

Pautas para la instalación de generadores industriales estacionarios de reserva

 ¡PELIGRO!



**¡SOLO ELECTRICISTAS O CONTRATISTAS
CUALIFICADOS DEBEN INTENTAR REALIZAR LA
INSTALACIÓN!**

Este manual debe permanecer con la unidad.

**Este manual debe utilizarse junto con el manual del
propietario correspondiente.**

Adelante

LEA ESTE MANUAL MINUCIOSAMENTE. Este manual se redactó con la idea de que el personal dedicado a la instalación de grupos electrógenos se familiarice con los requisitos de instalación del fabricante. La información y las instrucciones aquí detalladas no reemplazan ni sustituyen los códigos de construcción, eléctricos y de seguridad nacionales, estatales o locales que se aplican a tales instalaciones. Las leyes, los códigos y las normas aplicables siempre deben prevalecer por sobre las recomendaciones indicadas en este manual. Siempre controle con la autoridad que tiene jurisdicción local (AHJ, por sus siglas en inglés) cuáles son los códigos o las normas aplicables.

Solo los concesionarios autorizados, o bien los contratistas o electricistas de instalación competentes y calificados y que estén completamente familiarizados con los códigos, las normas y las regulaciones aplicables deben instalar este sistema de alimentación eléctrica de reserva. La instalación debe realizarse conforme al estricto cumplimiento de todos los códigos, las normas y las regulaciones. Los procedimientos de puesta en servicio deben estar a cargo de un concesionario de servicio industrial autorizado de Generac.

No se tiene la intención de que este material se utilice como guía para la instalación de un grupo electrógeno por parte de una persona no calificada para tal fin. La instalación, inspección y prueba del sistema debe estar a cargo, únicamente, de contratistas de instalación o electricistas competentes y calificados que estén familiarizados con los equipos y con todos los requisitos y los códigos de instalación.

Resulta imposible brindar los detalles correspondientes a cada configuración de instalación. Por este motivo, gran parte de la información contenida en este manual es de naturaleza general. No se tiene la intención de que los gráficos de las instalaciones típicas sirvan como planos de instalación específicos, sino que pueden utilizarse en el proceso de planificación y diseño al considerar la idea de seleccionar y comprar un grupo electrógeno para aplicaciones de alimentación eléctrica de reserva. Siempre se deben tener a mano los manuales y planos específicos de la unidad antes de comenzar cualquier instalación.

Fuentes de información

La información y las recomendaciones sobre instalación aquí detalladas provienen de las siguientes fuentes:

- Técnicos de mantenimiento, representantes de servicio e ingenieros especializados.
- The National Electric Code (Código Eléctrico Nacional) de EE. UU. (NEC).
- Códigos y normas de la National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) de EE. UU. (NFPA).
- Se enumeran otras fuentes en la Subsección 1.7.
- Diversos estándares de fabricación y mejores prácticas.



Si este generador se utiliza para alimentar circuitos de carga eléctrica que normalmente se alimentan de una fuente de energía del servicio público, se requiere, por código, instalar un selector de transferencia. El selector de transferencia debe aislar en forma eficaz el sistema eléctrico del sistema de distribución del servicio público cuando funciona el generador. No aislar un sistema eléctrico mediante estos medios puede ocasionar daños en el generador y también puede provocar lesiones o la muerte a los trabajadores del servicio público de electricidad, debido a la realimentación de energía eléctrica.



Si se utiliza una base abierta, el generador/motor debe instalarse sobre materiales no combustibles y debe colocarse de manera tal que no se puedan acumular materiales combustibles debajo del grupo electrógeno.



Luego de haber instalado el sistema, no realice ninguna acción que pudiera causar que la instalación incumpla tales códigos, normas y regulaciones.

Se realizaron todos los esfuerzos posibles para garantizar que la información de este manual sea precisa y completa al momento de su publicación. Sin embargo, el fabricante se reserva el derecho de cambiar, alterar o, de alguna otra forma, mejorar este producto en cualquier momento sin aviso previo.

¡ADVERTENCIA!

Proposición 65 de California

El escape del motor y algunos de sus componentes son conocidos por el estado de California como causantes de cáncer, defectos congénitos y otros daños reproductivos.

¡ADVERTENCIA!

Proposición 65 de California

Este producto contiene o emite sustancias químicas que son conocidas por el Estado de California como causantes de cáncer, defectos congénitos y otros daños reproductivos.

Índice

Sección 1 Seguridad

1.1 Introducción	1
1.2 Normas de seguridad	1
1.3 Peligros generales	2
1.4 Peligros eléctricos	3
1.5 Peligros de incendio	3
1.6 Peligros de explosión	3
1.7 Índice de normas	4

Sección 2 Pautas para planear la instalación

2.1 Planos de la unidad	5
2.1.1 Planos de instalación	5
2.1.2 Diagramas eléctricos	5
2.2 Recepción	6
2.2.1 Recepción y desempaque	6
2.2.2 Inspección	6
2.3 Almacenamiento previo a la instalación	6
2.3.1 Almacenamiento a largo plazo	6
2.3.2 Almacenamiento a corto plazo	6
2.4 Elevación	6
2.5 Ubicación del generador	7
2.5.1 Pautas de ubicación general	7
2.5.2 Consideraciones climáticas	8

Sección 3 Cimientos y montaje

3.1 Cimientos del generador	9
3.1.1 Placa de hormigón	9
3.1.2 Dimensiones	9
3.1.3 Espacio libre en la unidad	9
3.1.4 Instalación y protección del techo	9
3.1.5 Protección contra piso inflamable	10
3.1.6 Zona vertical de conductos terminales	10
3.2 Montaje	10
3.2.1 Cimiento fijo	10
3.2.2 Aisladores de muelle	11
3.2.3 Base del gabinete	11
3.2.4 Conexiones	11
3.2.5 Orificios de sujeción	12

Sección 4 Sistema de ventilación

4.1 Información general	13
4.2 Instalaciones en espacios abiertos	13
4.2.1 Espacio libre	13
4.3 Instalaciones en espacios cerrados	13
4.3.1 Ventilación	13
4.3.2 Pautas de ventilación	13
4.3.3 Flujo de aire	14
4.3.4 Rejillas	14
4.3.5 Rejillas motorizadas	15

Sección 5 Sistema de escape

5.1 Mejores prácticas	17
5.1.1 Cumplimiento con las normas de emisión	18
5.2 Componentes del sistema	18
5.2.1 Colector de escape	18
5.3 Pantallas térmicas	18
5.3.1 Mantas (pantallas blandas para colectores)	18
5.3.2 Cubiertas y pantallas	19
5.4 Turbocompresores	19
5.4.1 Salida de los gases de exhaustación	20
5.4.2 Conexiones flexibles del escape	20
5.4.3 Manguera y fuelles de metal flexibles	20
5.4.4 Instalación de las conexiones flexibles	21
5.4.5 Juntas deslizantes	21
5.4.6 Silenciador	23
5.4.7 Clasificación del silenciador	23
5.4.8 Elección del silenciador	23
5.5 Sistema de la tubería de escape	24
5.5.1 Diseño del sistema de escape	24
5.5.2 Otras consideraciones	24
5.5.3 Colectores de condensado	25
5.5.4 Manguitos de escape	26
5.5.5 Aislación del tubo de escape	26
5.5.6 Impedimento del ingreso de agua	26

5.6 Contrapresión del sistema de escape	26
5.6.1 Medición de la contrapresión	27
5.6.2 Instalación de la toma de contrapresión	27
5.6.3 Cálculo de la contrapresión	28
5.6.4 Longitud equivalente del tubo recto	29
5.6.5 Sistemas de escape combinados	29
5.7 Consideraciones sobre el soporte de los tubos	30
5.7.1 Crecimiento térmico	30
5.7.2 Carga del turbocompresor	30
5.7.3 Transmisión de la vibración	30
5.7.4 Liberación de gases de escape	31
5.7.5 Rejillas de escape	31
5.7.6 Conductos de escape comunes	31
5.7.7 Módulo de potencia o gabinete de protección acústica ("drop-over")	33
5.7.8 Limpieza durante la instalación	33
5.7.9 Residuos o humedad en el conducto	33
 <i>Sección 6 Sistemas de combustible gaseoso</i>	
6.1 Información general	35
6.1.1 Conversión del sistema de combustible	35
6.2 Propiedades del combustible gaseoso	35
6.2.1 Gas natural	35
6.2.2 Vapor de propano (LPV) y propano líquido (LPL)	35
6.3 Sistemas de combustible gaseoso	36
6.3.1 Sistema de gas natural	36
6.3.2 Sistema de extracción de vapor LP	37
6.3.3 Sistema de extracción de líquido LP	37
6.3.4 Sistema de combustible doble de gas natural-LP	38
6.3.5 Pozo de goteo	38
6.4 Reguladores de presión del combustible	39
6.4.1 Información general	39
6.4.2 Definiciones	39
6.4.3 Mejores prácticas	40
6.4.4 Presión del combustible durante el funcionamiento	40
6.4.5 Consumo de combustible del motor	40
6.4.6 Tamaño del regulador de presión del combustible	41
6.4.7 Reguladores de presión del combustible recomendados	41
6.4.8 Regulador de presión principal del combustible	41

6.5 Consideraciones vinculadas al tamaño de los tubos	42
6.5.1 Información general	42
6.5.2 Longitud mínima recomendada para el tubo	42
6.6 Prácticas relacionadas con el tamaño de los tubos	43
6.6.1 Tendidos cortos con pocas curvas o sin curvas	43
6.6.2 Tendidos extensos con múltiples curvas	43
6.6.3 Establecimiento del tamaño del tubo de gas natural y vapor LP	43
6.6.4 Establecimiento del tamaño del tubo para líquido LP	47
6.6.5 Establecimiento del tamaño de tanques de LP para extracción de vapor	48
6.7 Prueba final de funcionamiento	50
6.7.1 Ubicación del puerto de control de presión del gas	50
6.7.2 Procedimiento de prueba final	51

Sección 7 Sistemas de combustible diésel

7.1 Información general	53
7.2 Tanque base de combustible diésel	53
7.3 Recomendaciones para el combustible diésel	53
7.4 Tanques diarios	55
7.5 Otras opciones y consideraciones	55

Sección 8 Sistema eléctrico

8.1 Información general	57
8.2 Seguridad en la instalación/conexión de cableado	57
8.3 Requisitos generales relacionados con el cableado	57
8.4 Conexiones de alto voltaje del cliente	57
8.5 Conexiones de cableado de campo con las barras de conexión	61
8.6 Conexiones de bajo voltaje del cliente	61
8.7 Ubicación del selector de transferencia	63
8.8 Batería	64
8.8.1 Información general	64
8.8.2 Ubicación de la batería	65
8.8.3 Tamaño de la batería	65
8.8.4 Cargador de la batería	66
8.8.5 Cables de la batería	66
8.8.6 Instalación y reemplazo de la batería	66

Sección 9 Listas de verificación para la instalación

9.1 Lista de verificación de seguridad	69
9.2 Lista de verificación para planear la instalación	69
9.3 Lista de verificación de cimientos y montaje	70
9.4 Lista de verificación del sistema de ventilación	70
9.5 Lista de verificación del sistema de escape	71
9.6 Lista de verificación del sistema de combustible gaseoso	73
9.7 Lista de verificación del sistema de combustible diésel	74
9.8 Lista de verificación del sistema eléctrico	74

Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

Sección 1 Seguridad

1.1 — Introducción

Lea este manual minuciosamente. Si no comprende alguna parte, póngase en contacto con el concesionario de servicio industrial autorizado de Generac más cercano para aclarar sus dudas. Además, el fabricante exige que el concesionario supervise la instalación del generador de reserva. Estas personas son técnicos de mantenimiento entrenados/cualificados que conocen las opciones disponibles y los sistemas de control y, además, tienen total acceso a los planos, las publicaciones y otra información que sea necesaria para lograr una instalación exitosa.

1.2 — Normas de seguridad

En toda esta publicación, en los rótulos y en las etiquetas adhesivas fijadas en el generador, los cuadros de PELIGRO, ADVERTENCIA, PRECAUCIÓN y NOTA se usan para alertar al personal sobre instrucciones especiales acerca de una operación en particular que puede ser peligrosa si se efectúa de manera incorrecta o imprudente. Obsérvelos cuidadosamente. Indican lo siguiente:



Indica una situación o acción peligrosa que, si no se evita, ocasionará la muerte o lesiones graves.



Indica una situación o acción peligrosa que, si no se evita, podría ocasionar la muerte o lesiones graves.



Indica una situación o acción peligrosa que, si no se evita, podría ocasionar lesiones leves o moderadas.

NOTA: Las notas proporcionan información adicional importante sobre un procedimiento o componente.

Estas advertencias de seguridad no pueden eliminar los peligros que indican. La observación de las precauciones de seguridad y el cumplimiento estricto de las instrucciones especiales mientras se desarrolla la acción o el servicio son esenciales para la prevención de accidentes.

Los cuatro símbolos de seguridad de uso común que acompañan los cuadros de PELIGRO, ADVERTENCIA y PRECAUCIÓN y el tipo de información que indica cada uno:



Este símbolo señala información de seguridad importante que, si no se respeta, podría poner en peligro al personal y/o los materiales.



Este símbolo representa la posibilidad de peligro de explosión.



Este símbolo representa la posibilidad de peligro de incendio.



Este símbolo representa la posibilidad de peligro de descarga eléctrica.

GUARDE ESTAS INSTRUCCIONES. Este manual contiene instrucciones importantes que deben respetarse durante la instalación del generador y de las baterías. El fabricante recomienda que estas normas de seguridad se imprimen y se coloquen en áreas de riesgo potencial. Se debe hacer hincapié en la seguridad con todos los instaladores, operadores, posibles operadores y técnicos de servicio y reparación de este equipo.

El fabricante no puede prever todas las circunstancias posibles que podrían involucrar un peligro. Las advertencias de este manual y los rótulos y etiquetas adhesivas fijadas en la unidad no son exhaustivos. Si usa un procedimiento, método de trabajo o técnica de funcionamiento que el fabricante no recomienda específicamente, asegúrese de que sea seguro para otras personas. Asegúrese también de que el procedimiento, método de trabajo o técnica de funcionamiento utilizados no vuelvan inseguro el generador.

- A pesar del diseño seguro del generador, operar este equipo con imprudencia, descuidar su mantenimiento o ser negligente con respecto a este puede causar posibles lesiones o la muerte. Solo permita que personas responsables y capaces instalen, operen y mantengan este equipo.
- Las piezas del generador giran y/o se calientan durante el funcionamiento. Sea cuidadoso cerca de los generadores en marcha.
- Si este generador se utiliza para alimentar circuitos de carga eléctrica que normalmente se alimentan de una fuente de energía del servicio público, instale un selector de transferencia. El selector de transferencia debe aislar en forma eficaz el sistema eléctrico del sistema de distribución del servicio público cuando funciona el generador. No aislar un sistema eléctrico mediante estos medios ocasionará daños al generador y también puede provocar lesiones o la muerte a los trabajadores del servicio público de electricidad debido a la realimentación de energía eléctrica.



Los generadores producen voltajes potencialmente mortales. Asegúrese de que se hayan realizado todos los pasos necesarios para que el generador esté seguro antes de ponerlo en funcionamiento o brindarle mantenimiento.

1.3 — Peligros generales

- Por razones de seguridad, el fabricante recomienda que este equipo sea instalado, mantenido y reparado por un concesionario de servicio autorizado u otro electricista o técnico en instalaciones cualificado y competente que esté familiarizado con los códigos, normas y reglamentos correspondientes.
- Asegúrese también de que la instalación, operación y mantenimiento del generador se realicen de acuerdo con las instrucciones y recomendaciones del fabricante. Luego de la instalación, no realice nada que pueda hacer que la unidad se vuelva insegura o no cumpla con los requisitos.
- Las emanaciones de escape del motor contienen monóxido de carbono, el cual puede ser MORTAL. Si se lo respira en ciertas concentraciones, puede causar la pérdida de conocimiento o incluso la muerte. Por esta razón, debe proporcionarse una ventilación adecuada. Los gases de escape deben ser entubados con seguridad, alejándolos del edificio o gabinete que aloje el generador hacia una zona donde no causen daño a personas, animales, etc.
- Mantenga las manos, pies, ropa, etc. alejados de las correas de transmisión, ventiladores y otras piezas que estén en movimiento o calientes. Nunca retire ninguna protección de las correas de transmisión o del ventilador mientras la unidad esté funcionando. Asegúrese de que todas las protecciones, cubiertas y dispositivos de protección retirados durante el mantenimiento o el servicio se vuelvan a instalar.
- El flujo de aire de enfriamiento y ventilación adecuado y sin obstrucciones es fundamental en todo cuarto o edificio que aloje al generador para evitar la acumulación de gases explosivos y para asegurar el funcionamiento correcto del generador. No altere la instalación ni permita el bloqueo, ni siquiera parcial, del suministro de ventilación, ya que esto puede afectar el funcionamiento seguro del generador.
- Mantenga la zona alrededor del generador limpia y ordenada. Retire todos los materiales que pudieran convertirse en peligrosos.
- Cuando trabaje en este equipo, manténgase alerta en todo momento. Nunca trabaje en el equipo cuando esté cansado física o mentalmente.
- Inspeccione el generador con regularidad y repare o reemplace de inmediato cualquier componente dañado o gastado, siempre utilizando las piezas y los procedimientos aprobados de fábrica.
- Antes de efectuar cualquier mantenimiento en el generador, desconecte siempre los cables de las baterías para evitar un arranque accidental. Desconecte primero el cable del borne de batería indicado por NEGATIVO, NEG o (-), luego retire el cable POSITIVO, POS o (+). Al volver a conectar los cables, conecte primero el cable POSITIVO y por último el NEGATIVO.
- Nunca use el generador o cualquiera de sus piezas como un escalón. Ponerse de pie sobre la unidad podría ejercer presión y romper algunas partes, lo que provocaría descargas o fugas de combustible, aceite o refrigerante.

1.4 — Peligros eléctricos

- Todos los generadores producen voltajes eléctricos peligrosos que pueden causar una descarga eléctrica mortal. El servicio público de electricidad suministra voltajes extremadamente altos y peligrosos al selector de transferencia, así como lo hace el generador cuando está funcionando. Evite el contacto con cables pelados, terminales u otras conexiones. Asegúrese de que todas las cubiertas, protecciones y barreras se encuentren en su lugar y que estén aseguradas y/o bloqueadas en forma adecuada antes de poner la unidad en funcionamiento. Si deben efectuarse trabajos alrededor de una unidad en funcionamiento, párese sobre una superficie aislada y seca para reducir la posibilidad de descarga eléctrica.
- No maneje ningún tipo de dispositivo eléctrico mientras esté parado sobre agua o esté descalzo, o cuando tenga las manos o los pies mojados. PUEDE PRODUCIRSE UNA DESCARGA ELÉCTRICA PELIGROSA.
- Si necesita pararse sobre concreto o metal durante la instalación, la operación, el mantenimiento o la reparación del equipo, coloque sobre esta superficie una plataforma de madera seca y cúbrala con una alfombrilla aislante antes de comenzar.
- Verifique que la puesta a tierra del generador se haya hecho correctamente.
- Los tamaños de calibre del cableado eléctrico, de los cables y de los conjuntos de cables y conectores deben ser adecuados para soportar la corriente eléctrica máxima (capacidad de amperaje) a la que estarán sometidos.
- Antes de instalar o reparar el equipo, verifique que todo el suministro de voltaje de alimentación se haya apagado como corresponde desde las fuentes. En caso contrario, se producirá una descarga eléctrica peligrosa y posiblemente mortal.
- La conexión de esta unidad a un sistema eléctrico normalmente alimentado por electricidad del servicio público será por medio de un selector de transferencia, de manera tal que pueda aislarse el sistema eléctrico del generador del sistema de distribución de electricidad del servicio público cuando el generador esté funcionando. No aislar entre sí las dos fuentes del sistema de alimentación eléctrica mediante el selector de transferencia ocasionará daños al generador y también puede provocar lesiones o la muerte a los trabajadores del servicio público de electricidad debido a la realimentación de energía eléctrica.
- Los generadores instalados con un selector de transferencia automático girarán y arrancarán automáticamente cuando el voltaje de la fuente de alimentación NORMAL (SERVICIO PÚBLICO) se retire o esté por debajo de un nivel aceptable preconfigurado. Para evitar el arranque automático y las posibles lesiones, deshabilite el circuito de encendido automático (cables de las baterías, etc.) antes de trabajar en la unidad o alrededor de ella. Luego coloque el rótulo "NO ACCIONAR" en el panel de control del generador y en el selector de transferencia.
- En caso de accidente causado por una descarga eléctrica, apague de inmediato la fuente de alimentación eléctrica. Si esto no es posible, intente liberar a la víctima del conductor alimentado. EVITE EL CONTACTO DIRECTO CON LA VÍCTIMA. Use un implemento no conductor, como una cuerda o tabla seca, para liberar a la víctima del conductor alimentado. Si la víctima está inconsciente, aplique primeros auxilios y obtenga ayuda médica de inmediato.
- Nunca use alhajas cuando trabaje en este equipo. Las alhajas pueden conducir electricidad y producir choque eléctrico, o pueden quedar atrapadas en componentes en movimiento y producir lesiones.

