores refrigerados por radiadores, 11.3.2.4.3

Ventilador de suministro de aire, 11.3.2.3, A.11.3.2.3

Escape del motor, 11.5

Múltiple de escape, 11.5.1

Tuberías de escape, 11.5.2, A.11.5.2

Ubicación de la descarga del escape, 11.5.3

Funcionamiento del sistema con motor diésel, 11.6, A.11.6

Arranque y parada de emergencia, 11.6.6

Funcionamiento semanal, 11.6.1

Mantenimiento de la batería, 11.6.3

Mantenimiento de la temperatura, 11.6.5, A.11.6.5

Mantenimiento del motor, 11.6.2, A.11.6.2

Mantenimiento del suministro de combustible, 11.6.4, A.11.6.4

Generalidades, 11.1

Tipo de motor, 11.1.3, A.11.1.3

Motores, 11.2

Certificaciones de los motores, 11.2.2

Conexión de la energía del motor a la bomba, 11.2.3

Controles de velocidad del motor, 11.2.4

Control de apagado del motor por exceso de velocidad, señal de baja presión de aceite, y señales de alta y baja temperatura del refrigerante, 11.2.4.4

Control de funcionamiento del motor e interrupción del arranque, 11.2.4.5

Control de limitación de presión de velocidad variable o control de limitación de succión de velocidad variable (opcional), 11.2.4.3

Línea sensora de presión, 11.2.4.3.4

Control electrónico de manejo de combustible, 11.2.4.2, A.11.2.4.2

Interruptor de selección del ECM, 11.2.4.2.3

Contactos, 11.2.4.2.3.3

Gabinete, 11.2.4.2.3.4

Montaje, 11.2.4.2.3.5

Operación, 11.2.4.2.3.1

Supervisión, 11.2.4.2.3.2

Módulo de control electrónico alternativo, 11.2.4.2.1

Potencia de salida del motor, 11.2.4.2.4, A.11.2.4.2.4

Protección del voltaje del módulo de control electrónico (ECM, por sus siglas en inglés), 11.2.4.2.2