1.5 — Peligros de incendio

- Mantenga un extintor de incendios cerca del generador en todo momento. Mantenga el extintor cargado correctamente y familiarícese con su modo de uso. Realice toda pregunta que tenga al departamento local de bomberos.

NOTA: NO use ningún extintor del tipo tetracloruro de carbono. Estos tipos de extintores emanan gases tóxicos y sus líquidos pueden dañar el aislante del cableado.

1.6 — Peligros de explosión

- Ventile apropiadamente todo cuarto o edificio que aloje al generador para evitar la acumulación de gas explosivo.

- No fume alrededor del generador. Limpie de inmediato los derrames de combustible o de aceite. Asegúrese de que no se dejen materiales combustibles en el compartimiento del generador, o en el generador o cerca de este, porque pueden producir INCENDIO o EXPLOSIÓN. Mantenga la zona alrededor del generador limpia y sin residuos.
- Todos los tipos de combustibles son potencialmente INFLAMBLES y/o EXPLOSIVOS, por lo que deben usarse con cuidado. Inspeccione frecuentemente el sistema de combustible de la unidad y corrija de inmediato todas las fugas. Asegúrese de que las líneas de abastecimiento de combustible hayan sido instaladas y purgadas correctamente, y de que se haya verificado la ausencia de fugas en ellas antes de poner en funcionamiento el generador.

1.7 — Índice de normas

Asegúrese de que el generador esté en total conformidad con todas las leyes, los códigos y las regulaciones aplicables a nivel local, federal y estatal para este tipo de instalaciones. Siempre tome como referencia la versión o edición actual de la ley, el código y la regulación aplicables, tal como se aplican en la jurisdicción local. Si no existiera ninguna ley o norma local pertinente, utilice el siguiente material publicado como referencia.

1. National Fire Protection Association (Asociación Nacional de Protección contra Incendios) de EE. UU. (NFPA) 70: The National Electric Code (Código Eléctrico Nacional) de EE. UU. (NEC)*
2. NFPA10: Standard for Portable Fire Extinguishers (Norma para los extintores de incendios portátiles)*
3. NFPA 30: Flammable and Combustible Liquids Code (Código para líquidos inflamables y combustibles)*
4. NFPA 37: Standard for Stationary Combustion Engines and Gas Turbines (Norma para motores de combustión y turbinas de gas estacionarias)*
5. NFPA 54: National Fuel Gas Code (Código nacional para gas combustible)*
6. NFPA 58: Standard for Storage and Handling of Liquefied Petroleum Gases (Norma para el almacenamiento y manejo de gases licuados de petróleo)*
7. NFPA 68: Standard on Explosion Protection by Deflagration Venting (Norma sobre protección contra explosiones por venteo de deflagración)*
8. NFPA 70E: Standard for Electrical Safety in the Workplace (Norma para la seguridad eléctrica en el lugar de trabajo)*
9. NFPA 99: Health Care Facilities Code (Código para instalaciones de cuidado de la salud)*
10. NFPA 101: Life Safety Code (Código para seguridad de la vida humana)*
11. NFPA 110: Standard for Emergency and Standby Power Systems (Norma para los sistemas de alimentación eléctrica de emergencia y de reserva)*
12. NFPA 211: Standard for Chimneys, Fireplaces, Vents, and Solid Fuel Burning Appliances (Norma para chimeneas, hogares, ventilaciones y artefactos de combustión de combustibles sólidos)*
13. NFPA 220: Standard on Types of Building Construction (Norma sobre tipos de construcción de edificios)*
14. NFPA 5000: Building Code (Código de construcción)*
15. International Building Code (Código de construcción internacional)**
16. Agricultural Wiring Handbook (Manual de cableado agrícola)***
17. ASAE EP-364.2 Installation and Maintenance of Farm Standby Electric Power (Instalación y mantenimiento de alimentación eléctrica rural de reserva)****

Esta lista no es exhaustiva. Compruebe con la autoridad que tiene jurisdicción local (AHJ, por sus siglas en inglés) todos los códigos o normas que podrían corresponder a la jurisdicción donde está instalado el generador. Las normas mencionadas anteriormente están disponibles en las siguientes fuentes de Internet:

* www.nfpa.org

** www.iccsafe.org

*** www.rerc.org Rural Electricity Resource Council; P.O. Box 309; Wilmington, OH 45177-0309

**** www.asabe.org American Society of Agricultural & Biological Engineers; 2950 Niles Road; St. Joseph, MI 49085

Sección 2 Pautas para planear la instalación

2.1 — Planos de la unidad

2.1.1 — Planos de instalación

Los esquemas de instalación indican pesos, dimensiones, espacios libres, detalles de escape, ubicación de las conexiones, conductos terminales verticales del cableado, lugares de elevación y otros datos. A la hora de diseñar el plan de instalación de un sitio, utilice los planos de instalación específicos de la unidad. Lea cuidadosamente la sección de NOTAS de cada plano para obtener detalles importantes.

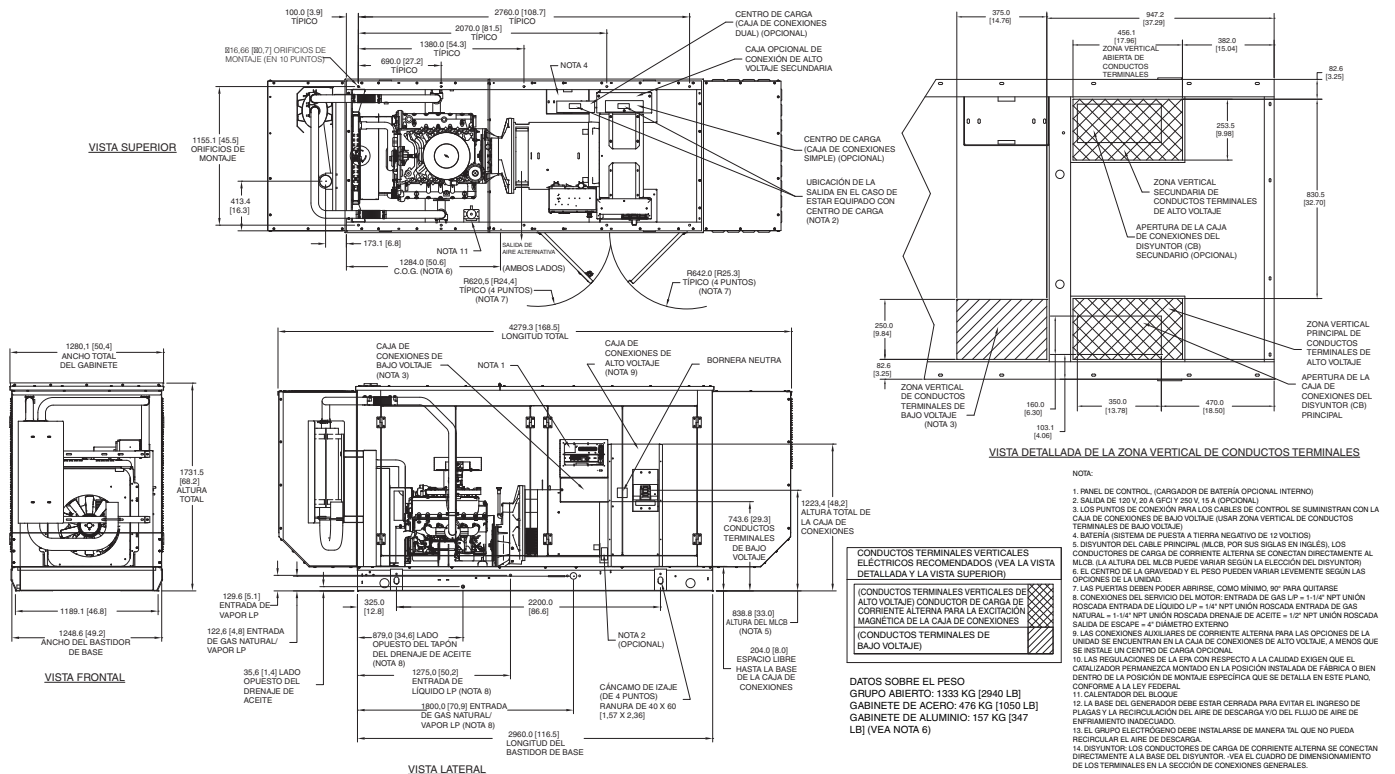


Figura 2-1. Plano clásico de una instalación

2.1.2 — Diagramas eléctricos

Los diagramas eléctricos y esquemáticos muestran los puntos de conexión para el cableado de control, el cableado de carga y cualquier suministro de alimentación de servicio que requieran los cargadores de batería, los calentadores del bloque del motor, etcétera. Durante el planeamiento y la instalación, utilice siempre los diagramas eléctricos específicos de la unidad.

2.2 — Recepción

2.2.1 — Recepción y desempaque

Para evitar daños, sea cuidadoso con los cajones y con las cajas de embalaje. Guarde y desempaque las cajas con el lado correcto hacia arriba, según lo indica la etiqueta en el embalaje.

2.2.2 — Inspección

Inspeccione cuidadosamente el grupo electrógeno y el contenido de todas las cajas para verificar si se produjo algún daño durante el envío. Si se hubiera producido algún daño, consulte la documentación del envío para obtener pautas o instrucciones. Antes de instalar el grupo electrógeno, corrija todos los daños o fallas.

2.3 — Almacenamiento previo a la instalación

2.3.1 — Almacenamiento a largo plazo

Si la unidad se almacenará (o se instalará, pero no se pondrá en funcionamiento) por seis meses o más, debe conservarla conforme a las instrucciones del fabricante. Comuníquese con el concesionario de servicio autorizado local para obtener el Manual de almacenamiento y conservación a largo plazo (N.º de pieza 0G4018) y la Lista de verificación de conservación (N.º de pieza 0G4018A).

2.3.2 — Almacenamiento a corto plazo

Si la unidad se almacenará (o se instalará, pero no se pondrá en funcionamiento) por menos de seis meses, proceda de la siguiente manera:

- Coloque la unidad sobre una superficie lisa y plana. No deje la unidad sobre el pálet en el que fue transportada, ya que la parte inferior quedará descubierta y podrían ingresar desechos, insectos, roedores, polvo, etcétera.
- Mantenga cubiertas las aberturas del sistema de escape.
- No quite los tapones plásticos de los puntos de conexión de combustible.
- Utilice los tapones de protección contra roedores y otros accesorios del gabinete para prevenir el ingreso de pájaros, animales pequeños y objetos extraños.
- Si se tratara de una unidad descubierta que se encuentra a la intemperie (está almacenada en un espacio abierto o la estructura que la rodea no está completa), cúbrala totalmente para prevenir el ingreso de agua, suciedad, polvo, etcétera.

2.4 — Elevación

Para garantizar la seguridad personal y prevenir que se dañe la unidad, recurra solo a personal experimentado para aparejar, elevar y mover equipos pesados.

Utilice una viga de izaje para prevenir que la unidad se dañe. **Si no se utiliza una viga de izaje, se rayarán y dañarán las superficies pintadas de los grupos electrógenos cerrados. Los equipos o componentes podrían dañarse de igual manera en grupos electrógenos abiertos.**

Los planos de instalación muestran los puntos de elevación y dónde está ubicado el centro de gravedad para las tareas de elevar y aparejar. Los dispositivos de elevación y aparejo siempre deben sujetarse en los puntos designados del grupo electrógeno. No utilice los puntos de elevación del motor o del alternador para mover el grupo electrógeno. Vea la Figura 2-2.

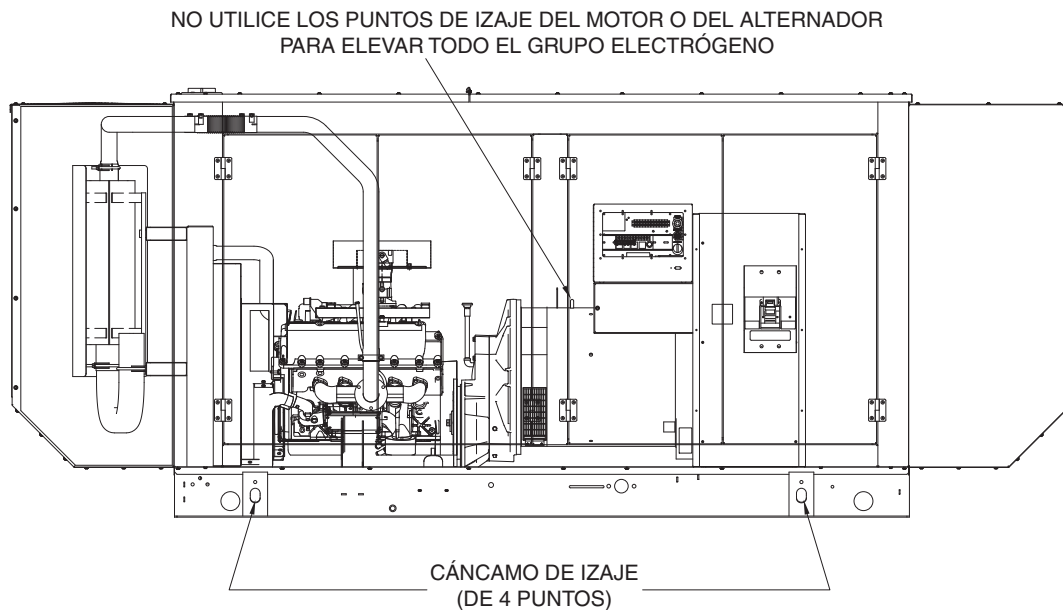


Figura 2-2. Puntos de elevación (ejemplo)

2.5 — Ubicación del generador

Ubique el grupo electrógeno en un lugar de fácil acceso para realizar tareas de mantenimiento, extinción de incendios y reparaciones. Si la instalación se hiciera en un lugar abierto o sobre un techo, cumpla con los requisitos especificados en el código acerca de la distancia mínima que debe mantenerse con muros inflamables y aberturas de edificios. En el caso de las instalaciones en lugares cerrados, respete las indicaciones acerca del suministro de combustible, la ventilación, los conductos de escape, la proximidad de materiales inflamables, etcétera.

2.5.1 — Pautas de ubicación general

Tenga en cuenta lo siguiente:

- La estructura de soporte debe ser adecuada para el grupo electrógeno y los accesorios.
- En el caso de las unidades instaladas sobre un techo, se debe considerar la capacidad de soporte de la estructura y la necesidad de aislarla de la vibración. Consulte a un ingeniero estructural para pedirle recomendaciones.
- Asegúrese de que el sitio esté limpio, seco, no corra riesgo de inundaciones y de que posea el drenaje adecuado en caso de lluvias torrenciales.
- Asegúrese de que la ubicación permita aislar en forma efectiva el ruido y las vibraciones.
- Verifique que el sitio permita un fácil acceso al grupo electrógeno para realizar tareas de mantenimiento, extinción de incendios o reparaciones.
- Deje un espacio libre de, como mínimo, un metro y medio (cinco pies) a cada lado del grupo electrógeno con el fin de facilitar la reparación o el reemplazo de componentes de tamaño considerable.
- Asegúrese de que la ubicación permita que los gases de escape del motor se eliminen, en forma segura, dentro de tuberías y lejos de áreas habitadas u ocupadas. Tenga en cuenta la dirección de los vientos predominantes para evitar que los gases de escape regresen al área del motor o a la ventilación de entrada de aire fresco de edificios cercanos.
- El sitio debe permitir que se tomen las medidas necesarias para el suministro adecuado de combustible. En el caso de las unidades de gas, considere la longitud y el diámetro de los tubos requeridos para suministrar el volumen y la presión de combustible adecuados a fin de que la unidad opere con la capacidad máxima de carga. En el caso de las unidades diésel, considere la facilidad de acceso para el reabastecimiento de combustible.

- Asegúrese de que la ubicación posea suficiente caudal de aire de enfriamiento y ventilación. En el caso de las instalaciones en espacios cerrados, debe reducir al máximo la cantidad de conductos de suministro de aire y de salida de radiadores. En el caso de instalaciones en espacios abiertos, tenga en cuenta la proximidad de muros, vallas, barreras reductoras de sonido o barreras de seguridad. En el caso de las unidades con gabinete instaladas en espacios abiertos, el extremo del gabinete donde se encuentra la descarga del radiador NO debe estar de frente a los vientos predominantes.
- En ubicaciones donde el clima sea frío, considere calefaccionar el gabinete (lo que podría ser necesario según la aplicación). En el caso de las unidades que posean ventilación por suministro de aire y estén instaladas en espacios cerrados, considere un método para controlar la temperatura del aire del ambiente en condiciones de frío extremo.
- Verifique que la unidad se haya sujetado en forma segura a la placa de montaje para evitar el movimiento que pueda causar la vibración.
- Verifique que todas las conexiones de combustible, de refrigerante, de escape y eléctricas tengan secciones flexibles para aislar la vibración. Los sistemas de escape también deben permitir la dilatación y contracción térmica. Si no se lleva a cabo el aislamiento adecuado para la vibración, pueden producirse, rápidamente, rajaduras y roturas que, a su vez, generarían fugas.

2.5.2 — Consideraciones climáticas

Durante la instalación, considere las condiciones climáticas locales. Existe una variedad de accesorios disponibles para garantizar que la unidad pueda ponerse en marcha y operar en forma rápida y confiable sin verse afectada por las condiciones climáticas locales. Los calefactores de unidades con gabinete, los calentadores de la chaqueta de agua del motor, los calentadores de aceite lubricante y de baterías hacen que la puesta en marcha del motor sea más segura y confiable. Los calentadores de banda para el alternador y los gabinetes de control eliminan la condensación al mantener la temperatura por encima del punto de condensación.

NOTA: Si no se respetan las pautas relacionadas con la ubicación, podría dañarse el generador o el área circundante y provocar la suspensión o anulación de la garantía. Si el acceso fuera dificultoso o restringido, es posible que la garantía no cubra la mano de obra o los equipos adicionales para la reparación.

Sección 3 *Cimientos y montaje*

3.1 — Cimientos del generador

Instale el generador sobre una placa de hormigón o una losa base capaz de soportar el peso de este y de sus accesorios. Se necesita un buen cimiento que resista la carga dinámica y que reduzca la transmisión del ruido y de la vibración. La composición exacta de la placa de montaje debe respetar las prácticas de ingeniería estándares que se exigen para la carga y para la aplicación. **Sujete correctamente el grupo electrógeno al cimiento con sujetadores del grado, tamaño y estilo adecuados.** Con este fin, la unidad se suministra con orificios en los rieles de acero del bastidor.

3.1.1— Placa de hormigón

Coloque la placa de hormigón o la losa base sobre una superficie inferior sólida preparada y utilice una barra de reforzamiento o una malla metálica extendida adecuada. Una especificación normal sería de hormigón de 2500 psi reforzado con una malla metálica de calibre 8 o barras de reforzamiento número 6 con una distancia de 30 cm (12 pulgadas) entre ellas.

3.1.2— Dimensiones

Extienda la placa de hormigón de manera tal que sobresalga, al menos, 45 cm (18 pulgadas) del bastidor de la unidad y 7-20 cm (3-8 pulgadas) por encima de la superficie circundante. De esta forma, se proporciona una superficie de montaje para el soporte de la línea de combustible y también espacio para el mantenimiento y la reparación.

La placa base debe tener las siguientes características:

- Ser capaz de soportar el 125 % del peso húmedo de la unidad en el caso de unidades únicas. El peso húmedo es el peso seco más el peso del combustible en el tanque base.
- Ser plana y estar nivelada a un máximo de 1,3 cm (media pulgada).
- Ser capaz de resistir reacciones fuertes de torsión en las unidades que forman parte de un sistema paralelo.

3.1.3— Espacio libre en la unidad

Verifique que el sitio permita un fácil acceso al grupo electrógeno para realizar tareas de mantenimiento, extinción de incendios o reparaciones. Deje un espacio libre de, como mínimo, un metro y medio (cinco pies) a cada lado del grupo electrógeno con el fin de facilitar la reparación o el reemplazo de componentes de tamaño considerable.

3.1.4— Instalación y protección del techo

Consulte con un ingeniero proyectista para asegurarse de que la estructura del techo sea capaz de soportar el peso total del generador y de controlar toda vibración o movimiento que se produzca con la carga. Instale una capa de aislamiento ignífugo y una capa de lámina de metal debajo de la unidad. Tanto la lámina de metal como la capa de aislamiento deben sobresalir, al menos, 30,5 cm (12 pulgadas) de todos los lados de la base del generador. Vea la Figura 3-1.

También necesita contar con un dique de contención con capacidades específicas para el derrame de combustible y/o aceite.

3.1.5— Protección contra piso inflamable

Debajo de la unidad, instale una capa de aislamiento ignífugo y, encima de esta, una capa de lámina de metal. Tanto la lámina de metal como la capa de aislamiento deben sobresalir, al menos, 30,5 cm (12 pulgadas) de todos los lados de la base del generador. Vea la Figura 3-1.

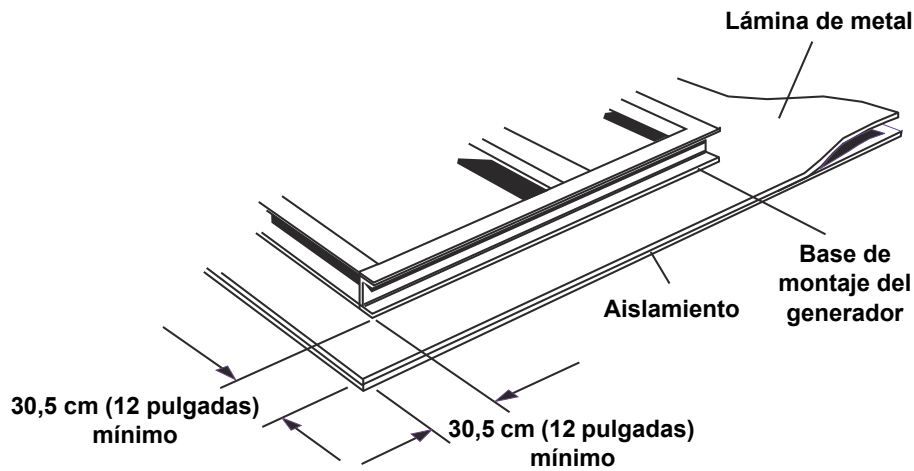


Figura 3-1. Protección contra piso o techo inflamables

3.1.6— Zona vertical de conductos terminales

Para el conducto de carga, el conducto de alimentación auxiliar (alto voltaje) y el conducto del cableado de control (bajo voltaje), vea los planos de instalación para saber la ubicación y las dimensiones de las zonas verticales de conductos terminales. Vea la Figura 3-2.

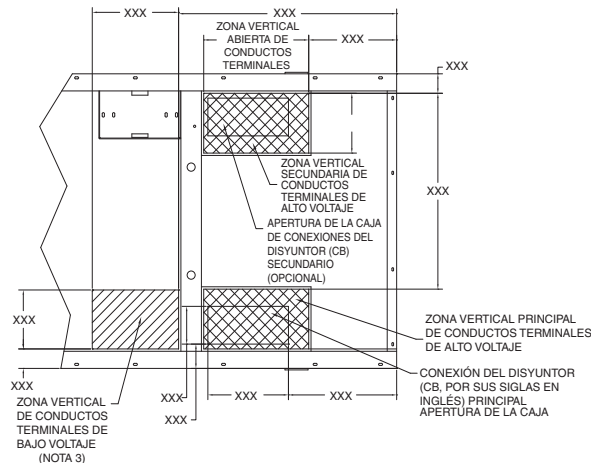


Figura 3-2. Detalle de los conductos terminales en un plano de instalación típico

3.2 — Montaje

3.2.1— Cimiento fijo

Utilice los orificios de montaje del bastidor de base para ajustar la unidad al cimiento. Siempre utilice artículos de ferretería de un grado, tamaño y estilo apropiados.

3.2.2— Aisladores de muelle

Siempre ajuste los aisladores de muelle luego de la instalación, conforme a las instrucciones del fabricante. Los aisladores de muelle se utilizan para nivelar una unidad desde una distancia razonable. Por lo general, la placa de montaje debe ser plana y estar nivelada a un máximo de 1,3 cm (media pulgada). Asegure los aisladores de muelle tanto a la base del generador como al cimiento con los sujetadores de un grado, tamaño y estilo adecuados. Vea la Figura 3-3.

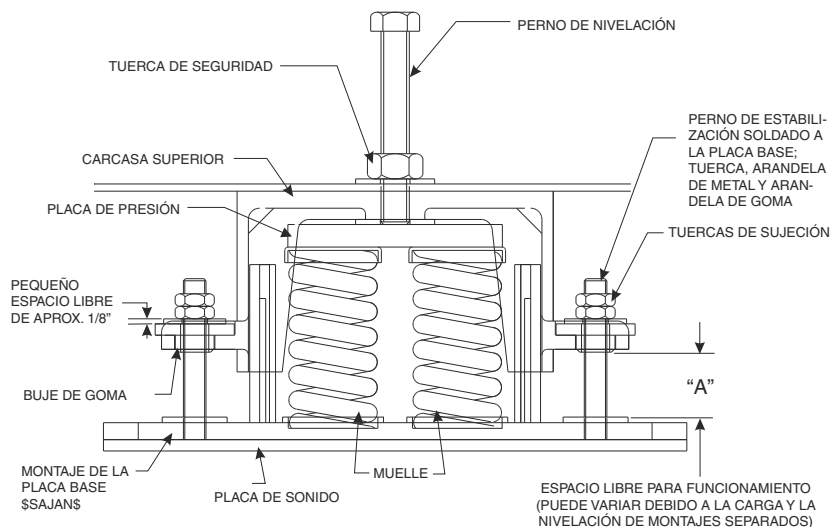


Figura 3-3. Aislador de muelle típico

3.2.3— Base del gabinete

En el caso de conjuntos de generadores de base abierta que empleen montajes de muelle entre los rieles del bastidor y la superficie de montaje, o que estén montados sobre un cimiento de base abierta (vigas de acero doble T y/o superficies enrejadas, etc.), la base de la unidad debe estar cerrada para evitar la introducción de objetos extraños y prevenir la recirculación del aire caliente de escape del radiador. Debe cubrirse con una placa metalizada para impedir el ingreso de objetos extraños (pájaros, roedores, insectos, escombros y suciedad) y para proteger los componentes y el cableado internos.

3.2.4— Conexiones

Todas las conexiones de combustible, refrigerante, de escape y de electricidad deben tener secciones flexibles en aquellos lugares donde se conecten con la unidad para aislar las vibraciones. Si no se aíslan adecuadamente las vibraciones, pueden producirse rajaduras, roturas y fugas. Sujete y asegure todas las tuberías como corresponde antes de instalar la conexión flexible.

3.2.5— Orificios de sujeción

Para proteger los componentes y el cableado internos y evitar el ingreso de suciedad, escombros u otros objetos extraños, se suministran tapones (si corresponde) para cubrir los orificios de sujeción en el riel del bastidor. Vea la Figura 3-4.

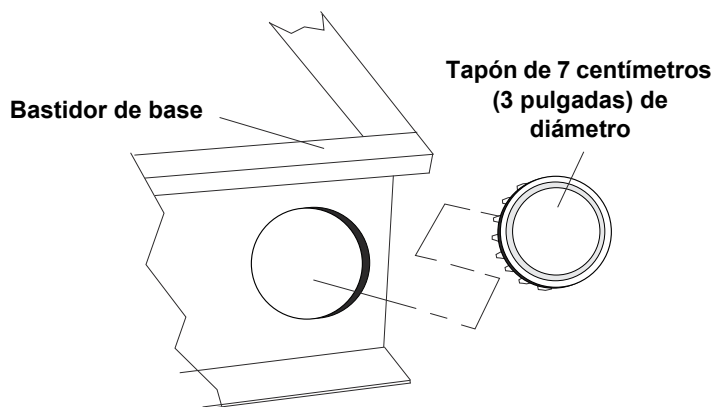


Figura 3-4. Tapones para los orificios de sujeción del bastidor

Sección 4 Sistema de ventilación

4.1 — Información general

Para evitar la acumulación de gases explosivos y para garantizar que el generador opere en forma segura, es fundamental que el aire de enfriamiento y ventilación circule correctamente y sin obstrucciones. No modifique la instalación ni obstruya las ventilaciones suministradas, aun si solo fuera una obstrucción parcial. Asegúrese de que el área en torno del generador esté siempre limpia y ordenada y quite cualquier material que pueda generar un riesgo.

4.2 — Instalaciones en espacios abiertos

En el caso de las unidades con gabinete de fábrica ubicadas en espacios abiertos, la instalación debe estar diseñada de modo que garantice que las entradas de aire no tengan obstrucciones que puedan impedir el ingreso de aire.

4.2.1— Espacio libre

Asegúrese de dejar un espacio libre de, como mínimo, un metro y medio (5 pies) alrededor de la unidad para facilitar tanto el servicio como el mantenimiento y garantizar que circule correctamente el aire necesario para las entradas de aire y el enfriamiento de la liberación de gases de escape.

4.3 — Instalaciones en espacios cerrados

4.3.1— Ventilación

Para cumplir con los requisitos de enfriamiento y suministrar el aire necesario para la combustión, es clave que las instalaciones en espacios cerrados tengan la ventilación adecuada. Los documentos de especificación de la unidad detallan las condiciones que debe cumplir el aire de enfriamiento y de combustión.

- **El aire de enfriamiento** es necesario para disminuir el calor que se genera cuando la unidad está en funcionamiento. Este pasa a través del alternador, encima del motor, a través del radiador y luego sale por los conductos adecuados.
- **El aire de combustión** es necesario para que el motor pueda generar combustión. Este circula por el filtro de aire, las cámaras de entrada y de combustión del motor y, luego, sale por el sistema de escape del motor.

4.3.2— Pautas de ventilación

- Las rejillas presentan resistencia a la corriente de aire. Para que el caudal de aire sea el adecuado, las aberturas con rejillas deben tener una superficie dos veces mayor que la de aquellas sin obstrucciones. En ocasiones, se necesitan conductos que suministren aire de enfriamiento a la habitación. Los conductos deben medirse e instalarse conforme a las normas admisibles.
- Verifique cuidadosamente que las rejillas motorizadas tengan alimentación durante todos los modos de operación.
- En algunos casos en los que el clima es extremadamente frío, la apertura de las rejillas en simultáneo con la puesta en marcha de la unidad podría hacer que el carburador se congele y surjan problemas de evaporación en los motores que usan combustible gaseoso. Para reducir las dificultades que se presentan en climas fríos, considere la posibilidad de instalar rejillas con control termostático.
- Asegúrese de que la ubicación posea suficiente caudal de aire de enfriamiento y ventilación. En el caso de las instalaciones en espacios cerrados, se debe reducir al máximo la cantidad de conductos de suministro de aire. Si la unidad se instaló en un espacio abierto, tenga en cuenta la proximidad de muros, vallas, barreras reductoras de sonido o de seguridad que puedan dificultar la circulación de aire.

4.3.3— Flujo de aire

Tanto las entradas como las salidas de aire de entrada y de aire de escape, dentro de la sala de máquinas o del gabinete, deben estar en línea para suministrar flujo de aire de enfriamiento al motor en paralelo con el generador. El flujo de aire pasa por el alternador, atraviesa el motor, el radiador y, luego, sale por los conductos de escape. Vea la Figura 4-1.

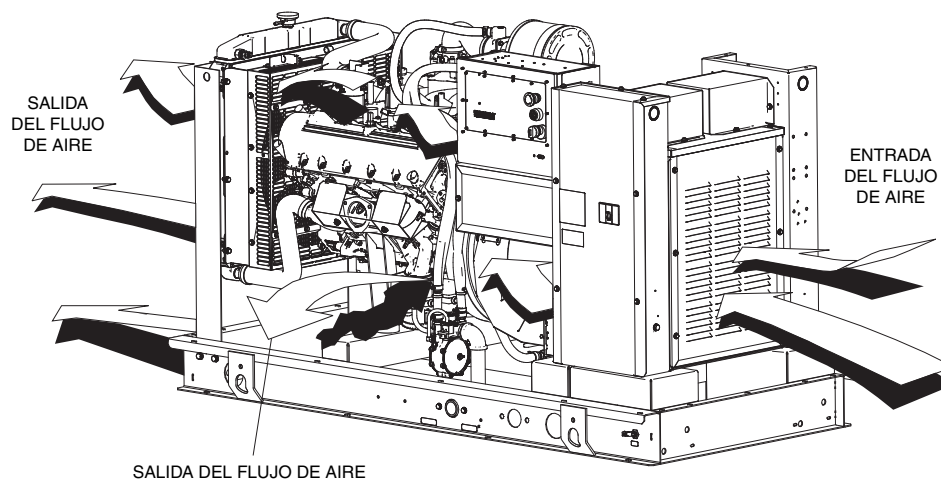


Figura 4-1. Flujo de aire del generador

4.3.4— Rejillas

Las rejillas evitan el ingreso de lluvia, nieve o residuos impulsados por el viento. Ubique la entrada de las rejillas de frente a los vientos predominantes e inclínelas de modo tal que la lluvia y la nieve no puedan ingresar en forma directa.

Calcule la medida de las rejillas de modo que suministren más aire del que se necesita. Las rejillas presentan resistencia al flujo de aire, por lo tanto, las aberturas con rejillas deben tener una superficie dos veces mayor que la de aquellas sin obstrucciones. Los fabricantes de rejillas le indicarán la capacidad de caudal para que el tamaño de las aberturas de la rejilla se corresponda con el caudal de aire requerido.

Para minimizar la caída de presión estática, utilice rejillas motorizadas o rejillas gravitacionales que posean el diseño y el tamaño adecuados. Asegúrese de que las rejillas miren hacia adentro para la entrada de aire. Verifique cuidadosamente que las rejillas motorizadas tengan alimentación durante todos los modos de operación.

Normalmente, las rejillas de entrada en la sala de máquinas están ubicadas en la parte superior de un muro, pero, según el caudal de aire que se necesite, es posible que se requiera un muro entero de rejillas. Para contribuir a que el aire circule correctamente, utilice conductos para dirigir el aire fresco de entrada hacia el generador.

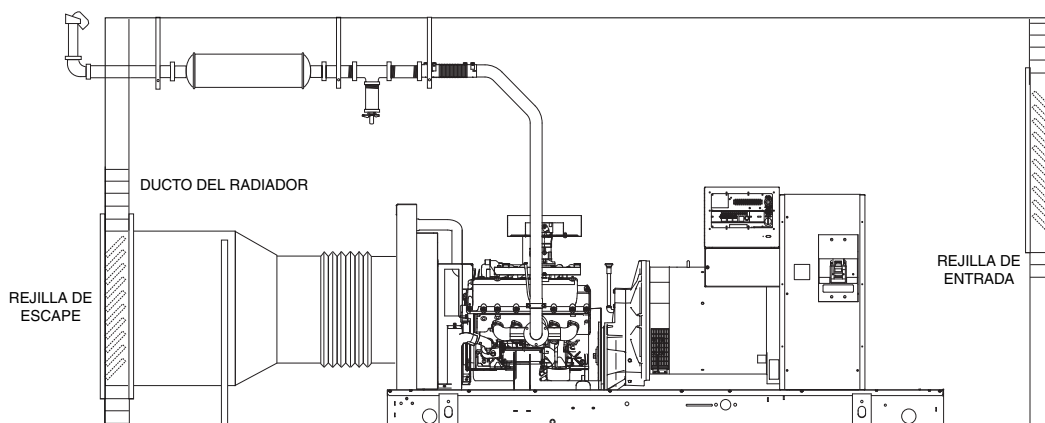


Figura 4-2. Ejemplo de instalación en un espacio cerrado

4.3.5— Rejillas motorizadas

En climas de frío extremo, las rejillas motorizadas se pueden utilizar para elevar la temperatura ambiental dentro del espacio del generador cuando la unidad no está en funcionamiento. Para utilizar rejillas motorizadas, se deben respetar las siguientes indicaciones:

- Asegúrese de que las rejillas se abran automáticamente cuando se pone en marcha el generador. Esto puede lograrse mediante el uso de un mecanismo con muelles que no requiera alimentación. Cuando el generador se detiene, las rejillas utilizan la alimentación para cambiar a una posición de reinicio o de cierre.
- Conecte el circuito de alimentación de las rejillas a un circuito alimentado por el generador.
- En caso de mal tiempo, si el viento sopla de frente a las aberturas de entrada, podría abrir las rejillas gravitacionales y provocar la disminución de la temperatura y problemas de humedad. En climas fríos, el gran caudal de aire exterior que ingresa a la sala puede reducir rápidamente la temperatura hasta llegar al congelamiento. Todas las tuberías de agua u otros equipos que puedan resultar dañados con el congelamiento deben tener el aislamiento correcto o estar ubicados en otro sitio. Las rejillas con control termostático pueden utilizarse para contribuir a que la temperatura de la sala de máquinas se mantenga estable en condiciones de tiempo frío. Como se mencionó anteriormente, conecte el circuito de alimentación de las rejillas a un circuito alimentado por el generador.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

Sección 5 *Sistema de escape*

5.1 — Mejores prácticas

Un sistema de escape bien diseñado acumula los gases de escape de los cilindros del motor y los desecha en forma segura y eficaz. Para un rendimiento óptimo, el sistema de escape debe cumplir con las siguientes pautas.