Sensores del ECM, 11.2.4.2.5

Suministro de energía para el ECM y el motor, 11.2.4.2.7

Supervisión del motor del ECM, 11.2.4.2.6

Governador del control de velocidad, 11.2.4.1

Elementos del cableado, 11.2.6

Cableado de control automático en campo, 11.2.6.2, A.11.2.6.2

Cableado del controlador automático en fábrica, 11.2.6.1

Cables de baterías, 11.2.6.3

Instrumentación, 11.2.5

Indicador de temperatura, 11.2.5.4

Indicador presión de aceite, 11.2.5.3

Panel de instrumentos, 11.2.5.1

Velocidad del motor, 11.2.5.2

Listado, 11.2.1

Lubricación del motor, 11.2.9

Métodos de arranque, 11.2.7

Arranque con aire, 11.2.7.4

Conexiones del controlador automático en fábrica, 11.2.7.4.2

Señal para el funcionamiento del motor e interrupción del arranque, 11.2.7.4.3

Suministro de arranque con aire, 11.2.7.4.4, A.11.2.7.4.4

Arranque eléctrico, 11.2.7.2

Aislamiento de las baterías, 11.2.7.2.2, A.11.2.7.2.2

Baterías, 11.2.7.2.1

Cargas de las baterías, 11.2.7.2.3

Recarga de baterías, 11.2.7.2.5, A.11.2.7.2.5

Ubicación de las baterías, 11.2.7.2.4, A.11.2.7.2.4

Arranque hidráulico, 11.2.7.3

Dispositivos de arranque, 11.2.7.1

Sistema de refrigeración del motor, 11.2.8

Desvío de suministro de agua del intercambiador de calor, 11.2.8.6, A.11.2.8.6

Radiadores, 11.2.8.8

Ventilador, 11.2.8.8.4

Salida de desechos del intercambiador de calor, 11.2.8.7

Suministro de agua del intercambiador de calor, 11.2.8.5, A.11.2.8.5

Componentes del suministro de agua del intercambiador de calor, 11.2.8.5.3

Separación del agua potable (opcional), 11.2.8.5.3.8

Válvula automática, 11.2.8.5.3.6

Suministro de combustible y arreglos, 11.4

Electricidad estática, 11.4.6, A.11.4.6

Generalidades, 11.4.1

Capacidad del tanque de suministro de combustible, 11.4.1.3

Conexiones de los tanques, 11.4.1.5

Construcción de los tanques, 11.4.1.4

- Revisión de planos, 11.4.1.1
 - Tanque de suministro de combustible, 11.4.1.2, A.11.4.1.2
 - Tubería de ventilación, 11.4.1.6
 - Indicación del nivel del tanque, 11.4.2
 - Tipo de combustible, 11.4.5, A.11.4.5
 - Tuberías para combustibles, 11.4.4, A.11.4.4
 - Protección de la línea de combustible, 11.4.4.6, A.11.4.4.6
 - Válvula solenoide de combustible, 11.4.4.7, A.11.4.4.7
 - Ubicación del tanque de suministro de combustible, 11.4.3, A.11.4.3
 - Inspección y pruebas automatizadas (Automated Inspection and Testing)**
 - Definition, 3.3.5
 - Instalaciones de producción de energía en sitio (On-Site Power Production Facility)**
 - Definition, 3.3.43
 - Interruptor (Switch)**
 - Definition, 3.3.67
 - Interruptor de aislamiento (Isolating Switch)
 - Definition, 3.3.67.1
 - Interruptor de transferencia (Transfer Switch)
 - Definition, 3.3.67.2
 - Interruptor de aislamiento (Isolating Switch)**
 - Definition, 3.3.33
 - Interruptor de transferencia automática (Automatic Transfer Switch)**
 - Definition, 3.3.6
 - Interruptor de transferencia manual (Manual Transfer Switch)**
 - Definition, 3.3.37
- L-**
- Listado (Listed)**
 - Definition, 3.2.3, A.3.2.3
 - Líquido (Liquid)**
 - Definition, 3.3.34
- M-**
- Material explicativo, Anexo A**
 - Aprobado, A.3.2.1
 - Autoridad Competente (AC), A.3.2.2
 - Bomba multietapa y multipuerto, A.3.3.49.11
 - Cabezal, A.3.3.29
 - Cabezal de velocidad (hv), A.3.3.29.6
 - Cabezal total (H), Bombas de turbina vertical, A.3.3.29.3.2
 - Cabezal Total (H), bombas horizontales, A.3.3.29.3.1
 - Carga máxima, A.3.3.45
 - Equipo de servicio, A.3.3.57
 - Generador auxiliar en sitio, A.3.3.44
 - Listado, A.3.2.3
 - Motor diésel, A.3.3.18.1
 - Presión de succión más baja permisible, A.3.3.47.2
 - Presión neta (presión diferencial), A.3.3.47.3
 - Servicio, A.3.3.56
 - Señal, A.3.3.61
 - Sin flujo (flujo cero), A.3.3.42
 - Unidad de bomba contra incendio de velocidad variable de autorregulación, A.3.3.76.2
 - Unidad de bombas contra incendio en serie, A.3.3.55
 - Unidad de bombas de desplazamiento positivo de agua nebulizada, A.3.3.49.19
 - Material extraído de NFPA 70, Artículo 695, Anexo D**
 - Generalidades, D.1
 - Material resistente a la corrosión (Corrosion-Resistant Material)**
 - Definition, 3.3.12
 - Medios de desconexión (Disconnecting Means)**
 - Definition, 3.3.15
 - Monitoreo a distancia (Distance Monitoring)**
 - Definition, 3.3.16
 - Motor (Engine)**
 - Definition, 3.3.18
 - Motor diésel (Diesel Engine)
 - Definition, 3.3.18.1, A.3.3.18.1
 - Motor (Motor)**
 - Definition, 3.3.39
 - Motor a prueba de explosiones (Explosionproof Motor)
 - Definition, 3.3.39.5
 - Motor a prueba de goteo (Dripproof Motor)
 - Definition, 3.3.39.2
 - Motor a prueba de ignición de polvo (Dust-Ignition-Proof Motor)
 - Definition, 3.3.39.3
 - Motor abierto (Open Motor)
 - Definition, 3.3.39.7
 - Motor eléctrico (Electric Motor)
 - Definition, 3.3.39.4
 - Motor enfriado por ventilador totalmente cerrado (Totally Enclosed Fan-Cooled Motor)
 - Definition, 3.3.39.8
 - Motor no ventilado totalmente cerrado (Totally Enclosed Nonventilated Motor)
 - Definition, 3.3.39.10
 - Motor protegido (Guarded Motor)
 - Definition, 3.3.39.6
 - Motor protegido a prueba de goteo (Dripproof Guarded Motor)
 - Definition, 3.3.39.1
 - Motor totalmente cerrado (Totally Enclosed Motor)
 - Definition, 3.3.39.9
 - Motor de combustión interna (Internal Combustion Engine)**
 - Definition, 3.3.32
 - Motor de turbina de vapor, Cap. 13**
 - Generalidades, 13.1
 - Aceptabilidad, 13.1.1
 - Capacidad de la turbina, 13.1.2
 - Consumo de vapor, 13.1.3, A.13.1.3
 - Instalación, 13.3, A.13.3
 - Turbina, 13.2
 - Carcasa y otras partes, 13.2.1
 - Válvula de regulador principal, 13.2.1.3
 - Cojinetes, 13.2.6
 - Cojinetes de bolas, 13.2.6.2
 - Cojinetes de camisa, 13.2.6.1
 - Eje, 13.2.5
 - Manómetro y conexiones de manómetro, 13.2.3