- Utilice un tubo de escape con brida clasificado, como mínimo, para 1500 °F, y que sea de hierro negro cédula 40, de acero o de otro material que tenga la durabilidad y la resistencia adecuadas.
- Minimice la resistencia del caudal del gas de escape (contrapresión) y manténgala dentro de los límites especificados.
- Reduzca el ruido de escape conforme a las regulaciones locales.
- Deje el espacio libre correspondiente entre los componentes del sistema de escape y las piezas del motor, las estructuras de la máquina, los gabinetes y las estructuras del edificio, con el fin de minimizar el impacto de las altas temperaturas de escape.
- Utilice una unión flexible entre el punto de conexión del motor y la tubería rígida.
- Asegúrese de que el sistema no ejerza presión excesiva sobre los componentes del motor, tales como los turbocompresores y los colectores de escape.
- Utilice fuelles flexibles para permitir el movimiento lineal y/o axial de la tubería rígida en caso de dilatación o contracción térmica.
- Utilice codos redondos cuyo radio sea, como mínimo, tres veces superior al diámetro del tubo.
- Asegúrese de que los componentes del sistema de escape tengan la capacidad de rechazar la energía térmica.
- Sujete y conecte correctamente la tubería de escape y los silenciadores. Asegúrese de que no haya peso ni presión excesivos sobre la unión flexible conectada al motor. Las uniones flexibles se utilizan únicamente para aislar la vibración. No utilice uniones flexibles para corregir problemas de alineación o para soportar el peso de un sistema de tuberías o de silenciadores.
- La tubería de escape debe estar en pendiente, alejada de la salida del motor, y debe tener instalado un colector de agua con drenaje en su extremo inferior. También se recomienda instalar un drenaje de agua (condensado) en la salida del silenciador.
- La tubería de escape debe terminar correctamente fuera de la estructura que aloja el grupo electrógeno, de manera tal que los gases calientes se desechen en forma segura y no entren en contacto con ninguna superficie o material combustible.
- La tubería de escape no debe terminar debajo de plataformas o estructuras de carga, ni cerca de ninguna abertura de un edificio.
- Deje una distancia de, como mínimo, 22,9 cm (9 pulgadas) entre la tubería de escape y cualquier superficie inflamable.
- Proteja la tubería de escape donde sea necesario para evitar quemaduras.
- No cubra ni envuelva turbocompresores "secos" ni colectores de escape.
- La tubería de escape debe mantenerse alejada de tanques de combustible, líneas de combustible, etc.
- Utilice un manguito con ventilación para proteger la tubería de escape en caso de que este atraviese muros o techos combustibles.
- La tubería debe terminar sobre conductos de escape horizontales, con un tubo de exhaustación de 45°.
- Asegúrese de que el área de abertura efectiva de las rejillas de escape sea de 25 % a 50 % superior a la abertura efectiva central del radiador del motor.
- Asegúrese de que la contrapresión medida en el aire externo del radiador nunca exceda la contrapresión máxima permitida que especifica el fabricante.
- Los conductos desde la aleta de salida del radiador deben dirigirse hacia la abertura de ventilación de escape de la forma más breve y directa posible.
- Instale los conductos desde la aleta de salida del radiador hacia la abertura de ventilación de escape, de manera tal que evite la recirculación del aire de escape hacia el área del generador.
- Diseñe los conductos de escape extendidos con la menor cantidad de curvas posible. Si las curvas son necesarias, deberán tomar la forma de curvas graduales (curvas de radio amplio) para permitir que el flujo de aire se realice con una restricción mínima.
- Verifique cuidadosamente que las rejillas motorizadas tengan alimentación durante todos los modos de operación.
- En el caso de unidades en espacios abiertos, asegúrese de que no haya obstrucciones en la liberación de los gases de escape para evitar la posibilidad de que estos gases vuelvan a introducirse por las entradas de aire. La recirculación del aire de escape provocará el recalentamiento de la unidad.

5.1.1— Cumplimiento con las normas de emisión

Unidades cerradas

En las unidades con gabinete, el sistema de escape se instala en fábrica. Si se precisa extender el sistema de escape para que la operación sea segura, consulte a un concesionario de servicio autorizado cuál es el tamaño de tubería recomendado para la longitud de tendido requerida. Extender la tubería de escape puede causar una contrapresión excesiva que puede resultar en la pérdida de alimentación y en el recalentamiento del sistema de escape y/o del motor.

Unidades abiertas

Las unidades abiertas están pensadas para instalaciones en espacios cerrados dentro de una estructura especialmente diseñada. Estas unidades se envían con un convertidor catalítico por separado (en caso de que se utilice) para la instalación en el sitio. Para las unidades con catalizador de escape, consulte el plano de instalación específico de la unidad con el fin de localizar con exactitud el sensor de oxígeno (O₂) para el sistema de control de emisiones. Si el sensor de O₂ y el catalizador no están instalados como corresponde, el sistema de emisiones no funcionará correctamente y la unidad no cumplirá con la certificación de la EPA, lo que puede producir daños en el motor.

En el caso de las unidades abiertas que no precisen un catalizador de escape, puede realizarse el pedido con el envío de un silenciador por separado. Vea los planos de instalación para conocer la longitud de la tubería desde la conexión del motor hasta el silenciador, el tamaño de la salida de escape del motor y demás requisitos específicos de la unidad.

5.2 — Componentes del sistema

Los componentes principales del sistema de escape son el colector de escape, el turbocompresor, la salida de los gases de exhaustación, las tuberías de escape y el silenciador.

5.2.1— Colector de escape

Los colectores de escape del motor recolectan los gases de escape de cada cilindro y los dirigen hacia la salida de escape. El colector está diseñado con el fin de reducir la contrapresión y la turbulencia lo máximo posible. Generac se basa en un diseño de colector en seco. Los colectores en seco son eficaces en función de los costos y otorgan la máxima energía de escape posible al turbocompresor, pero también irradian un nivel máximo de calor y alcanzan temperaturas extremas en la superficie.

Los motores de gas funcionan con una temperatura de escape mayor que los motores diésel. Debido a estas altas temperaturas de escape, se utilizan pantallas y mantas térmicas para reducir la temperatura de las superficies que lo requieran.

5.3 — Pantallas térmicas

NOTA: La instalación de pantallas térmicas o de envolturas blandas que no estén autorizadas puede dañar el sistema de escape. Los daños producidos por componentes no autorizados no están contemplados en la garantía.

Las pantallas térmicas se utilizan para cubrir las superficies calientes con el fin de proteger los componentes y a los operadores del calor excesivo. El uso de estas pantallas dependerá de diversos factores, entre ellos, el tipo de instalación y los requisitos legales y medioambientales.

Las cubiertas pueden ser un medio eficaz para brindar protección. Las pantallas diseñadas y suministradas por Generac son adecuadas para este fin. Otras pantallas suministradas y adaptadas por el cliente deben estar cuidadosamente diseñadas e instaladas para garantizar que no se produzca ningún daño al motor. Las envolturas y las pantallas suministradas por el cliente pueden incrementar la temperatura superficial del componente, lo que puede provocar una falla prematura. Un suministro significativo de flujo de aire alrededor de la pantalla podría ayudar a reducir el riesgo de daños.

5.3.1— Mantas (pantallas blandas para colectores)

Las mantas están compuestas por una capa aislante de material hilado de calcio, sílice, magnesio u otras fibras especiales y por una capa exterior de tela térmica, y pueden utilizarse para aislar tanto el calor como el ruido. Las mantas se sostienen con muelles de acero inoxidable o con ataduras de cables.

No instale mantas sobre colectores de escape, las carcasas del turbocompresor u otros componentes del motor. El uso de mantas para colectores puede ocasionar la falla prematura de los componentes de los colectores de escape.

Tabla 5-1. Mantas de aislamiento de escape recomendadas

Fabricante y producto	Uso continuo máximo Temperatura nominal
INSULFAB IF 1950 Temperatura alta	Hasta 1832 °F.
INSULFAB IF 1953 Tela de vidrio tratado	Hasta 1300 °F.
INSULFAB IF 1954 Tela de vidrio revestido	Hasta 600 °F.

5.3.2— Cubiertas y pantallas

Las cubiertas y pantallas, por lo general, se componen de una lámina de metal perforado y se colocan dejando un espacio de aire entre la pantalla y la superficie caliente. Si el flujo de aire alrededor del motor es adecuado, la transferencia de calor del hierro al aire reducirá la temperatura de la pantalla considerablemente.

PRECAUCIÓN: Todas las pantallas térmicas deben estar diseñadas para que los componentes del motor no alcancen temperaturas críticas que puedan provocar fallas prematuras en el motor.

5.4 — Turbocompresores

Los turbocompresores se utilizan para alcanzar una mayor potencia de salida del motor mediante la conversión de la energía presente en el flujo de gases de escape a energía para el sistema de entrada (lo que resulta en una presión de entrada mayor). La presión de entrada mayor fuerza el ingreso de más aire en los cilindros del motor, lo que permite que se queme más combustible y se obtenga una potencia de salida mayor.

Vea Figura 5-1. Los gases de escape calientes salen del cilindro e ingresan en el lado de la turbina del turbocompresor. Los gases de escape mueven los álabes de la turbina, los cuales, a su vez, mueven los álabes del compresor ubicados del lado de entrada de aire. La rotación a alta velocidad comprime el aire de entrada con el fin de proporcionar una mayor cantidad de oxígeno para la combustión.

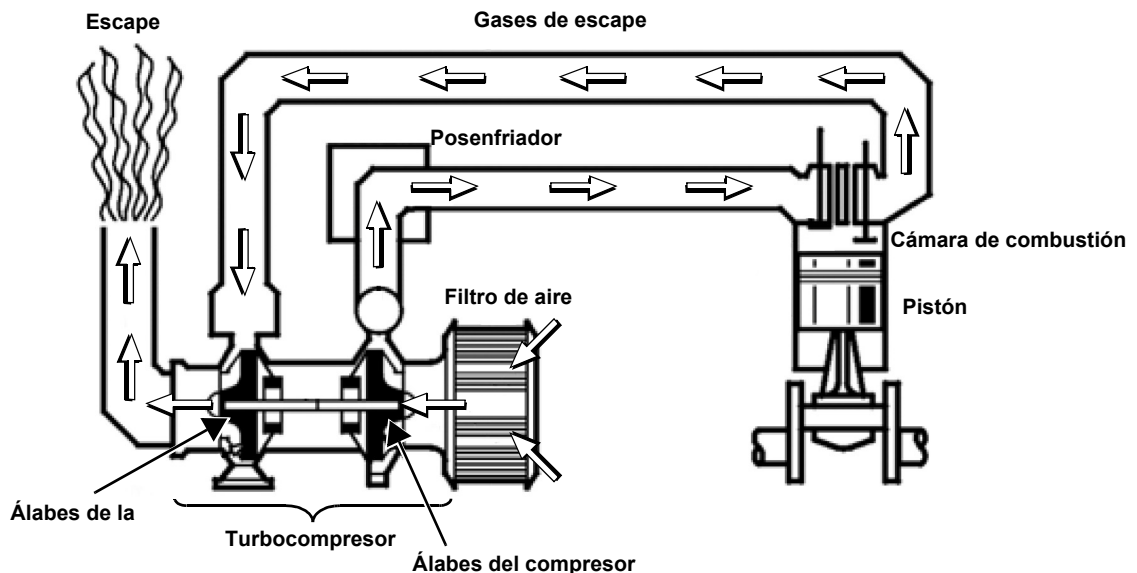


Figura 5-1. Funcionamiento del turbocompresor

5.4.1— Salida de los gases de exhaustación

Los turbocompresores equipados con una salida de los gases de exhaustación pueden funcionar con eficacia en una gama más amplia de condiciones de altura y de temperatura ambiente. La salida de los gases de exhaustación se abre a una presión predeterminada y libera una parte del flujo de escape fuera del turbocompresor. Al reducirse el flujo de escape, se disminuye la velocidad del turbocompresor para evitar el exceso de velocidad y la presión excesiva.

PRECAUCIÓN: Si se altera la línea presurizada hacia la salida de los gases de exhaustación, se aumentará la disipación de calor del posenfriador, se incrementará la velocidad del turbocompresor y el cilindro del motor alcanzará el pico de presión. Estas condiciones pueden afectar la estabilidad, la durabilidad, las emisiones y el rendimiento general del motor.

5.4.2— Conexiones flexibles del escape

Para aislar el sistema de la tubería de escape del motor, utilice conexiones flexibles diseñadas para lograr cero fugas. Los dos tipos de conexiones flexibles utilizadas con mayor frecuencia son la manguera y el fuelle de metal flexibles.

La manguera de metal flexible permite la deflexión lateral o hacia un lado del sistema de escape en caso de vibración, mientras que el fuelle flexible posibilita el movimiento lineal y/o axial en caso de dilatación o contracción térmica. El fuelle está fabricado con acero inoxidable u otro material apto para altas temperaturas y está compuesto por una serie de una o más espiras que, si bien tienen la forma de una espira diseñada para soportar las presiones internas del tubo, también son lo suficientemente flexibles como para tolerar las deflexiones angulares laterales y axiales asociadas a la expansión y contracción térmica.

5.4.3— Manguera y fuelles de metal flexibles

La manguera de metal flexible se utiliza comúnmente para los sistemas de escape que tienen un tubo de un diámetro máximo de 150 mm (6 pulgadas). Por su parte, el tipo de fuelle se utiliza generalmente para los sistemas de escape que tienen un diámetro de 200 mm (8 pulgadas) o superior. Instale las conexiones flexibles lo más próximo posible a la salida de escape del motor.

Las funciones principales de las conexiones flexibles del escape son las siguientes:

- Aislar el peso de la tubería de escape de la salida de escape del motor.
- Proteger los componentes del escape contra las vibraciones excesivas.
- Permitir la variación leve de algunos componentes de escape, producidos por la expansión y contracción térmicas, el asentamiento o las reacciones de torsión.

Vea la Figura 5-2 para observar un diseño típico de una tubería de escape con conexiones flexibles.

Cuando se aíslan las conexiones flexibles del tubo, estas deben poder expandirse y contraerse libremente dentro del aislamiento. Para ello, por lo general, se precisa un material blando o un manguito de aislación para recubrir la conexión.

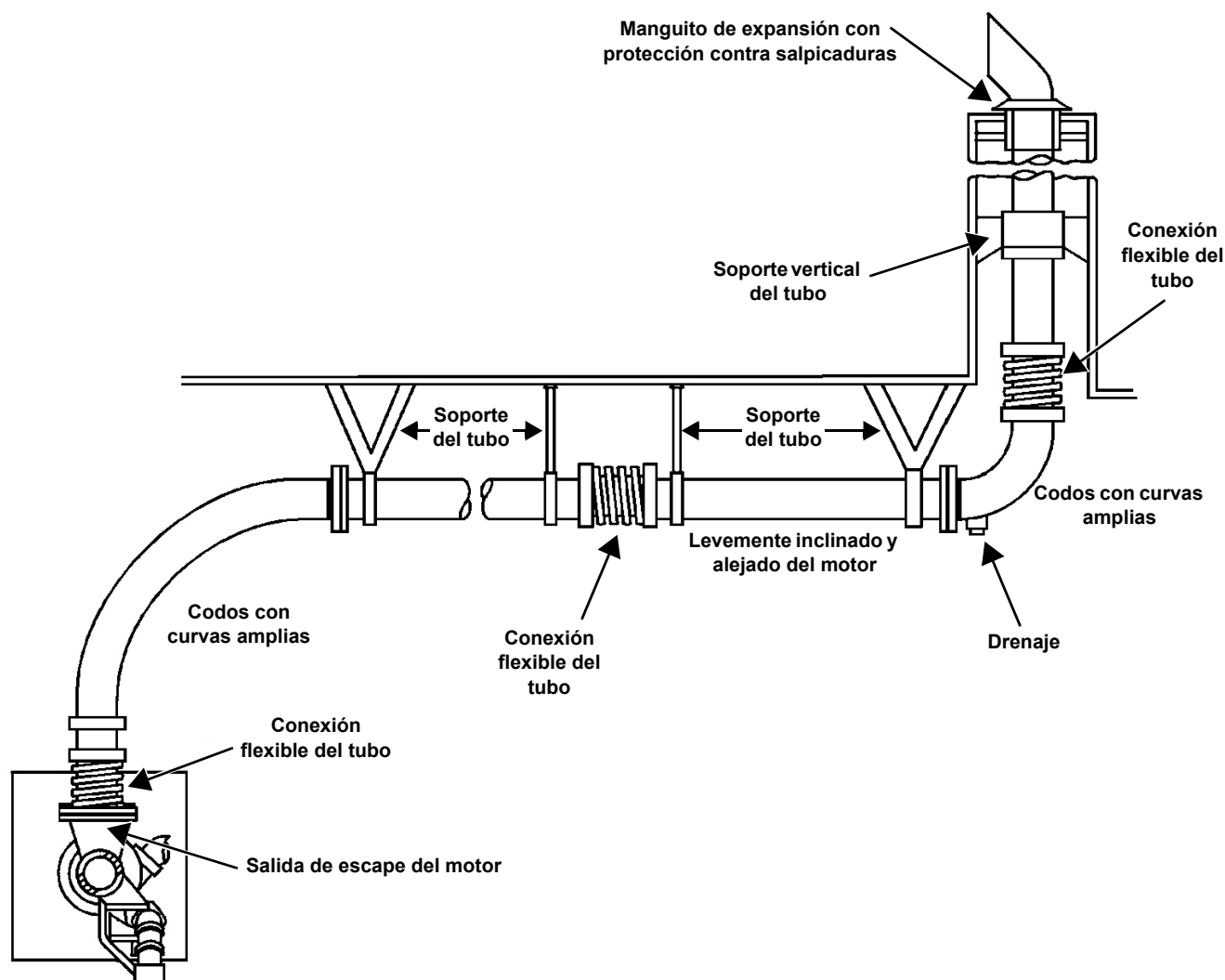


Figura 5-2. Diseño típico de una tubería de escape

5.4.4— Instalación de las conexiones flexibles

Estire previamente las conexiones flexibles durante la instalación para permitir el crecimiento térmico esperado. Pueden soldarse por puntos cuatro abrazaderas pequeñas entre las dos bridas de los extremos para sostener en posición rígida la conexión o los fuelles flexibles del escape del motor durante la instalación de la tubería de escape. De esta forma, se evita que los fuelles se instalen flexionados. Coloque una etiqueta de advertencia en los fuelles que indique que las abrazaderas soldadas deberán quitarse antes de encender el motor.

Todas las conexiones flexibles deben presentar una buena resistencia a la fatiga. No solo deben ofrecer una vida útil aceptable, sino que además deben soportar la vibración y ser lo suficientemente blandas como para evitar la transmisión de la vibración más allá de la conexión.

Para lograr una durabilidad máxima, la conexión de tipo fuelles debería operar lo más cerca posible de su estado normal.

5.4.5— Juntas deslizantes

Las juntas deslizantes son otro método para controlar la dilatación y la contracción de los sistemas de escape. Están diseñadas para permitir una fuga controlada cuando el sistema está frío. Cuando se enciende el motor y se calientan los tubos de escape, las juntas se dilatan para proporcionar un ajuste hermético al gas. Las juntas deslizantes son flexibles en una sola dirección y precisan un soporte apropiado a cada lado.

Por lo general, Generac no recomienda el uso de juntas deslizantes debido a sus desventajas, por ejemplo, las emanaciones de las fugas de escape, los residuos de escape y la incapacidad de la junta de flexionarse en más de una dirección.

Tabla 5-2. Limitaciones en la instalación de mangueras de metal flexibles

Diámetro de la manguera (pulgadas)	A Distancia máxima centro a centro entre bridas		B Compresión máxima a partir de su longitud normal		C Extensión máxima a partir de su longitud normal	
	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
4 y 5	1.0	25.4	.25	6.25	.25	6.25
6	1.5	38.1	.25	6.25	.25	6.25

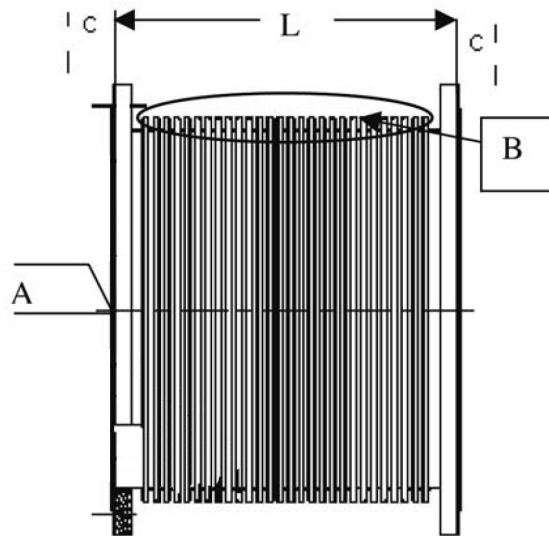
Tabla 5-3. Limitaciones en la instalación de fuelles

Diámetro del fuelle (pulgadas)	A Distancia máxima centro a centro entre bridas		B** Espacio entre espiras mínimo aceptable		C Extensión máxima a partir de su longitud normal	
	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm	Pulgadas	mm
	0.04	1.00	0.089	2.27	0.08	2.00
8 y 12	0.75	19.05	0.121	3.07	1.00	25.40
14	0.75	19.05	0.314	7.97	1.00	25.40
18	0.90	22.86	0.310	7.87	1.75	44.45

**NO permita que los espacios entre espiras sean inferiores al valor indicado en la pieza.

Tabla 5-4. Valor nominal del muelle del fuelle flexible

Diámetro del fuelle (pulgadas)	A Distancia máxima centro a centro entre bridas	
	Valor nominal del muelle	
	lb/in	kN/m
6	799	140.0
8	170	29.7
12	194	33.9
14	391	68.5
18	110	19.3



5.4.6— Silenciador

El silenciador disminuye el ruido del escape antes de que este se libere a la atmósfera. El ruido del escape proviene de la liberación intermitente de los gases de escape de alta presión de los cilindros del motor, lo que causa fuertes fluctuaciones de gas de alta presión en el sistema de escape. Esto lleva a que el ruido se libere por la salida de escape y también produce la irradiación de los ruidos desde el tubo de escape y las superficies del silenciador. Un sistema de escape bien diseñado y combinado reduce en forma significativa el ruido que proviene de estas fuentes. El silenciador contribuye en gran medida a la reducción del ruido del escape.

En la mayoría de los lugares, el ruido excesivo es inaceptable. El nivel de silencio requerido dependerá de diversos factores, tales como el tipo de uso que se le dará a la unidad, ya sea estacionaria o móvil, y si hay alguna regulación local con respecto a las emisiones de ruido. Por ejemplo, el ruido excesivo es inaceptable en un área residencial o en un hospital, pero podría permitirse en una estación de bombeo aislada.

5.4.7— Clasificación del silenciador

Los silenciadores se clasifican según el nivel de silencio que alcancen, tal como se muestra en la Tabla 5-5.

Tabla 5-5. Clasificación del silenciador

Nivel	Clasificación	Reducción de ruido	Descripción
1	Industrial	hasta 12-18 dB	Apto para áreas industriales en las que el nivel de ruido de fondo sea relativamente alto o para áreas remotas en las que se permita un ruido amortiguado en forma parcial.
2	Residencial	hasta 18-25 dB	Reduce el ruido del escape hasta alcanzar un nivel aceptable para aquellas áreas en las que se exige una reducción de ruido moderadamente eficaz, por ejemplo, áreas semiindustriales en las que siempre existe un ruido de fondo moderado.
3	Crítico	hasta 25-35 dB	Reduce el ruido del escape hasta alcanzar un nivel aceptable para aquellas áreas en las que el ruido de fondo es bajo y se precisa una reducción de ruido más eficaz, por ejemplo, áreas residenciales.
4	Hospital	hasta 32-42 dB	Ofrece un nivel de silencio máximo para áreas residenciales, hospitales, escuelas, hoteles, tiendas, edificios de apartamentos y demás sitios, en los que el nivel de ruido de fondo es mínimo y se exige que el ruido del grupo electrógeno también sea mínimo.

5.4.8— Elección del silenciador

Por lo general, el silenciador es el componente individual que contribuye en mayor medida a la contrapresión del escape. Por lo tanto, la reducción de ruido exigida y la contrapresión permitida son dos factores que deben tenerse en cuenta al elegir el silenciador. También deben tenerse en cuenta el tipo de uso que se le dará a la unidad, el espacio disponible, el costo y la apariencia.

Para elegir un silenciador, utilice los datos del proveedor del silenciador, corregidos para la velocidad y la temperatura de salida, que le permitirán determinar el tamaño y el tipo de silenciador que cumpla con los requisitos de reducción de ruido y ofrezca una pérdida de presión máxima aceptable.

Luego de calcular la pérdida de presión, es probable que deba probar otro silenciador, u otro tamaño de tubo, hasta encontrar la combinación óptima.

El silenciador está diseñado de forma altamente especializada. La responsabilidad del diseño y de los detalles de construcción debe recaer sobre el fabricante del silenciador.

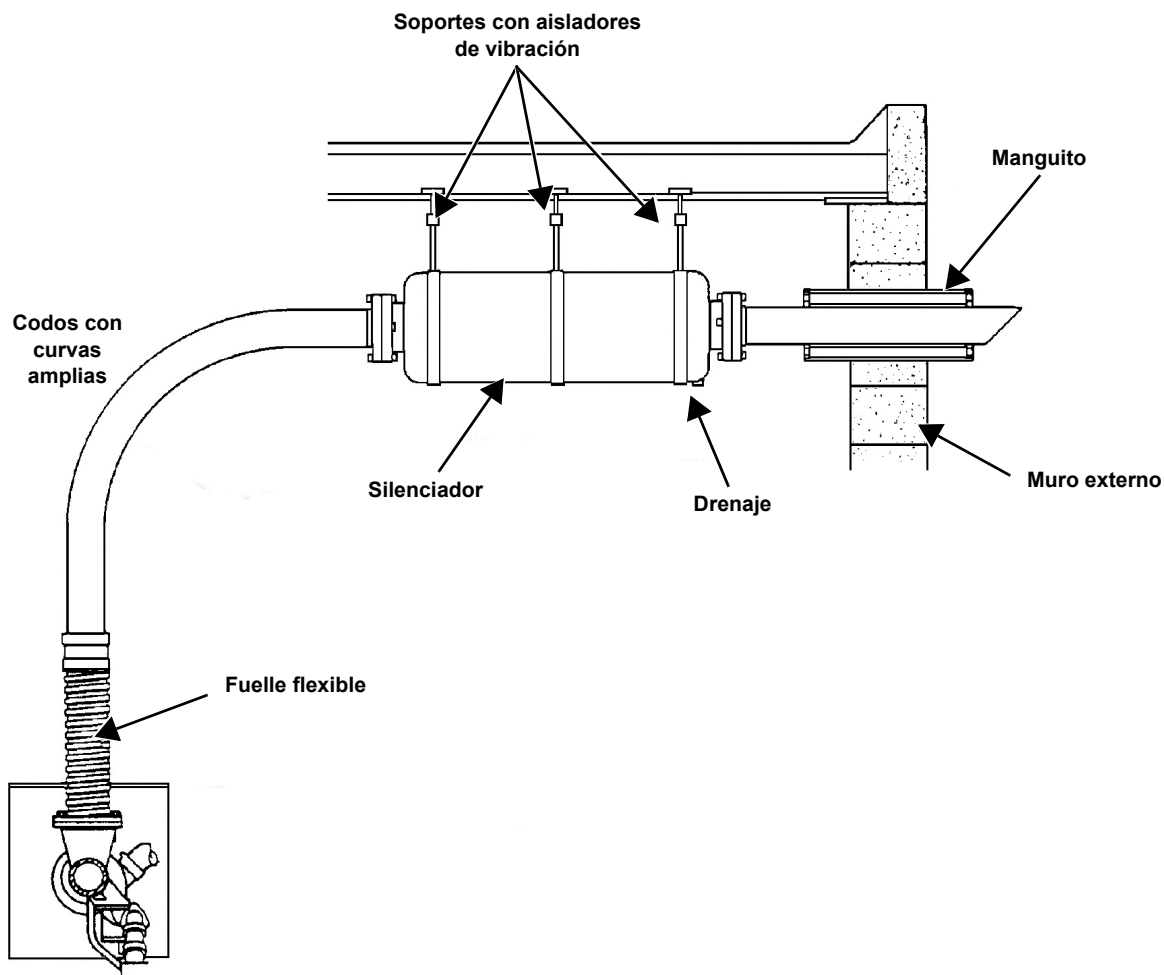


Figura 5-3. Silenciador típico

5.5 — Sistema de la tubería de escape

La función de la tubería de escape es trasladar los gases de escape desde la salida de escape del motor hacia el silenciador y, luego, hacia la salida del sistema de escape. La tubería es un componente clave en el diseño total del sistema de escape.

5.5.1— Diseño del sistema de escape

Las características físicas de la sala de máquinas determinarán el diseño del sistema de escape. Diseñe la tubería de escape de manera tal que minimice la contrapresión del escape, pero recuerde conservar la capacidad de servicio del motor. Asegúrese de que la tubería de escape tenga el soporte apropiado. Utilice componentes flexibles y adecuados para permitir el movimiento del sistema y aislar la vibración.

Diseñe la tubería de escape sin olvidar el servicio del motor. Es posible que se necesite un puente grúa para realizar el mantenimiento de los componentes pesados de motores grandes.

5.5.2— Otras consideraciones

Los requisitos mínimos para el diseño del sistema de escape deben contener las explosiones que puedan producirse durante el funcionamiento del motor. Se recomienda el uso de válvulas de alivio de explosión en todos los motores de gas, en particular, en los motores de gran tamaño, ya que presentan altos volúmenes de combustible.

Ubique las válvulas de alivio de presión lo más cercanas posibles al motor (por lo general, en los codos de la tubería), para minimizar el daño potencial al sistema de escape en el caso de que se produzca una explosión del escape. Las válvulas de alivio de presión adicionales pueden utilizarse antes que el silenciador, el conversor catalítico o el equipo de recuperación del calor para aumentar la protección de estos dispositivos. Las válvulas de alivio de presión se colocan en el tubo de escape para aliviar la presión en forma segura y deben ventearse hacia un área libre de riesgo. Vea los códigos locales para obtener más detalles. Las válvulas de alivio de presión pueden adquirirse de proveedores de piezas de recambio.

- Instale la tubería dejando un espacio libre de 229 mm (9 pulgadas) entre esta y los materiales combustibles.
- Coloque los soportes adecuados para sostener la tubería de escape. Es de especial importancia que este se coloque contiguo al motor, de manera tal que el peso de la tubería de escape no recaiga sobre el motor o sobre el turbocompresor.
- Las dimensiones de la tubería de escape deben corresponderse con el límite máximo de contrapresión especificado.
- En caso de ser necesario, reduzca la irradiación térmica cubriendo la tubería de escape que no pertenece al motor con mantas aislantes adecuadas para altas temperaturas.
- Coloque cubiertas de manguitos de metal en la tubería de escape que se extienda a través de muros o techos de madera. Las cubiertas de manguitos de metal deben tener un diámetro 305 mm (12 pulgadas) superior al de los tubos de escape. Vea la Figura 5-3.
- En caso de que se utilicen, extienda los conductos de escape hacia arriba y alejados de la sala de máquinas para evitar el calor, las fugas y los olores.
- Ubique las salidas del tubo de escape alejadas del sistema de entrada de aire. Los filtros de aire del motor, los turbocompresores y los posenfriadores que estén en contacto con subproductos de escape pueden experimentar fallas prematuras.
- Evite direccionar la tubería de escape cerca de las bombas, las líneas, los filtros y los tanques de combustible u otros materiales inflamables.
- Las salidas del tubo de escape deben estar cortadas en ángulos de entre 30° y 45° (y no de 90°) para reducir la turbulencia y el ruido generados por los gases de escape. Vea la Figura 5-5.
- Coloque las salidas de escape de manera tal que eviten la entrada de agua al sistema de tuberías.
- Asegúrese de que el silenciador no impida el acceso a los filtros o al motor, ni agregue calor al radiador.

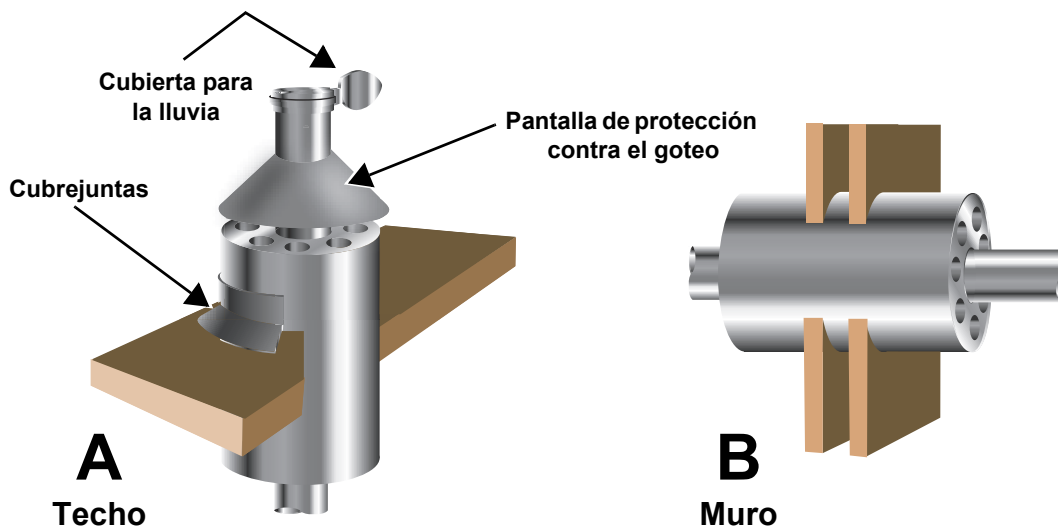


Figura 5-4. Instalación del manguito del tubo de escape

5.5.3— Colectores de condensado

Los sistemas de escape pueden acumular una cantidad considerable de humedad de condensación. Por ejemplo, los motores que queman gas natural producen una libra de agua por cada 10 ft³ de gas natural que queman. Los tendidos prolongados de tubería de escape precisan colectores que drenen la humedad. Coloque colectores en el extremo inferior de la línea, cerca de la salida de escape, para evitar que el agua de lluvia alcance el motor. Las líneas de escape deben colocarse en pendiente, alejándose del motor en dirección hacia la trampa, para que la condensación se drene como corresponde. Vea la Figura 5-2.

5.5.4— Manguitos de escape

Vea la Figura 5-4. Utilice los manguitos de escape para las penetraciones en el cielo raso o en los muros. El manguito separa el tubo de escape del muro o del cielo raso con el fin de ofrecer una aislación térmica y mecánica. Los manguitos simples deben tener, como mínimo, un diámetro 305 mm (12 pulgadas) superior al del tubo de escape. Los manguitos dobles con capa interna y capa externa deben tener, un diámetro externo 152 mm (6 pulgadas) superior al del tubo de escape.

5.5.5— Aislación del tubo de escape

No coloque las partes expuestas del sistema de escape cerca de madera u otro material combustible. Cubra la tubería de escape dentro de la sala de máquinas (y también el silenciador, si está montado dentro) con materiales aislantes adecuados, para proteger al personal y reducir la temperatura de la sala y el ruido del escape. Recubra el material aislante con un revestimiento de acero inoxidable o de aluminio.

5.5.6— Impedimento del ingreso de agua

Diseñe el sistema de escape de manera tal que impida el ingreso de nieve o de lluvia al motor por la salida del escape. Recuerde que el método seleccionado impone restricciones que deben tenerse en cuenta al calcular la contrapresión del sistema.

Un método que se usa principalmente con los tubos de escape horizontales es el de cortar en ángulo el extremo del tubo, tal como se muestra en el punto A de la Figura 5-5.

Un método que se usa frecuentemente con los tubos de escape verticales es el de curvar el caño de 45° a 90° con un codo adecuado y, luego, cortar el extremo en ángulo tal como se describió anteriormente. Vea el punto B de la Figura 5-5.

Otra de las prácticas que puede emplearse con cualquiera de los dos métodos es el de realizar ranuras en el tubo de escape que posibiliten el drenaje de agua. Curve el lado del motor de las ranuras hacia adentro y el lado descendente hacia afuera, tal como se muestra en el punto C de la Figura 5-5. Evite que la ranura tenga un arco mayor de 60° de la circunferencia del tubo; de lo contrario, podría afectarse la integridad del tubo.

En el caso de que los métodos mencionados anteriormente no sean posibles, es probable que se necesite conectar un tipo de cubierta para la lluvia en el extremo de la sección vertical del tubo. Aunque este método puede ser eficaz para evitar la entrada de agua, probablemente imponga una restricción inaceptable para la contrapresión.

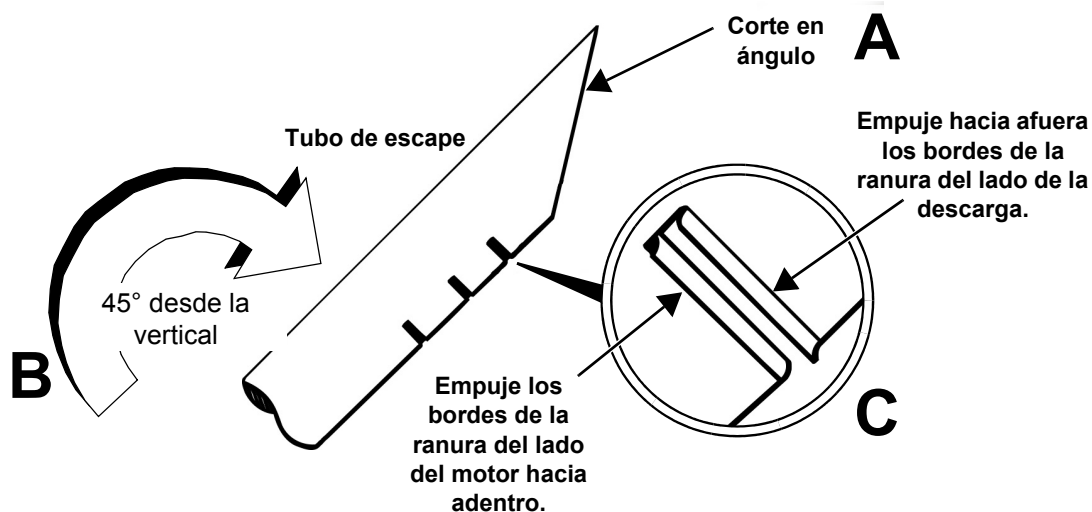


Figura 5-5. Ranuras para el drenaje de agua

5.6 — Contrapresión del sistema de escape

La restricción excesiva del escape afecta su rendimiento, lo que provoca una menor potencia y un mayor consumo de combustible, mayor temperatura y mayores emisiones del escape. También disminuye la vida útil del turbocompresor y de la válvula de escape. Mantenga la contrapresión de escape dentro de los límites especificados. Al diseñar un sistema de escape, el objetivo debería ser alcanzar un sistema que tenga la mitad del nivel de contrapresión máximo permitido.

La contrapresión tiene restricciones con respecto al tamaño del tubo, el silenciador, la configuración del sistema y otros componentes relacionados con el escape. Una contrapresión excesiva puede ser causada por uno o varios de los siguientes factores:

- Un diámetro del tubo de escape demasiado pequeño.
- Una cantidad excesiva de curvas cerradas en el sistema.
- Un tubo de escape demasiado largo.
- Una resistencia demasiado alta del silenciador.

Los motores con una configuración de cilindro de tipo V deben estar diseñados de manera tal que la tubería de escape proporcione la misma contrapresión a cada grupo de cilindros.

5.6.1— Medición de la contrapresión

La contrapresión del escape se mide con el motor en funcionamiento a la carga y la velocidad nominales máximas. Utilice un manómetro de agua o un indicador que mida pulgadas de agua.