- Regulador de velocidad, 13.2.2
Rotor, 13.2.4
- Motor diésel (Diesel Engine)**
Definition, 3.3.13
- Motor eléctrico para bombas**, Cap. 9
Cajas de conexiones (Juntion boxes), 9.7
Caída de voltaje, 9.4, A.9.4
Energía alternativa, 9.3
 Dos o más fuentes alternativas, 9.3.6
 Otras Fuentes, 9.3.2, A.9.3.2
Energía normal, 9.2, A.9.2
Generalidades, 9.1
 Interrupción, 9.1.8, A.9.1.8
Motores, 9.5
 Generalidades, 9.5.1
 Motores para bombas de tipo turbina de eje vertical, 9.5.1.9
 Motores utilizados con controladores de velocidad variable, 9.5.1.4, A.9.5.1.4
 Límites de corriente, 9.5.2
 Marcación, 9.5.3
Sistema listado de protección de circuitos eléctricos para el cableado del controlador, 9.8
Sistemas de generador auxiliar en sitio, 9.6
 Capacidad, 9.6.1
 Dispositivos de protección, 9.6.5, A.9.6.5
 Fuentes de energía, 9.6.2, A.9.6.2
 Secuencia, 9.6.3
 Transferencia de energía, 9.6.4
Terminaciones del conduit para conductos eléctricos, 9.9
- Máxima potencia al freno en caballos de fuerza de la bomba (Maximum Pump Brake Horsepower)**
Definition, 3.3.38
- N-
- Nivel de bombeo de líquido (Pumping Liquid Level)**
Definition, 3.3.50
- Nivel de Líquido (Liquid Level)**
Definition, 3.3.35
Nivel de líquido de bombeo (Pumping Liquid Level)
 Definition, 3.3.35.1
Nivel de líquido estático (Static Liquid Level)
 Definition, 3.3.35.2
- Nivel de líquido estático (Static Liquid Level)**
Definition, 3.3.64
- Norma (Standard)**
Definition, 3.2.6
- P-
- Persona calificada (Qualified Person)**
Definition, 3.3.51
- Plano de registro (conforme a obra) [Record Drawing (As-built)]**
Definition, 3.3.54
- Posibles causas de problemas en las bombas**, Anexo B
Advertencia, B.2
Causas de falla en las bombas, B.1
 Aire introducido en la conexión de succión a través de una fuga(s), B.1.1
- Ajuste de Impulsor incorrecto, B.1.15
Anillos de desgaste desgastados, B.1.9
Bolsa de aire en la tubería de succión, B.1.3
Bomba congelada, B.1.17
Bomba e impulsor desalineados, B.1.23
Bomba no cebada, B.1.19
Cabezal neto inferior al nominal, B.1.12
Caja prensaestopas demasiado apretada o empaque instalado incorrectamente, desgastado, defectuoso, demasiado apretado, o incorrecto, B.1.5
Cimientos no rígidos, B.1.24
Conexión de succión obstruida, B.1.2
Dirección de rotación incorrecta, B.1.29
Eje de la bomba o camisa del eje de la bomba rayado, doblado o gastado, B.1.18
El manómetro de presión se encuentra sobre la carcasa de la bomba, B.1.14
Elemento rotativo pegando contra el elemento estacionario, B.1.22
Empacadura de la carcasa defectuosa, permitiendo fugas internas (bombas de una etapa y multietapas), B.1.13
Falla del circuito eléctrico, sistema de combustible obstruido, tubería de vapor obstruida o batería muerta, B.1.32
Falla del motor, B.1.26
Falta de lubricación, B.1.27
Fricción excesiva de los cojinetes debido a falta de lubricación, desgaste, suciedad, oxido, fallas o instalación incorrecta, B.1.21
Fuga de aire dentro de la bomba a través de la caja prensaestopas, B.1.7
Impulsor bloqueado, B.1.16
Impulsor dañado, B.1.10
Impulsor de diámetro incorrecto, B.1.11
Impulsor obstruido, B.1.8
Pozo colapsado o desalineación seria, B.1.4
Sello de agua o tubería hacia el sello obstruida, B.1.6
Sistema de enfriamiento del motor obstruido, B.1.25
Ubicación incorrecta del anillo del sello en la caja prensaestopas, impidiendo que el agua entre en el espacio para formar el sello, B.1.20
Velocidad demasiado baja, B.1.28
Velocidad demasiado rápida, B.1.30
Voltaje nominal del motor diferente del voltaje de la línea, B.1.31
- Mantenimiento de los controladores de la bomba contra incendio luego de una condición de falla, B.3
 Introducción, B.3.1
 Precaución, B.3.2
 Contactor, B.3.2.4
 Gabinete, B.3.2.1
 Interruptor de corriente e interruptor de aislamiento, B.3.2.2
 Restaurar el servicio, B.3.2.5
 Terminales y conductores Internos, B.3.2.3
- Pozo húmedo (Wet Pit)**
Definition, 3.3.80
- Presión (Pressure)**
Definition, 3.3.47

- Presión de descarga (Discharge Pressure)
Definition, 3.3.47.1
- Presión de succión (Suction Pressure)
Definition, 3.3.47.5
- Presión de succión más baja permisible (Lowest Permissible Suction Pressure)
Definition, 3.3.47.2, A.3.3.47.2
- Presión neta (presión diferencial) [Net Pressure (Differential Pressure)]
Definition, 3.3.47.3, A.3.3.47.3
- Presión nominal (Rated Pressure)
Definition, 3.3.47.4
- Presión de descarga (Discharge Pressure)**
Definition, 3.3.14
- Presión de succión (Suction Pressure)**
Definition, 3.3.66
- Presión establecida (Set Pressure)**
Definition, 3.3.59, A.3.3.59
- Presión neta (presión diferencial) [Net Pressure (Differential Pressure)]**
Definition, 3.3.41
- Presión nominal (Rated Pressure)**
Definition, 3.3.53
- Pruebas de aceptación, desempeño y mantenimiento, Cap. 14**
- Inspección, prueba y mantenimiento periódicos, 14.4
- Planos de registro, informes de pruebas, manuales, herramientas especiales y piezas de repuesto, 14.3, A.14.3
- Pruebas de aceptación en campo, 14.2
- Cableado eléctrico del cuarto de bombas, 14.2.3
- Condiciones simuladas, 14.2.10
- Curva certificada de la bomba, 14.2.4, A.14.2.4
- Demanda del sistema, 14.2.5
- Duración de la prueba, 14.2.11, A.14.2.11
- Manejo electrónico de combustible (ECM), 14.2.12, A.14.2.12
- Procedimientos de la prueba de aceptación de campo, 14.2.6, A.14.2.6
- Bombas de velocidad variable, 14.2.6.4
- Bombas multietapas y multipuertos, 14.2.6.5
- Dispositivos y equipos para inspecciones y pruebas automatizadas, 14.2.6.2
- Equipao para pruebas, 14.2.6.1, A.14.2.6.1
- Procedimiento de medición, 14.2.6.6, A.14.2.6.6
- Bombas de desplazamiento positivo, 14.2.6.6.3
- Unidades de impulsores de engranajes en ángulo recto, 14.2.6.6.9
- Unidades impulsadas por motores de combustión interna, 14.2.6.6.7
- Unidades impulsadas por motores eléctricos, 14.2.6.6.4
- Unidades impulsadas por turbinas de vapor, 14.2.6.6.8
- Prueba de arranque de cargas, 14.2.6.7
- Pruebas de flujo de la bomba contra incendio, 14.2.6.3
- Detección del nivel de agua, 14.2.6.3.6
- Pruebas de aceptación del controlador para unidades impulsadas por motores eléctricos y diésel, 14.2.7
- Regulador de emergencia para unidades impulsadas por vapor, 14.2.9
- Suministro de energía alternativa, 14.2.8
- Pruebas hidrostáticas y lavado, 14.1
- Lavado, 14.1.1, A.14.1.1
- Prueba hidrostática, 14.1.2
- Reemplazo de componentes, 14.5
- Bombas centrífugas, 14.5.2
- Nuevas pruebas de campo, 14.5.2.7
- Reemplazo de los componentes, 14.5.2.4
- Bombas de desplazamiento positivo, 14.5.1
- Resultados de las nuevas pruebas de campo, 14.5.1.4
- Publicaciones de referencia, Cap. 2**
- Generalidades, 2.1
- Otras publicaciones, 2.3
- Otras publicaciones, 2.3.11
- Publicaciones ANSI, 2.3.2
- Publicaciones ASCE, 2.3.3
- Publicaciones ASME, 2.3.4
- Publicaciones AWS, 2.3.5
- Publicaciones HI, 2.3.6
- Publicaciones IEEE, 2.3.7
- Publicaciones ISO, 2.3.8
- Publicaciones NEMA, 2.3.9
- Publicaciones UL, 2.3.10
- Publicación AGMA, 2.3.1
- Publicaciones NFPA, 2.2
- Referencias para fragmentos incluidos en las secciones obligatorias, 2.4
- Pérdida de fase (Loss of Phase)**
Definition, 3.3.36
- R-**
- Referencias Informativas, Anexo E**
- Publicaciones de Referencia, E.1
- Otras Publicaciones, E.1.2
- Publicaciones ASCE, E.1.2.1
- Publicaciones AWWA, E.1.2.2
- Publicaciones HI, E.1.2.3
- Publicaciones IEEE, E.1.2.4
- Publicaciones NEMA, E.1.2.5
- Publicaciones SAE, E.1.2.6
- Publicaciones UL, E.1.2.7
- Publicaciones NFPA, E.1.1
- Referencias informativas, E.2
- Publicaciones HI, E.2.1
- Publicaciones UL, E.2.2
- Referencias para fragmentos incluidos en las secciones informativas. (Reservado), E.3
- Requisitos generales, Cap. 4**
- Aprobación requerida, 4.2, A.4.2
- Bomba multietapa y multipuerto, 4.9
- Bombas, 4.1
- Bombas de mantenimiento de presión (reforzadoras o de compensación), 4.27, A.4.27
- Presión excesiva, 4.27.5, A.4.27.5
- Tuberías y componentes para bombas de mantenimiento de presión, 4.27.6