Muchas de las instalaciones de motores ya vienen equipadas con un dispositivo para medir la contrapresión. Si el sistema no viene equipado con este dispositivo, utilice las siguientes pautas para ubicar e instalar la toma de presión.

- La toma de presión debe encontrarse en un segmento recto del tubo de escape, antes del silenciador y lo más cerca posible del termocompresor.
- Ubique la toma, al menos, a tres diámetros del tubo de cualquier tubería de derivación ascendente.
- Ubique la toma, al menos, a dos diámetros del tubo de cualquier tubería de derivación descendente.

Por ejemplo, en el caso de un tubo de 100 mm (4 pulgadas) de diámetro, coloque la toma a no menos de 300 mm (12 pulgadas) de una curva o cambio de sección descendente. Vea el punto A de la Figura 5-6.

5.6.2— Instalación de la toma de contrapresión

Si no se dispone de una longitud recta ininterrumpida de, al menos, cinco diámetros, se debe prestar atención a ubicar la sonda lo más cerca posible del eje neutro del flujo del gas de escape. Esto es necesario porque las mediciones tomadas en la parte exterior de una curva de 90° en la superficie del tubo serán mayores que una medición similar tomada en la parte interior de la curva del tubo.

1. Suelde o utilice una cobresoldadura para unir una "media cupla roscada" NPT de 1/8 a la ubicación deseada del tubo de escape.
2. Realice un orificio de 3,05 mm (0,12 pulgadas) de diámetro a través de la pared del tubo de escape.
3. Quite toda rebaba que encuentre dentro de la pared del tubo para que estas no restrinjan el flujo de gas.
4. Una el indicador o la manguera a la media cupla roscada.
5. Inserte la sonda a una profundidad que equivalga a la mitad del diámetro del tubo, o bien a un mínimo de 76,2 mm (3 pulgadas). Vea el punto B de la Figura 5-6.
6. Oriente la sonda de manera tal que el surco de la punta quede paralelo al flujo de gas de escape.

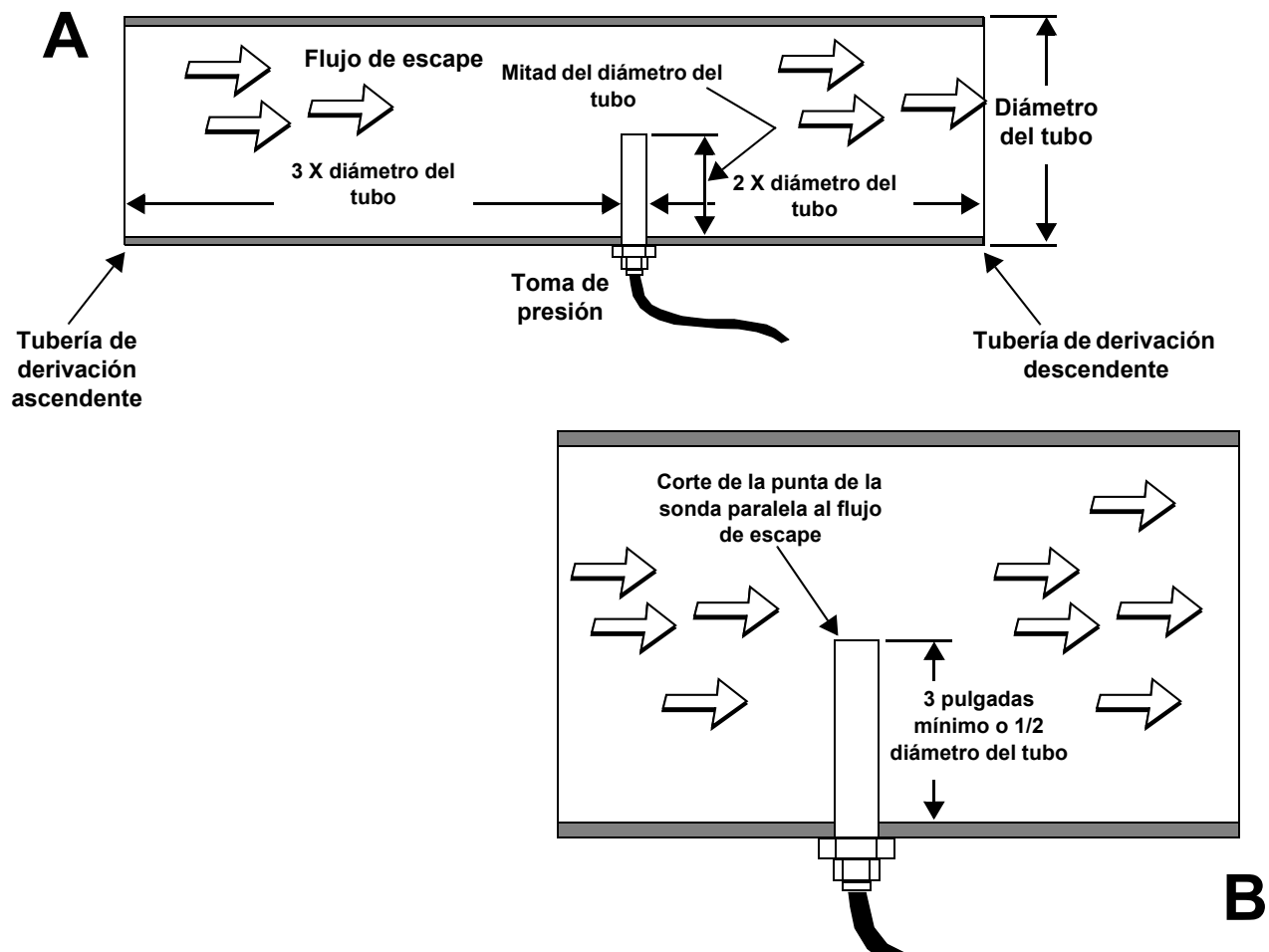


Figura 5-6. Instale el puerto de control de contrapresión

5.6.3— Cálculo de la contrapresión

La contrapresión se calcula del siguiente modo:

$$P \text{ (kPa)} = \frac{L \times S \times Q^2 \times 3.6 \times 10^6}{D^5} + P_s$$

$$P \text{ (in. H}_2\text{O)} = \frac{L \times S \times Q^2}{187 \times D^5} + P_s$$

Donde:

P = contrapresión (kPa), (in H₂O)

psi = 0,0361 x pulgadas de columna de agua

kPa = 0,00981 x mm de columna de agua

L = longitud total equivalente del tubo (m) (ft)

Q = Caudal del gas de escape (m³/min.), (cfm)

D = diámetro interior del tubo (mm), (in)

S = densidad del gas (kg/m³), (lb/ft³)

P_s = pérdida de presión del silenciador (kPa), (in H₂O)

Factores de conversión útiles:

psi = 0,0361 x in de columna de agua

psi = 0,00142 x mm de columna de agua

psi = 0,491 x in de columna de mercurio

kPa = 0,0098 x mm de columna de agua

kPa = 0,25 x in de columna de agua

kPa = 3,386 x in de columna de mercurio

kPa = 0,145 psi

5.6.4— Longitud equivalente del tubo recto

Para obtener la longitud equivalente del tubo recto para varios codos:

$$L = \frac{33D}{X} \quad \begin{array}{l} \text{Codo estándar radio del} \\ \text{codo} = \text{diámetro del tubo} \end{array}$$

$$L = \frac{20D}{X} \quad \begin{array}{l} \text{Codos de radio largo} \\ \text{radio} = 1,5 \text{ diámetros} \end{array}$$

$$L = \frac{15D}{X} \quad \text{codo de } 45^\circ$$

$$L = \frac{66D}{X} \quad \text{codo cuadrado}$$

Donde X = 12 in o 1000 mm

Tal como muestran las ecuaciones, si se requieren codos de 90°, los codos de radio largo con un radio de 1,5 veces el diámetro del tubo ayudarán a reducir la resistencia.

5.6.5— Sistemas de escape combinados

Un sistema de escape común para varias instalaciones no es aceptable. Los sistemas de escape combinados con calderas u otros motores conducen los gases de escape hacia los motores que no están en funcionamiento. El vapor de agua que se forma durante la combustión se condensa en los motores fríos y le causa daños al motor. Las válvulas de conductos que separan los escapes del motor también se ven afectadas, ya que las altas temperaturas deforman los asientos de la válvula y provocan fugas.

Si bien se han aplicado con éxito los ventiladores de tiro de escape en conductos combinados de escape, la mayoría de estos funcionan únicamente cuando hay escape presente. Para evitar la autorrotación (sin lubricación) del turbocompresor, los ventiladores de tiro no deben funcionar cuando el motor está apagado. Cuando el sistema de escape de los motores no esté funcionando, debe cerrarse y ventearse.

Los motores en V de 360° tienen dos salidas de escape, una para cada grupo. Combinar estos motores con un conjunto de piezas tipo Y puede provocar un crecimiento térmico y una contrapresión desiguales de un grupo a otro. Este crecimiento desigual puede generar una carga no deseada en el montaje del turbocompresor o en los fuelles flexibles. La contrapresión desigual puede afectar el funcionamiento y el desempeño del motor. Si las salidas de escape están unidas, es probable que estos problemas se minimicen ya que se proporciona una conexión flexible en cada pozo y, además, se mantiene cada pozo a longitudes equivalentes.

5.7 — Consideraciones sobre el soporte de los tubos

5.7.1— Crecimiento térmico

El crecimiento térmico de la tubería de escape debe tenerse en cuenta para evitar la carga excesiva en las estructuras de soporte.

Un tubo de escape de acero se expande 1,13 mm/m (0,0076 in/ft) por cada 35 °C (100 °F) de aumento de temperatura del escape. Esto asciende a 16,5 mm (0,65 pulgadas) de expansión por cada 3,05 m (10 pies) del tubo en el rango de 35 a 510 °C (100 a 950 °F).

Diseñe los sistemas de tuberías y ubique los soportes de manera tal que la expansión producida por el crecimiento térmico se produzca lejos del motor. Los soportes pueden disminuir la presión o la distorsión sobre equipos conectados y permiten la extracción de componentes sin necesidad de soportes adicionales.

Se puede utilizar una pieza de sujeción para mantener en su lugar los extremos de un tendido largo de tubería, y conducir todo el crecimiento térmico hacia las juntas de expansión.

Cuando se aíslan las conexiones flexibles del tubo, estas deben poder expandirse y contraerse libremente dentro del aislamiento. Para ello, por lo general, se precisa un material blando o un manguito de aislación para recubrir la conexión.

5.7.2— Carga del turbocompresor

Considere cuidadosamente la carga que puede ejercer la tubería externa sobre el turbocompresor. Para minimizar la carga de la carcasa del turbocompresor, coloque un fuelle lo más cercano posible a la salida del turbocompresor y asegúrese de que la tubería de escape descendente pueda sostenerse por sí misma. También debe tenerse en cuenta el crecimiento térmico de la tubería horizontal conectada al escape del turbocompresor.

Comúnmente, la carga máxima permitida sobre el turbocompresor es la de los fuelles y el adaptador o la del codo y los fuelles. Todas las demás tuberías externas deben poder sostenerse por sí mismas. Vea la Figura 5-7.

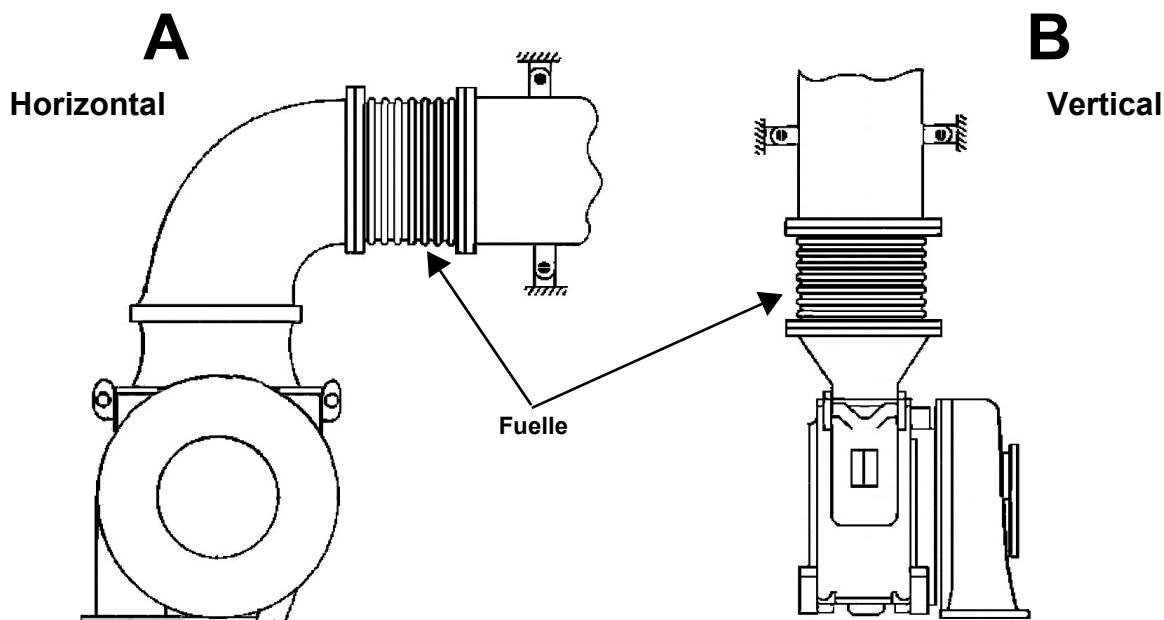


Figura 5-7. Fuelle de escape horizontal y vertical

5.7.3— Transmisión de la vibración

La tubería conectada a motores estacionarios precisa una aislación, en especial, cuando se utilizan montajes de resistencia. Si no tienen aislación, los tubos pueden transmitir vibraciones a largas distancias. Los soportes de aislación de los tubos deben tener muelles para atenuar las bajas frecuencias y goma o corcho para minimizar las transmisiones de alta frecuencia.

Para evitar el aumento de las vibraciones resonantes de los tubos, apoye los tendidos prolongados de tuberías a distancias desiguales, tal como se muestra en la Figura 5-8.

5.7.4— Liberación de gases de escape

Diseñe las salidas de escape, ya sean conductos o tubos de escape, de manera tal que los gases de escape del motor no vuelvan a circular hacia adentro del área del motor. Los filtros de aire del motor, los turbocompresores y los posenfriadores que estén contaminados con subproductos de la combustión, como hollín o hidrocarburos, pueden experimentar fallas prematuras.

La recirculación de los gases de escape también puede afectar la capacidad ambiental de la instalación. Esto puede ocurrir cuando el radiador equipado con sistemas de enfriamiento atrae el aire que está muy por encima del ambiente. Vea la Figura 5-9 y la Figura 5-10 para observar los sistemas de tuberías de escape diseñados con el fin de evitar la recirculación de los gases de escape.

5.7.5— Rejillas de escape

Las rejillas evitan el ingreso de lluvia, nieve o residuos y polvo impulsados por el viento. No ubique las rejillas de escape de frente a los vientos predominantes e inclínelas de modo tal que la lluvia y la nieve no puedan ingresar. Cuando el radiador y el ventilador están ubicados en el motor, el viento que sopla de frente a las aberturas de escape también genera restricciones para el ventilador.

Calcule la medida de las rejillas de modo que suministren más aire del que se necesita. Las rejillas presentan resistencia al flujo de aire, por lo tanto, las aberturas con rejillas deben tener una superficie dos veces mayor que la de aquellas sin obstrucciones. Los fabricantes de rejillas le indicarán la capacidad de caudal para que el tamaño de las aberturas de la rejilla se corresponda con el caudal de aire requerido.

Para minimizar la caída de presión estática, utilice rejillas motorizadas o rejillas gravitacionales que posean el diseño y el tamaño adecuados. Asegúrese de que las rejillas apunten hacia afuera para la liberación de los gases de escape. Una guía de aire o las guías de flujo pueden evitar la recirculación del aire de escape entre las rejillas de escape y cualquier superficie de barrera, mediante la conducción de los gases de escape en forma ascendente hacia la atmósfera. Verifique cuidadosamente que las rejillas motorizadas tengan alimentación durante todos los modos de operación.

5.7.6— Conductos de escape comunes

El escape puede conducirse hacia un conducto especial que también sirve como salida para la descarga de aire del radiador, y que puede estar insonorizado. En estos casos, la descarga de aire del radiador ingresa por debajo de la entrada del gas de escape, por lo que el aire del radiador que se eleva tiende a enfriar los componentes del sistema de escape que se encuentran dentro del conducto. Vea la Figura 5-9.

El silenciador puede ubicarse dentro del conducto o en la sala, y su tubo de exhaustación debe extenderse a través del conducto y hacia afuera. Coloque guías de flujo de aire en el conducto para conducir la descarga del flujo de aire del radiador hacia arriba y para reducir la restricción del flujo de aire del ventilador del radiador. Alternativamente, el revestimiento interior insonorizado puede tener un contorno redondeado para dirigir el flujo de aire hacia arriba.

El conducto de escape se conserva más frío y limpio si los escapes del motor se contienen dentro de la tubería de escape a lo largo de su tendido a través del conducto. Si el tubo de escape finaliza fuera de la salida del conducto, el aire de ventilación que se libera tenderá a enfriar el conducto de escape hacia abajo del punto en el que se mezcla con los gases del escape.

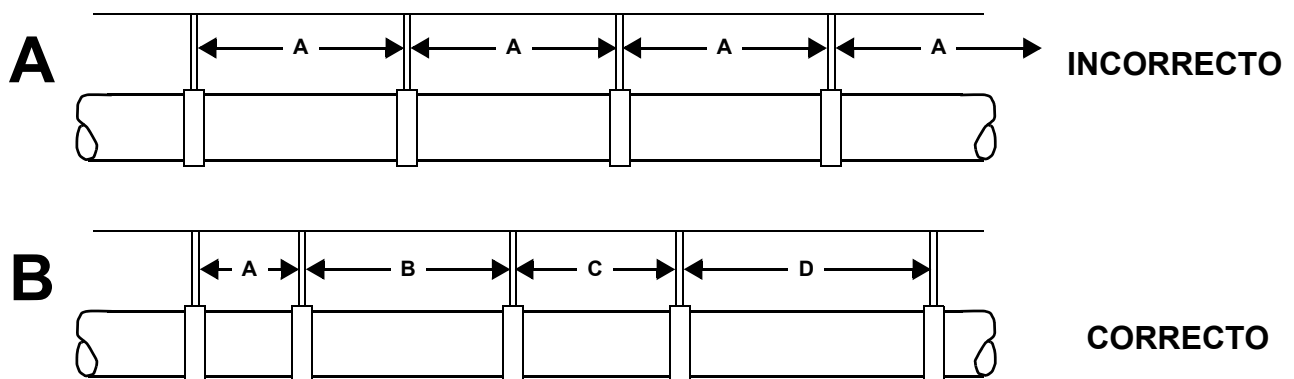


Figura 5-8. Soporte del tendido del tubo a distancias desiguales

Vea los puntos A y B de la Figura 5-9 para observar el silenciador de escape montado en forma vertical y en forma horizontal. En ambos ejemplos, el tubo de escape y el aire del radiador usan un conducto común.

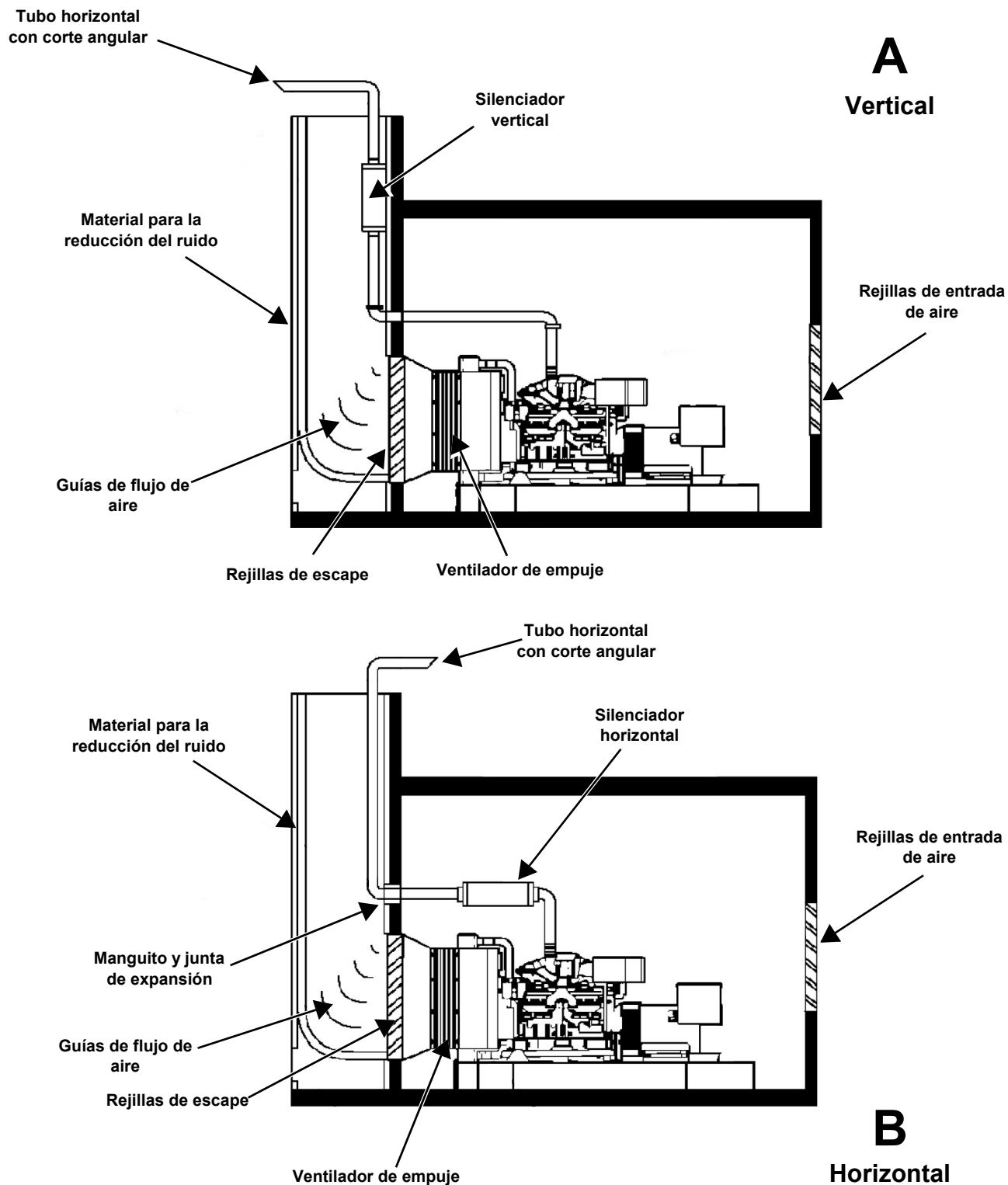


Figura 5-9. Silenciador típico

5.7.7— Módulo de potencia o gabinete de protección acústica ("drop-over")

En el caso de un grupo electrógeno que se encuentre dentro de un módulo de potencia o de un gabinete de protección acústica, las descargas del radiador y del escape deben fluir juntas, ya sea hacia arriba o hacia abajo del gabinete, sin la utilización de un conducto.

De esta forma, se evita la recirculación de los gases de escape hacia el módulo o el gabinete. A veces, para ello, el radiador puede montarse horizontalmente, y puede hacerse funcionar el ventilador mediante un motor eléctrico para liberar el aire en forma vertical, tal como se muestra en la Figura 5-10.

5.7.8— Limpieza durante la instalación

Durante el montaje del sistema de escape, cubra todas las aberturas del turbocompresor con una placa de protección identificable para evitar el ingreso de suciedad y residuos. Coloque una etiqueta de advertencia en la placa que indique que esta deberá quitarse antes de encender el motor.

5.7.9— Residuos o humedad en el conducto

El residuo del escape es el fluido negro y aceitoso que puede fugarse a través de las juntas del sistema de escape. Está compuesto por combustible y/o aceite mezclados con hollín del interior del sistema de escape.

La fuga de aceite puede originarse debido a guías de válvulas, anillos de pistón o sellos del turbocompresor gastados, y la fuga de combustible está relacionada con los problemas de combustión.

Los motores están diseñados para funcionar bajo condiciones de carga. El funcionamiento prolongado del motor sin carga o bajo condiciones de poca carga (menos del 15 % de carga) disminuye la capacidad de sellado de algunos componentes integrales del motor, aun cuando el motor sea nuevo.

Si hay residuos, se harán evidentes los signos de estos en el exterior, a menos que el sistema de escape esté completamente sellado.

El residuo del escape, por lo general, no es dañino para el motor, pero puede resultar antiestético. En el caso de que los períodos de inactividad o de baja carga en el funcionamiento del motor sean necesarios, el efecto indeseado puede evitarse cargando el motor hasta, al menos, 30 % de su carga durante, aproximadamente, diez minutos cada cuatro horas. De esta forma, se remueven los fluidos que hayan podido acumularse el colector de escape.

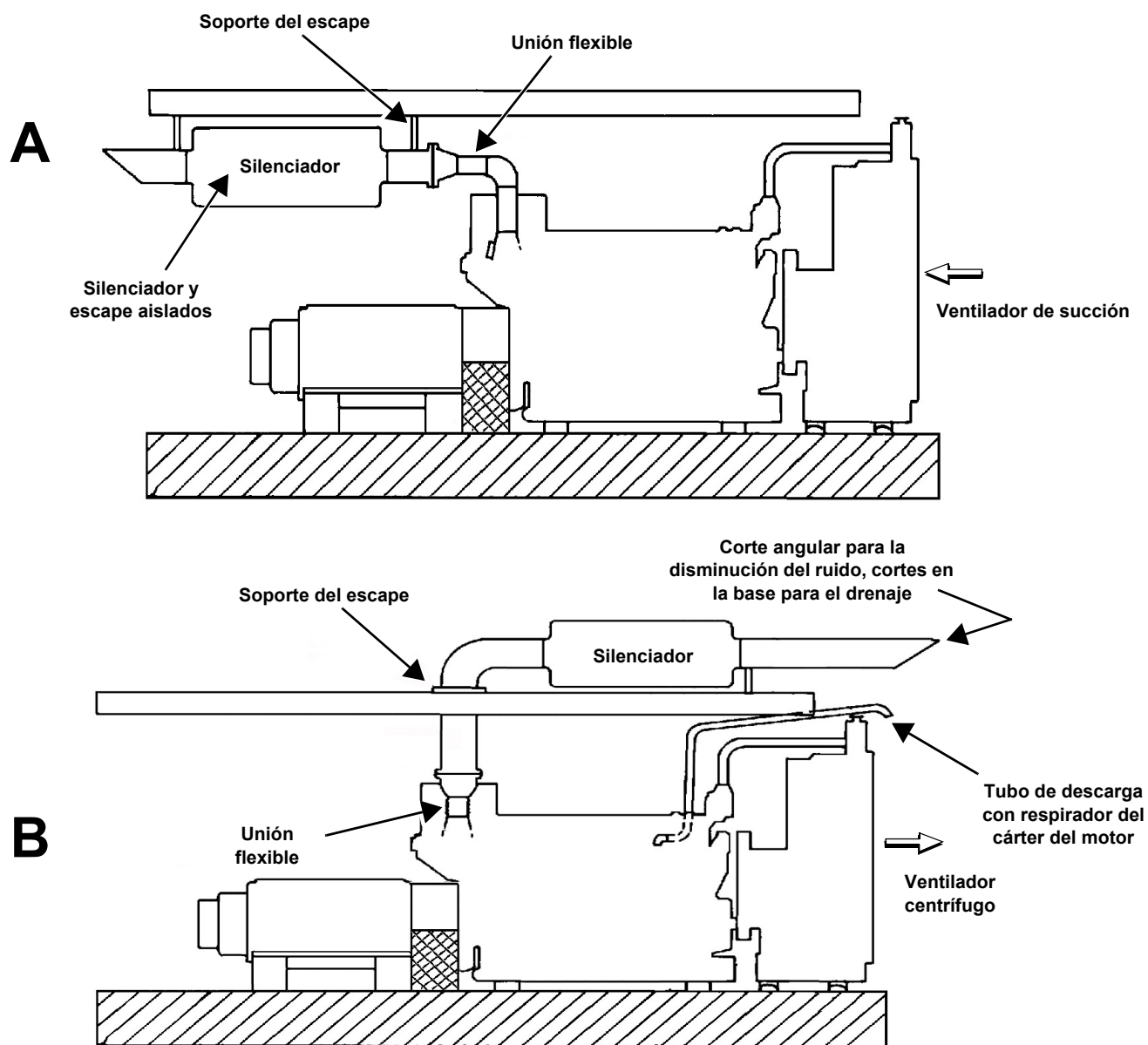


Figura 5-10. Silenciador interno/externo

Sección 6 *Sistemas de combustible gaseoso*



Los combustibles gaseosos, como el LP y el gas natural, son altamente volátiles y sus vapores son explosivos. El gas LP es más pesado que el aire y se sitúa en áreas bajas. El gas natural es más liviano que el aire y se sitúa en áreas altas. Incluso la chispa más pequeña puede encender estos combustibles y causar una explosión.

6.1 — Información general

Consulte a un distribuidor de gas local o a un plomero/instalador matriculado al instalar un sistema de suministro de combustible gaseoso, o bien consulte la información publicada por los diversos organismos federales. Para obtener una lista de algunas de estas publicaciones, consulte Subsección 1.7.

6.1.1— Conversión del sistema de combustible

Las unidades industriales vienen configuradas de fábrica y con certificación de la EPA con el sistema de combustible solicitado. No puede instalarse ninguno de los siguientes sistemas de combustible gaseoso:

- Gas natural (NG)
- Extracción de vapor LP
- Extracción de líquido LP
- Combustible doble, que consiste en gas natural (principalmente) y extracción de vapor LP
- Combustible doble, que consiste en gas natural (principalmente) y extracción de líquido LP

Para la conversión a un combustible diferente (por ejemplo, de gas natural a vapor de gas LP), consulte a su concesionario de servicio autorizado local.

6.2 — Propiedades del combustible gaseoso

6.2.1— Gas natural

El gas natural es más liviano que el aire. Se lo encuentra en estado gaseoso a presiones y temperaturas ambiente normales. Es altamente explosivo y puede encenderse con la chispa más pequeña. Por este motivo, las líneas de combustible no deben tener fugas, y es absolutamente esencial que cuenten con ventilación adecuada. Los códigos locales de combustible/gas determinan la presión máxima a la cual puede brindarse gas natural a un sitio o estructura. La presión de suministro del medidor/regulador del servicio público no es, por lo general, la misma que se requiere para el grupo electrógeno, por eso se necesita un regulador principal por separado que proporcione la presión y el volumen de combustible adecuados para el grupo electrógeno. Si la presión de alimentación del servicio público local es **inferior** a la que se requiere para el generador, queda a criterio del servicio público local proporcionar el volumen de gas a la presión necesaria.

6.2.2— Vapor de propano (LPV) y propano líquido (LPL)

El gas licuado de petróleo es más pesado que el aire. Los vapores del gas son explosivos y pueden encenderse con la chispa más pequeña. El vapor LP es suministrado mediante propano líquido almacenado en tanques. El propano existe en estado líquido en su punto de ebullición (-44 °F) o a una temperatura inferior, así como también cuando está almacenado a presión. La presión del tanque de LP depende de la temperatura ambiente y del volumen de líquido en el tanque, y puede ser superior a 200 psi. Para la extracción del vapor de propano líquido (LPV), se extrae el gas desde la parte superior del tanque, por encima del nivel del líquido. Un regulador de primera etapa en el tanque reduce la presión del gas a un valor inferior de presión de línea. Luego, esta presión de línea se reduce a la presión y al volumen de funcionamiento correctos para el grupo electrógeno, mediante el uso de un regulador de segunda etapa. En el caso de las unidades que utilizan propano en estado líquido (LPL), el tanque requiere un accesorio especial para permitir la extracción del propano líquido.

6.3 — Sistemas de combustible gaseoso

6.3.1— Sistema de gas natural

Por lo general, el servicio público local proporciona las tuberías (medidor y regulador de presión) desde la línea de distribución principal hasta el lugar donde se encuentra el generador. Asimismo, el servicio público local es responsable de brindar gas a un volumen y a una presión suficientes para que funcione el regulador principal, de modo que el regulador pueda brindar el volumen adecuado de gas a la presión que requiere el generador.

El gas fluye desde el regulador principal hasta el punto de conexión del generador, que es el final de la línea flexible de combustible suministrada por el fabricante. La línea flexible de combustible puede conectarse directamente al punto de conexión del generador (perpendicular al riel del bastidor) o a través de un codo o un tubo corto de empalme con el riel del bastidor (para que quede colocado en paralelo con el riel del bastidor). El tubo de empalme y el codo utilizados deben tener el mismo tamaño de tubo que la línea flexible de combustible y que el punto de conexión del generador. Instale una línea flexible de combustible entre la tubería de suministro rígida y la conexión de gas del generador. Se la debe instalar en forma recta, sin curvas ni vueltas. La salida del regulador principal y el punto de conexión del generador deben medirse correctamente, para brindarle al generador el volumen y la presión necesarios cuando funcione al 100 % de su carga indicada.

En el generador, el regulador montado en la unidad (puede ser un regulador por demanda o un regulador de presión) y sus válvulas de corte relacionadas controlan el caudal y la presión hacia la unidad para un correcto funcionamiento. La presión del combustible necesaria para que el generador funcione siempre se mide en la entrada del regulador montado en la unidad. Para conocer la ubicación de la conexión de control de la presión, consulte Subsección 6.7.1. El volumen y la presión del suministro deben cumplir con los requisitos indicados en la hoja de especificaciones de la unidad. Si no se cumplen las especificaciones, el generador no funcionará correctamente y, probablemente, muestre síntomas tales como dificultades en el arranque y el funcionamiento, imposibilidad de soportar la carga y funcionamiento errático.

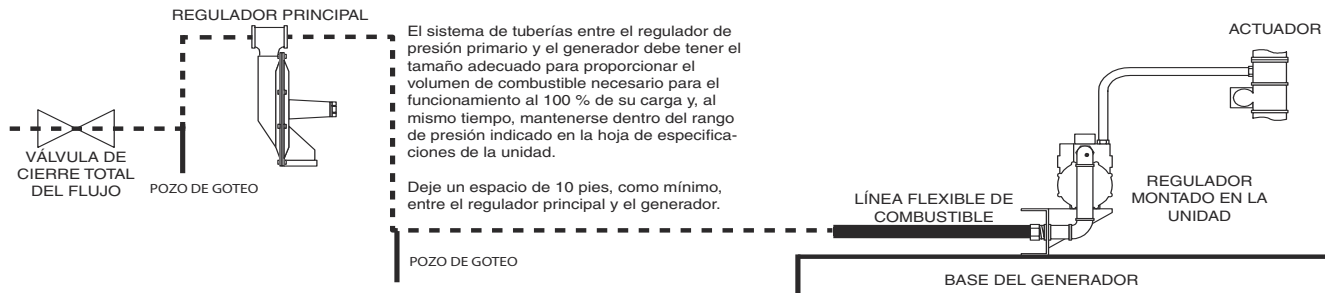


Figura 6-1. Sistema de combustible de gas natural típico

6.3.2— Sistema de extracción de vapor LP

Este tipo de sistema utiliza los vapores que se forman por encima del combustible líquido en el tanque de suministro. La capacidad máxima de llenado del tanque es de 80 %, y se necesita un mínimo de capacidad de aproximadamente 20 % del tanque para la expansión del combustible de estado líquido a vapor. Los requisitos de volumen y presión de gas para el sistema de vapor de gas LP en el punto de conexión del generador están indicados en la hoja de especificaciones de la unidad.

La regulación de la presión correspondiente a los sistemas de extracción de vapor es, por lo general, un proceso de dos pasos. El primer paso consiste en la reducción de la presión alta del tanque a una presión de línea más baja, mediante un regulador de primera etapa; luego, se reduce la presión de la línea al valor que necesita la unidad, utilizando un regulador de segunda etapa. Los reguladores y las válvulas y tuberías del sistema deben tener el tamaño correcto para brindarle al generador el volumen y la presión de combustible que se necesitan en el punto de conexión del generador.

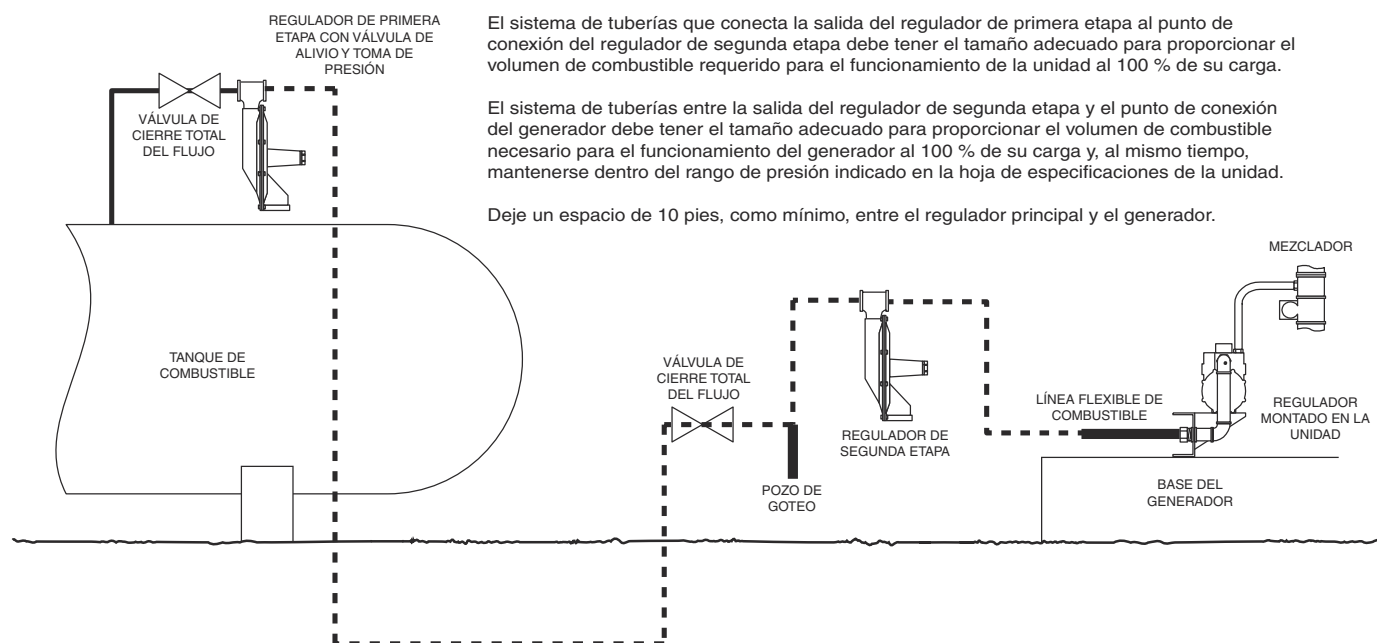


Figura 6-2. Sistema de combustible de extracción de vapor LP típico

6.3.3— Sistema de extracción de líquido LP

Este sistema distribuye LP en estado líquido hacia el punto de conexión, en el grupo electrógeno. El combustible líquido debe estar vaporizado antes de llegar al mezclador de combustible (carburador). Los sistemas de combustible de extracción de líquido necesitan un "vaporizador/regulador" calentado para convertir el combustible líquido a su estado gaseoso (vapor). Todos los sistemas de combustible de extracción de líquido proporcionados por el fabricante cuentan con un calentador de refrigerante del motor para brindar un suministro regulado de refrigerante calentado al vaporizador/regulador. El refrigerante calentado del motor mantiene la placa del vaporizador/regulador continuamente caliente. Por eso, cuando el combustible líquido ingresa en la cámara vaporizadora, cambia inmediatamente a su estado gaseoso. Vea la Figura 6-3. El refrigerante calentado también evita que el vaporizador se congele durante el funcionamiento. La presión de suministro típica del sistema de combustible correspondiente a un sistema de líquido LP se encuentra en un rango de entre 58 y 180 psi (presión de la línea de líquido), según sea la temperatura ambiente y el nivel de líquido dentro del tanque.