- Bombas dispuestas en serie, 4.21
 - Arreglo de unidades de bombas contra incendio en serie, 4.21.2
 - Comunicaciones para unidades de bombas contra incendio en serie, 4.21.2.10
 - Protección del cableado de control para unidades de bombas contra incendio en serie, 4.21.2.8
 - Señales de estado para unidades de bombas contra incendio en serie, 4.21.2.9
 - Desempeño de la unidad de bombas contra incendio en serie, 4.21.1
- Bombas, motores y controladores, 4.7
 - Presión máxima para bombas centrífugas, 4.7.7, A.4.7.7
 - Bomba de velocidad variable, 4.7.7.3
- Capacidades de bombas contra incendio centrífugas, 4.10, A.4.10
- Confiabilidad del suministro de energía de vapor, 4.23
 - Suministro de vapor, 4.23.1
- Conjuntos de montaje de bombas contra incendio empaquetadas, 4.31
- Desempeño de la unidad de bombeo de incendio, 4.4
- Dispositivos de prevención de contraflujo y válvulas de retención, 4.29
 - Dispositivos en la tubería de succión, 4.29.3
 - Drenaje de la válvula de alivio, 4.29.2
 - Evaluación, 4.29.4
 - Dispositivo de prevención de contraflujo, 4.29.4.1
- Dispositivos de prueba de flujo de agua, 4.22
 - Generalidades, 4.22.1
 - Medidores y dispositivos de prueba, 4.22.2
 - Válvulas de manguera, 4.22.3
 - Generalidades, 4.22.3.1, A.4.22.3.1
 - Tamaño de la tubería, 4.22.3.4
 - Tipo de rosca, 4.22.3.2
 - Ubicación, 4.22.3.3
- Funcionamiento de la bomba, 4.3
 - Calificaciones y experiencia del personal de servicio, 4.3.4, A.4.3.4
 - Diseñador del sistema, 4.3.2
 - Instalador del sistema, 4.3.3
- Inspección automatizada, pruebas y dispositivos, medidores y equipos de monitoreo a distancia, 4.35
- Líneas sensoras de presión del controlador accionado por presión, 4.32, A.4.32
 - Activación del interruptor de presión, 4.32.6
 - Válvula de cierre, 4.32.5
 - Válvulas de retención o uniones de cara aplanada, 4.32.4
- Manómetros de presión, 4.12
 - Descarga, 4.12.1
 - Succión, 4.12.2, A.4.12.2
- Otras señales, 4.26, A.4.26
- Placa de identificación, 4.11
- Protección contra terremotos, 4.30
 - Cargas sísmicas, 4.30.2, A.4.30.2
 - Componentes, 4.30.3
 - Accesorios, 4.30.3.4
 - Centro de gravedad elevado, 4.30.3.2, A.4.30.3.2
 - Impulsor y controlador de la bomba, 4.30.3.1
 - Tubería y accesorios, 4.30.3.3, A.4.30.3.3
- Generalidades, 4.30.1
- Protección de las tuberías contra daños debidos al movimiento, 4.19, A.4.19
- Protección del equipamiento, 4.14, A.4.14
 - Acceso a los equipos, 4.14.2
 - Calefacción, 4.14.3
 - Drenaje, 4.14.7, A.4.14.7
 - Iluminación de emergencia, 4.14.5
 - Iluminación normal, 4.14.4
 - Protecciones, 4.14.8
 - Requisitos generales, 4.14.1, A.4.14.1
 - Edificios o cuartos de bombas contra incendio con motores diésel, 4.14.1.3
 - Edificios o cuartos de bombas contra incendio con motores eléctricos, 4.14.1.4
 - Unidades de bomba contra incendio internas, 4.14.1.1, A.4.14.1.1
 - Unidades de bombas contra incendio externas, 4.14.1.2
 - Ventilación, 4.14.6
- Prueba de aceptación de campo de las unidades de bombas, 4.34
- Prueba de taller certificada, 4.5
- Pruebas de taller, 4.24
 - Generalidades, 4.24.1
 - Pruebas de pre-envío, 4.24.2
- Resumen de los datos de bombas contra incendio centrífugas, 4.28
- Rotación del eje de la bomba, 4.25, A.4.25
- Suministros líquidos, 4.6
 - Cabezal, 4.6.5
 - Confiabilidad, 4.6.1, A.4.6.1
 - Fuentes, 4.6.2, A.4.6.2
 - Nivel, 4.6.3
 - Suministro almacenado, 4.6.4, A.4.6.4
- Supervisión de válvulas, 4.18, A.4.18
 - Supervisión de válvulas abiertas, 4.18.1
 - Supervisión de válvulas cerradas, 4.18.2
- Tanques interruptores, 4.33
- Tubería de descarga y accesorios, 4.17
 - Controles de presión de succión baja, 4.17.10
 - Dispositivos reguladores de la presión, 4.17.11, A.4.17.11
- Tubería de succión y accesorios, 4.16
 - Bombas con desviaciones (bypass), 4.16.4, A.4.16.4
 - Bombas múltiples, 4.16.7
 - Componentes, 4.16.1, A.4.16.1
 - Dispositivos en la tubería de succión, 4.16.9, A.4.16.9
 - Filtro de succión, 4.16.8, A.4.16.8
 - Instalación, 4.16.2
 - Instalación, 4.16.6, A.4.16.6
 - Alivio de tensión, 4.16.6.5
 - Codos y derivaciones en T, 4.16.6.3
 - Generalidades, 4.16.6.1
 - Protección contra congelamiento, 4.16.6.2
 - Reductor o incrementador cónico excéntrico, 4.16.6.4
 - Placa anti-vórtice, 4.16.10, A.4.16.10
 - Tamaño de succión, 4.16.3
 - Válvulas, 4.16.5, A.4.16.5
 - Tiempo de cierre de las válvulas, 4.16.5.2

Válvulas automatizadas, 4.16.5.3

Tubería y accesorios, 4.15

Corte y soldadura, 4.15.7, A.4.15.7

Identificación de los orificios de restricción, 4.15.3

Método de conexión, 4.15.2, A.4.15.2

Tubería de acero, 4.15.1, A.4.15.1

Tubería de drenaje, 4.15.5

Tuberías para concentrados y aditivos, 4.15.4

Tuberías, soportes colgantes y arriostamiento antisísmico, 4.15.6, A.4.15.6

Unidades de bombas contra incendio de velocidad variable de autorregulación, 4.8

Válvula de alivio de circulación, 4.13

Requisitos generales, 4.13.1

Válvulas de alivio para bombas centrífugas, 4.20

Descarga, 4.20.5, A.4.20.5

Descarga a la fuente de abastecimiento, 4.20.7, A.4.20.7

Descarga al reservorio de succión, 4.20.8, A.4.20.8

Generalidades, 4.20.1, A.4.20.1

Tamaño, 4.20.2

Tipo, 4.20.4

Tubería de descarga, 4.20.6

Ubicación, 4.20.3

Válvula de cierre, 4.20.9

-S-**Servicio (Service)**

Definition, 3.3.56, A.3.3.56

Señal (Signal)

Definition, 3.3.61, A.3.3.61

Sin flujo (flujo cero, apagado) [No flow (Churn, Shutoff)]

Definition, 3.3.42, A.3.3.42

Succión positiva (Flooded Suction)

Definition, 3.3.27

-T-**Tanque interruptor (Break Tank)**

Definition, 3.3.8

-U-**Unidad de bomba contra incendio (Fire Pump Unit)**

Definition, 3.3.24

Unidad de bombas contra incendio en serie (Series Fire Pump Unit)

Definition, 3.3.55, A.3.3.55

-V-**Velocidad (Speed)**

Definition, 3.3.62

Velocidad del motor diésel (Engine Speed)

Definition, 3.3.62.1

Velocidad del motor eléctrico (Motor Speed)

Definition, 3.3.62.2

Velocidad nominal (Rated Speed)

Definition, 3.3.62.3

Válvula (Valve)

Definition, 3.3.75

Válvula de alivio (Relief Valve)

Definition, 3.3.75.4

Válvula de control de presión (Pressure Control Valve)

Definition, 3.3.75.2

Válvula de descarga (Unloader Valve)

Definition, 3.3.75.6

Válvula de reducción de presión (Pressure-Reducing Valve)

Definition, 3.3.75.3

Válvula de vaciado (Dump Valve)

Definition, 3.3.75.1

Válvula reguladora de la presión de succión (Suction Pressure Regulating Valve)

Definition, 3.3.75.5

Válvula de alivio de circulación (Circulation Relief Valve)

Definition, 3.3.11

-Z-**Zona vertical de protección contra incendios (Vertical Fire Protection Zone)**

Definition, 3.3.78

Secuencia de eventos para el proceso de desarrollo de normativa NFPA

En cuanto se publica la edición vigente, la Norma se abre para el Aporte del Público

Paso 1: Etapa de Aportes

- Aportes aceptados del público u otros comités para ser considerados en el desarrollo del Primer Borrador
- El Comité lleva a cabo la Reunión de Primer Borrador para revisar la Norma (23 semanas)
- Comité(s) con Comité de Correlación (10 semanas)
- El Comité vota el Primer Borrador (12 semanas)
- El Comité(s) se reúne con el Comité de Correlación (11 semanas)
- Reunión del Comité de Correlación por el Primer Borrador (9 semanas)
- Comité de Correlación vota el primer Borrador (5 semanas)
- Publicación del Informe sobre el Primer Borrador.

Paso 2: Etapa de Comentarios

- Comentarios Públicos aceptados sobre el Primer Borrador (10 semanas)
- Si la norma no recibe Comentarios Públicos y el Comité no desea continuar revisándola, la Norma se convierte en una Norma de Consenso y se envía directamente al Consejo de Normas para su emisión
- El Comité lleva a cabo la Reunión de Segundo Borrador (21 semanas)
- Comité(s) con Comité de Correlación (7 semanas)
- El Comité vota el Segundo Borrador (11 semanas)
- El Comité(s) se reúne con el Comité de Correlación (10 semanas)
- Reunión del Comité de Correlación por el Primer Borrador (9 semanas)
- Comité de Correlación vota el Primer Borrador (8 semanas)
- Publicación del Informe sobre el Segundo Borrador

Paso 3: Reunión Técnica de la Asociación

- Aceptación de Notificaciones de Intención de Formular una Moción (NITMAM) (5 semanas)
- Revisión de NITMAMs y certificación de mociones válidas para su presentación en la Reunión Técnica de la Asociación
- La Norma de Consenso saltea la Reunión Técnica de la Asociación y procede directamente al Consejo de Normas para su emisión
- Los miembros de la NFPA se reúnen cada junio en la Reunión Técnica de la Asociación y toman acción sobre las Normas con “Mociones de Enmienda Certificadas” (NITMAMs certificadas)
- El/los Comité(s) y Panel(es) votan cualquier enmienda exitosa de los Informes del Comité Técnico efectuada por los miembros de la NFPA en la Reunión Técnica de la Asociación.

Paso 4: Apelaciones ante el Consejo y Emisión de Normas

- Las Notificaciones de intención de apelar ante el Consejo de Normas en acción de la Asociación deben ser presentadas dentro de los 20 días de llevada a cabo la Reunión Técnica de la Asociación
- El Consejo de Normas decide, en base a toda la evidencia, si emitir o no las Normas o si tomar alguna otra acción

Clasificaciones de Miembros de Comités^{1,2,3,4}

Las siguientes clasificaciones se aplican a los miembros de Comités Técnicos y representan su principal interés en la actividad del Comité.

1. M *Fabricante (Manufacturer)*: representante de un fabricante o comerciante de un producto, conjunto o sistema, o parte de éste, que esté afectado por la norma.
2. U *Usuario*: representante de una entidad que esté sujeta a las disposiciones de la norma o que voluntariamente utiliza la norma.
3. IM *Instalador/Mantenedor*: representante de una entidad que se dedica a instalar o realizar el mantenimiento de un producto, conjunto o sistema que esté afectado por la norma.
4. L *Trabajador (Labor)*: representante laboral o empleado que se ocupa de la seguridad en el área de trabajo.
5. RT *Investigación Aplicada/Laboratorio de Pruebas (Applied Research/Testing Laboratory)*: representante de un laboratorio de pruebas independiente o de una organización de investigación aplicada independiente que promulga y/o hace cumplir las normas.
6. E *Autoridad Administradora (Enforcing Authority)*: representante de una agencia u organización que promulga y/ o hace cumplir las normas.
7. I *Seguro (Insurance)*: representante de una compañía de seguros, corredor, mandatario, oficina o agencia de inspección.
8. C *Consumidor*: persona que constituye o representa el comprador final de un producto, sistema o servicio afectado por la norma, pero que no se encuentra incluida en la clasificación de Usuario.
9. SE *Experto Especialista (Special Expert)*: persona que no representa ninguna de las clasificaciones anteriores, pero que posee pericia en el campo de la norma o de una parte de ésta.

NOTA 1: “Norma” denota código, norma, práctica recomendada o guía.

NOTA 2: Los representantes incluyen a los empleados.

NOTA 3: A pesar de que el Consejo de Normas utilizará estas clasificaciones con el fin de lograr un balance para los Comités Técnicos, puede determinar que clasificaciones nuevas de miembros o intereses únicos necesitan representación con el objetivo de fomentar las mejores deliberaciones posibles en el comité sobre cualquier proyecto. Relacionado a esto, el Consejo de Normas puede hacer tales nombramientos según los considere apropiados para el interés público, como la clasificación de “Servicios públicos” en el Comité del Código Eléctrico Nacional.

NOTA 4: Generalmente se considera que los representantes de las filiales de cualquier grupo tienen la misma clasificación que la organización matriz.

Presentación de Aportes Públicos/ Comentarios Públicos mediante el Sistema de Presentación Electrónica (e-Submission):

Tan pronto como se publica la edición vigente, la Norma se abre para recibir Aportes Públicos.

Antes de acceder al sistema de presentación electrónica, primero debe registrarse en www.nfpa.org. *Nota: Se le solicitará que se registre o que cree una cuenta gratuita online de NFPA antes de utilizar este sistema:*

- a. Haga clic en la casilla gris que dice “Sign In” en la parte superior izquierda de la página. Una vez iniciada la sesión, aparecerá un mensaje de “Bienvenida” en rojo en la esquina superior derecha.
- b. Bajo el encabezamiento de Códigos y Normas (Codes & Standards), haga clic en las páginas de Información del Documento (Lista de Códigos & Normas), y luego seleccione su documento de la lista o utilice una de las funciones de búsqueda en la casilla gris ubicada arriba a la derecha.

O

- a. Diríjase directamente a la página específica de su documento mediante su enlace corto de www.nfpa.org/document#, (Ejemplo: NFPA 921 sería www.nfpa.org/921) Haga clic en la casilla gris que dice “Log In” en la parte superior izquierda de la página. Una vez que haya accedido, aparecerá un mensaje de “Bienvenida” en rojo en la esquina superior derecha.

Para comenzar su Aporte Público, seleccione el vínculo La próxima edición de esta Norma se encuentra ahora abierta para Comentarios Públicos (formalmente “propuestas”) ubicado en la solapa de Información del Documento, la solapa de la Próxima Edición, o en la barra del Navegador situada a la derecha. Como alternativa, la solapa de la próxima Edición incluye un vínculo a Presentación de Aportes Públicos online

En este punto, El Sitio de Desarrollo de Normas de la NFPA abrirá una muestra de detalles para el documento que usted ha seleccionado. Esta página de “Inicio del Documento” incluye una introducción explicativa, información sobre la fase vigente del documento y fecha de cierre, un panel de navegación izquierdo que incluye vínculos útiles, una Tabla de Contenidos del documento e íconos en la parte superior en donde usted puede hacer clic para Ayuda al utilizar el sitio. Los íconos de Ayuda y el panel de navegación serán visibles excepto cuando usted se encuentre realmente en el proceso de creación de un Comentario Público.

Una vez que el Informe del Primer Borrador se encuentra disponible, se abre un período de Comentarios Públicos durante el cual cualquier persona puede presentar un Comentario Público en el Primer Borrador. Cualquier objeción o modificación posterior relacionada con el contenido del Primer Borrador, debe ser presentada en la Etapa de Comentarios.

Para presentar un Comentario Público, usted puede acceder al sistema de presentación electrónica utilizando los mismos pasos explicados previamente para la presentación de un Aporte Público.

Para mayor información sobre la presentación de aportes públicos y comentarios públicos, visite: <http://www.nfpa.org/publicinput>

Otros recursos disponibles sobre Páginas de Información de Documentos

Solapa de Información del Documento: Búsqueda de información sobre la edición vigente y ediciones previas de una Norma

Solapa de la Próxima Edición: Seguimiento del progreso del Comité en el procesamiento de una Norma en su próximo ciclo de revisión.

Solapa del Comité Técnico: Vista del listado vigente de los miembros del Comité o solicitud de ingreso a un Comité

Solapa de Preguntas Técnicas: Envío de preguntas sobre Códigos y Normas al personal de la NFPA, por parte de miembros y funcionarios del Sector Público /Autoridades Competentes. Nuestro Servicio de Preguntas Técnicas ofrece una manera conveniente de recibir ayuda técnica oportuna y consistente cuando es necesario saber más sobre los Códigos y Normas de la NFPA relevantes para su trabajo. Las respuestas las brinda el personal de la NFPA de manera informal.

Solapa de Productos/Capacitaciones: Lista de publicaciones de la NFPA y de las capacitaciones disponibles para su compra o enrolamiento.

Solapa de la Comunidad: Información y debate sobre una Norma

Nota Importante: *Todos los aportes deben ser presentados en inglés*

Información sobre el Proceso de Desarrollo de Normas NFPA

I. Reglamentaciones Aplicables. Las reglas primarias que reglamentan el procesamiento de Normas NFPA (Códigos, normas, prácticas recomendadas y guías) son las Reglamentaciones de NFPA que Gobiernan el Desarrollo de Normas NFPA (Regl.). Otras reglas aplicables incluyen los Estatutos de NFPA, Reglas de Convención para Reuniones Técnicas de NFPA, Guía NFPA sobre la Conducta de Participantes en el Proceso de Desarrollo de Normas NFPA y las Reglamentaciones de NFPA que Gobiernan las Peticiones a la Junta Directiva sobre las Decisiones del Consejo de Normas. La mayoría de estas reglas y regulaciones están contenidas en el Directorio de Normas de NFPA. Para copias del Directorio, contáctese con la Administración de Códigos y Normas de NFPA; todos estos documentos también están disponibles en “www.nfpa.org”.

La que sigue, es información general sobre el proceso de NFPA. No obstante, todos los participantes, deben referirse a las reglas y regulaciones vigentes para la comprensión total de este proceso y para los criterios que reglamentan la participación.

II. Informe del Comité Técnico. El Informe del Comité Técnico se define como el “Informe de el/los Comité(s) responsables, en conformidad con las Reglamentaciones, de la preparación de una nueva Norma NFPA o de la revisión de una Norma NFPA existente.” El Informe del Comité Técnico se efectúa en dos partes y consiste en un Informe del Primer Borrador y en un Informe del Segundo Borrador. (Ver Regl. en 1.4)

III. Paso 1: Informe del Primer Borrador. El Informe del Primer Borrador se define como la “Parte uno del Informe del Comité Técnico, que documenta la Etapa de Aportes.” El Informe del Primer Borrador consiste en un Primer Borrador, Aportes Públicos, Aportes del Comité, Declaraciones de los Comités y de los Comités de Correlación, Aportes de Correlación, Notas de Correlación y Declaraciones de Votación. (Ver Regl. en 4.2.5.2 y Sección 4.3) Cualquier objeción relacionada con una acción del Informe del Primer Borrador, debe efectuarse mediante la presentación del Comentario correspondiente para su consideración en el Informe del Segundo Borrador o se considerará resuelta la objeción. [Ver Regl. en 4.3.1(b)]

IV. Paso 2: Informe sobre el Segundo Borrador. El Informe del Segundo Borrador se define como la “Parte dos del Informe del Comité Técnico, que documenta la Etapa de Comentarios.” El Informe del Segundo Borrador consiste en el Segundo Borrador, Comentarios Públicos con las correspondientes Acciones de los Comités y las Declaraciones de los Comités, Notas de Correlación y sus respectivas Declaraciones de los Comités, Comentarios de los Comités, Revisiones de Correlación, y Declaraciones de Votación. (Ver Regl. en Sección 4.2.5.2 y en 4.4) El Informe del Primer Borrador y el Informe del Segundo Borrador juntos constituyen el Informe del Comité Técnico. Cualquier objeción pendiente de resolución y posterior al Informe del Segundo Borrador, debe efectuarse mediante la correspondiente Moción de Enmienda en la Reunión Técnica de la Asociación, o se considerará resuelta la objeción. [Ver Regl. en 4.4.1(b)]

V. Paso 3a: Toma de Acción en la Reunión Técnica de la Asociación. Luego de la publicación del Informe del Segundo Borrador, existe un período durante el cual quienes desean presentar las correspondientes Mociones de Enmienda en el Informe del Comité Técnico, deben señalar su intención mediante la presentación de una Notificación de Intención para Formular una Moción (ver Regl. en 4.5.2). Las Normas que reciban la correspondiente notificación de Moción de Enmienda (Mociones de Enmienda Certificadas) serán presentadas para la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación anual llevada a cabo en el mes de junio. En la reunión, los miembros de la NFPA pueden poner en consideración y tomar medidas sobre estas Mociones de Enmienda Certificadas, así como efectuar el seguimiento de las Mociones de Enmienda, o sea, mociones que se tornan necesarias como resultado de una Moción de Enmienda exitosa anterior (ver 4.5.3.2 a 4.5.3.6 y Tabla 1, Columnas 1-3 de Regl. para ver un resumen de las Mociones de Enmienda disponibles y quién las puede formular.) Cualquier objeción pendiente de resolución y posterior a la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación (y cualquier otra consideración del Comité Técnico posterior a la Moción de Enmienda exitosa, ver Regl. 4.5.3.7 a 4.6.5.3) debe formularse mediante una apelación ante el Consejo de Normas o se considerará resuelta la objeción.

VI. Paso 3b: Documentos Enviados Directamente al Consejo. Cuando no se recibe ni se certifica ninguna Notificación de Intención de Formular una Moción (NITMAM) en conformidad con las Reglas de Convención para las Reuniones Técnicas, la Norma se envía directamente al Consejo de Normas para accionar sobre su emisión. Se considera que las objeciones para este documento están resueltas. (Ver Regl. 4.5.2.5)

VII. Paso 4a: Apelaciones ante el Consejo. Cualquier persona puede apelar ante el Consejo de Normas en relación a cuestiones de procedimiento o cuestiones sustanciales relativas al desarrollo, contenido, o emisión de cualquier documento de la Asociación o relativas a cuestiones que se encuentran en el ámbito de la autoridad del Consejo, tal como lo establece el Estatuto y como lo determina la Junta Directiva. Tales apelaciones deben efectuarse por escrito y presentarse en la Secretaría del Consejo de Normas (Ver Regl. en 1.6). Los límites al tiempo para presentar una apelación, deben prestar conformidad a 1.6.2 de las Regl. Se considera que las objeciones están resueltas si no prosiguen a este nivel.

VIII. Paso 4b: Emisión del Documento. El Consejo de Normas es el emisor de todos los documentos (ver el Artículo 8 del Estatuto). El Consejo actúa en la emisión de un documento presentado para la toma de acción en la Reunión Técnica de la Asociación, dentro de los 75 días desde la fecha de recomendación en la Reunión Técnica de la Asociación, salvo que se extienda este período por el Consejo (Ver Regl. en 4.7.2). Para los documentos que se envían directamente al Consejo de Normas, el Consejo actúa en la emisión del documento en su próxima reunión programada, o en alguna otra reunión que el Consejo pudiera determinar (Ver Regl. en 4.5.2.5 y 4.7.4).

IX. Peticiones ante la Junta Directiva. Se ha delegado en el Consejo de Normas la responsabilidad de la administración del proceso de desarrollo de los Códigos y Normas y de la emisión de documentos. No obstante, cuando existen circunstancias extraordinarias que requieren la intervención de la Junta Directiva, la Junta Directiva puede tomar cualquier acción necesaria para dar cumplimiento a su obligación de preservar la integridad del proceso de desarrollo de Códigos y Normas y de proteger los intereses de la Asociación. Las reglas para efectuar peticiones ante la junta Directiva pueden encontrarse en las Reglamentaciones de la NFPA que Gobiernan las Peticiones a la Junta Directiva sobre las Decisiones del Consejo de Normas y en 1.7 de las Regl.

X. para más Información. Debe consultarse el programa para la Reunión Técnica de la Asociación (así como el sitio web de la NFPA a medida que va habiendo información disponible) para la fecha en que se presentará cada informe programado para su consideración en la reunión. Para obtener copias del Informe del Primer Borrador y del Informe del Segundo Borrador, así como otra información sobre las reglamentaciones de la NFPA e información actualizada sobre programas y fechas límite para el procesamiento de documentos de NFPA, visite www.nfpa.org/abouttheCódigos o llame a la Administración de Códigos & Normas de NFPA al +1-617-984-7246.