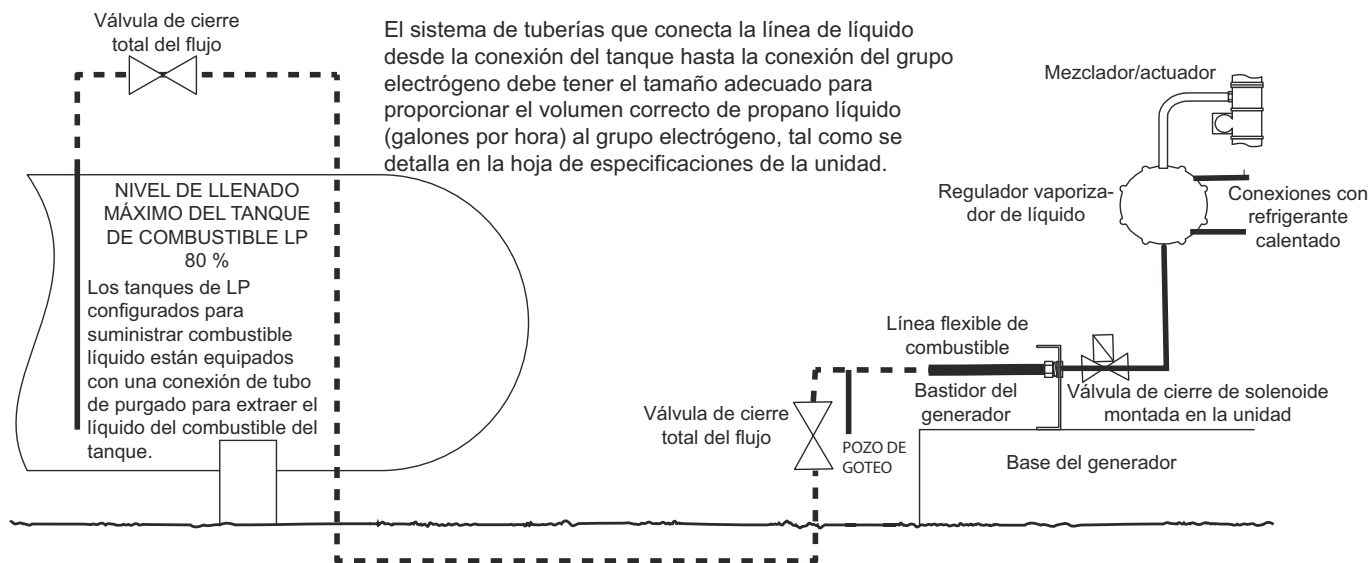


Figura 6-3. Sistema de combustible de extracción de líquido LP

6.3.4— Sistema de combustible doble de gas natural-LP

Algunas aplicaciones cuentan con un sistema de combustible doble, donde la fuente principal puede no estar disponible durante un apagón. Los sistemas de combustible doble utilizan gas natural como combustible principal y la extracción de vapor LP o de líquido LP como combustible secundario. En el caso de las unidades de combustible doble, se deben cumplir los requisitos sobre el tamaño de las tuberías, el volumen y la presión del combustible correspondientes a cada tipo de combustible. Vea la Figura 6-4.

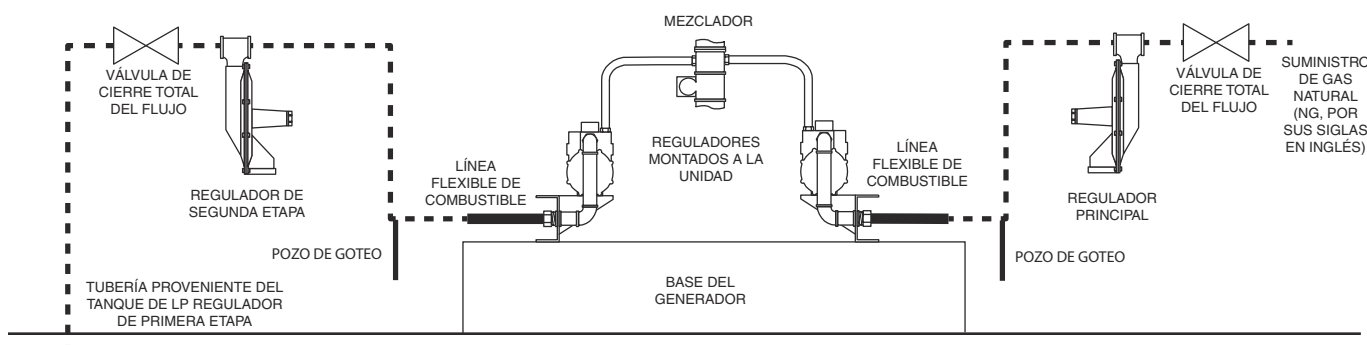


Figura 6-4. Sistema de combustible doble

6.3.5— Pozo de goteo

Instale, al menos, un pozo de goteo (colector de sedimentos) delante de la unidad para separar sedimentos, residuos y la condensación del flujo de gas. También se recomienda colocar un pozo de goteo en la parte posterior del tendido de una tubería vertical y luego de cada cambio de dirección. Los pozos de goteo protegen los equipos descendentes, por ejemplo, los reguladores de presión de primera o segunda etapa, de contaminación y bloqueos. Algunas instalaciones y/o jurisdicciones pueden requerir múltiples pozos de goteo. Consulte a la autoridad que tiene jurisdicción local (AHJ, por sus siglas en inglés) acerca de los requisitos.

6.4 — Reguladores de presión del combustible

6.4.1— Información general

Una de las causas más comunes relacionadas con el hecho de que un grupo electrógeno no funcione correctamente es la instalación y el tamaño inadecuados del sistema de suministro de combustible gaseoso entre el medidor (fuente de alimentación del servicio público) y la conexión del generador. El sistema de suministro de combustible consiste en un regulador principal que regula el flujo y el volumen desde la fuente de alimentación (suministro del servicio público) hasta el generador, y todas las tuberías, dispositivos de sujeción y válvulas de corte ascendentes (que alimentan el medidor/regulador principal) y descendentes (entre el medidor y el regulador principal) que conectan la fuente de combustible con el punto de conexión del generador. El sistema de suministro de combustible debe tener la capacidad de suministrar el volumen adecuado de combustible dentro del rango de presión adecuada hacia el punto de conexión, en el generador. El volumen de combustible y la presión de funcionamiento necesarios están indicados en las especificaciones técnicas del generador correspondiente. La presión del combustible en la unidad debe permanecer dentro del rango operativo especificado y no debe descender de la presión mínima especificada.

6.4.2— Definiciones

Para el uso de este manual, se brindan las definiciones que se detallan a continuación.

Tabla 6-1. Definiciones

Término	Descripción
Pérdida de presión permitida	La pérdida de presión, según el diseño del sistema y conforme a las probables condiciones máximas de caudal, desde el punto de suministro hasta la conexión de entrada del grupo electrógeno, debe permitir que la presión del suministro en el generador sea mayor o igual que la presión mínima requerida por el generador en su capacidad de carga completa.
Autoridad que tiene jurisdicción local (AHJ) (NFPA-54)	Se trata de una organización, oficina o persona responsable de hacer cumplir los requisitos de un código o una norma, o bien de la aprobación de equipos, materiales, instalaciones o procedimientos.
Pie cúbico (ft ³) de gas (NFPA-54)	Se trata de la cantidad de gas que ocuparía un 1 ft ³ a una temperatura de 600 °F, saturado con vapor de agua y a una presión equivalente a 30 in de columna de agua.
Punto de conexión del generador	El punto de conexión del sistema de suministro de combustible con el grupo electrógeno es el extremo del dispositivo de sujeción de la manguera flexible provisto por el fabricante que se conecta con el dispositivo de sujeción en el bastidor de base del generador. Se ha incorporado un codo y un tubo corto de empalme para permitir que la manguera flexible se coloque en paralelo con el bastidor de base de la unidad. El tamaño del punto de conexión en el bastidor de base se muestra en el plano de instalación de cada unidad. El tamaño de la manguera flexible (y también de cualquier codo y tubo de empalme) debe ser igual o superior al de este punto de conexión. La manguera flexible debe instalarse en forma recta, sin curvas, torceduras ni vueltas.
psi y psig	Es la medida de la presión en libras por pulgada cuadrada y en libras por pulgada cuadrada manométrica.
Pulgadas de columna de agua (in w.c.)	Es la medida de la presión en pulgadas de columna de agua (in w.c.). 14 in w.c. = aproximadamente 0,5 psi.
Regulador principal	Es un regulador de presión instalado entre el regulador del servicio (gas natural) o el regulador de primera etapa (vapor de gas LP), calibrado para brindar la presión y el volumen que el generador necesita en su capacidad de carga máxima.
Regulador (para vapor de gas LP)	
Regulador de primera etapa	Es un regulador de presión para el servicio de vapor de gas LP, diseñado para reducir la presión de un contenedor a 10,0 psig o menos.
Regulador de alta presión	Es un regulador de presión para el servicio de vapor o líquido de gas LP, diseñado para reducir la presión de un contenedor a una presión inferior superior a 1,0 psig.
Regulador de segunda etapa	Es un regulador de presión para el servicio de vapor de gas LP, diseñado para reducir la presión de salida del regulador de primera etapa a 14 in de columna de agua o menos. En el caso de un grupo electrógeno, también se lo denomina regulador principal.
Regulador (para combustible de gas natural)	
Regulador de presión	Es un dispositivo colocado en una línea de gas para reducir, controlar y mantener la presión en la tubería descendente.
Regulador del servicio	Es un regulador de presión instalado por quien suministra el servicio de gas para reducir y limitar la presión del servicio de gas de línea a la presión de distribución.

6.4.3— Mejores prácticas

Estas son las mejores prácticas recomendadas por el fabricante para configurar y establecer el tamaño del suministro de combustible que se distribuye por las tuberías hacia los generadores. Las mejores prácticas fueron desarrolladas específicamente por el fabricante del producto, y puede ocurrir que no representen los métodos de establecimiento del tamaño de los sistemas de combustible gaseoso convencionales, en particular, los utilizados frecuentemente en las instalaciones de artefactos de bajo volumen. El cumplimiento de estas mejores prácticas ayudará a asegurar que el motor del grupo electrógeno funcione correctamente en condiciones dinámicas.

- La distancia mínima desde la salida del regulador de presión principal hasta el punto de conexión del generador no debe ser inferior a 10 pies de tubos del tamaño adecuado. No conecte el regulador de presión directamente a la línea flexible de combustible, en el generador. La tubería que se encuentra entre el regulador de presión principal y el punto de conexión del generador actúa como un "capacitor" (acumulador) mecánico, que almacena gas y, por ende, puede minimizar o maximizar los cambios en la presión de distribución que el generador detecta durante los cambios de carga y de giro.
- La presión del combustible necesaria para la unidad se mide delante de los solenoides de corte de combustible, en la entrada del regulador montado en la unidad. Con este fin, se proporciona un puerto de tubo de 1/8 in en el cuerpo del regulador de presión o en la tubería, justo delante del regulador de presión. Vea la Subsección 6.7.1.
- Los cambios estacionales en la presión del suministro que llega al regulador de presión principal pueden afectar el correcto funcionamiento del generador. La presión del suministro de combustible que va hacia la unidad debe permanecer dentro de los parámetros operativos especificados que se indican en la hoja de especificaciones de la unidad. Comuníquese con el servicio público local para acordar qué puede hacerse a fin de corregir los cambios estacionales.
- Utilice colectores de agua.
- El grupo electrógeno debe contar con su propio suministro de combustible dedicado. No conecte ninguna otra carga en la salida del regulador de presión principal.

En el caso de los sistemas de vapor LP, debido a la naturaleza del proceso de conversión de líquido LP a vapor LP, tenga en cuenta lo siguiente:

- El índice de vaporización de un determinado tanque de LP depende del nivel de líquido en el tanque (área de superficie mojada), de la temperatura ambiente alrededor del tanque y de la humedad relativa.
- Cuando las temperaturas ambiente son inferiores a 40 °F, el consumo de combustible del motor es alto, y, al haber suficiente humedad, puede producirse condensación, lo cual da como resultado el congelamiento del tanque en el nivel del líquido. Esta situación puede llevar a un índice de vaporización reducido. Consulte la sección del tamaño del tanque de LP para obtener más información.

6.4.4— Presión del combustible durante el funcionamiento

La hoja de especificaciones de la unidad indica el rango de presión del combustible durante el funcionamiento, así como también la tasa de consumo de combustible a una carga de 100 %. El rango de presión se constituye con las presiones aceptables mínima y máxima para el correcto funcionamiento de la unidad en todas las condiciones de funcionamiento. La máxima disminución de presión del sistema de combustible en cada condición, es decir, estática, en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa es de 1-2 in de columna de agua, según lo medido en el regulador de presión principal del combustible. Para conocer las definiciones de cada condición, consulte la Subsección 6.7.2.

6.4.5— Consumo de combustible del motor

El volumen de combustible gaseoso consumido a diversas cargas está indicado en la hoja de especificaciones de la unidad. Los valores del gas natural y del vapor LP están indicados en pies cúbicos por hora (CFH). Los valores de líquido LP están indicados en galones por hora (GPH). También se brindan las unidades internacionales de medidas.

Utilice las siguientes fórmulas, si fuera necesario, para convertir CFH en BTU por hora:

- **Gas natural:** $\text{CFH} \times 1000 = \text{BTU por hora}$

- **Vapor LP:** $\text{CFH} \times 2500 = \text{BTU por hora}$

6.4.6— Tamaño del regulador de presión del combustible

Los reguladores de presión del combustible están diseñados para adaptar automáticamente el caudal, de modo de cumplir con la demanda descendente a la presión necesaria. El regulador típico, instalado como regulador principal del grupo electrógeno, tiene un diseño internamente registrado y de acción directa. Acción directa significa que el elemento que detecta la presión actúa de manera directa para abrir la válvula y controlar el caudal hacia la carga mientras mantiene la presión buscada. El elemento que detecta la presión es, por lo general, un diafragma que se opone por una combinación de presión mecánica de muelle y presión atmosférica. La válvula es el elemento de restricción y consiste en cierto tipo de restricción variable (cono, vástago, disco) que se cierra contra un asiento fijo. Registro interno significa que la presión utilizada para la detección proviene del interior de la estructura de la válvula, por lo general, a través de un pasaje desde el lado secundario (salida) hasta el diafragma de detección.

Debe medirse el regulador principal, para proporcionar el flujo necesario a la presión indicada hacia el generador en su capacidad de carga máxima. Los valores de consumo de combustible y de las presiones de funcionamiento necesarias del generador están indicadas en la hoja de especificaciones de la unidad.

El fabricante recomienda que el regulador de presión principal se mida para, al menos, el 110 % del consumo de combustible que necesita el generador al 100 % de la carga, y que el regulador presente una disminución de presión de no más de 1-2 in de columna de agua en cada condición de funcionamiento, es decir, estática, en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa.

Existen diversos fabricantes de reguladores que brindan tablas de tamaño, capacidad de flujo y tablas de disminución de presión, y existen distribuidores que ayudan a regular correctamente el tamaño de un regulador para un sistema.

6.4.7— Reguladores de presión del combustible recomendados

Use solo reguladores de presión del combustible de acción directa, por ejemplo, los fabricados por **Fisher** o **Maxitrol**.

6.4.8— Regulador de presión principal del combustible

A continuación se detallan las "mejores prácticas" recomendadas en relación con la especificación, el tamaño y la instalación del regulador de presión principal del combustible.

1. Coloque el regulador de presión principal del combustible a no menos de 10 pies de la longitud de los tubos, desde el punto de conexión del grupo electrógeno.
2. Verifique que el regulador cumpla las siguientes condiciones:

- Que esté medido para contar con un valor nominal de suministro de flujo de combustible (CFH) de, al menos, un 10 % por encima del valor nominal de 100 % del consumo de combustible por kW que requiere el generador.

NOTA: La selección recomendada para el diámetro de los orificios es utilizar el orificio más pequeño que también brindará una tasa de flujo de combustible en CFH al menos 1,1 veces superior al valor nominal en CFH a carga completa requerido para el grupo electrógeno.

- Que esté aprobado para un uso de motor mecanizado. Se prohíben los reguladores de tipo HVAC estándares o los reguladores para aplicaciones estándares.
- Que tenga un valor nominal de precisión del 1 % o menos y/o un valor nominal de pérdida de presión máxima permitida de 1-2 pulgadas de columna de agua.

NOTA: La pérdida es la reducción de la presión de salida que experimentan los reguladores que reducen la presión a medida que se incrementa la tasa de flujo. Se establece como un porcentaje, en pulgadas de columna de agua, o bien en libras por pulgada cuadrada, e indica la diferencia entre la presión de salida a tasas bajas de flujo y la presión de salida a la tasa de flujo máxima publicada. A la pérdida también se la denomina compensación o banda proporcional. Para un funcionamiento adecuado del generador, se necesita una pérdida máxima de 1-2 pulgadas de columna de agua en cada condición de funcionamiento, es decir, estática, en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa.

- Tiene una constante elástica dentro del rango de 7 a 15 pulgadas de columna de agua.
3. Asegúrese de que el generador cuente con un suministro de combustible propio que no comparta con ningún otro dispositivo (caldera, calentadores de agua, cocinas, etc.).
 4. Controle la presión de entrada medida en la conexión de entrada de la estructura del regulador cuando parezca que el regulador no puede pasar la tasa de flujo publicada. La tubería de suministro que sube hacia el regulador puede provocar importantes pérdidas de presión en el flujo.

5. Asegúrese de que el regulador esté haciendo fluir, al menos, el cinco por ciento del flujo de funcionamiento normal al adaptarse al punto de configuración de la presión.
6. Espere, aproximadamente, una disminución de un grado en la temperatura del gas por cada 15 psid (diferencial) en el regulador, debido al efecto de refrigeración natural.

NOTA: El congelamiento es un problema habitual cuando la temperatura ambiente se encuentra entre los 30 °F y los 45 °F (-1 °C y 7 °C), en particular, en el caso de los sistemas de vapor LP.

7. Coloque las aberturas de ventilación hacia abajo, para evitar la acumulación de condensación de agua y otros materiales en la cubierta para muelles.
8. Mantenga abiertas las aberturas de ventilación. No utilice líneas de ventilación extensas y de diámetro pequeño. Siga la regla: utilice el siguiente tamaño nominal de tubo por cada 10 pies de línea de ventilación y utilice tres pies de línea de ventilación por cada codo que tenga la línea.
9. El punto de conexión del generador es el extremo de la manguera flexible suministrada por el fabricante. La manguera flexible tiene el mismo tamaño que el punto de conexión del riel del bastidor del generador (vea los planos de instalación). Con fines de instalación, se permite instalar un codo (90°) y un tubo corto de empalme entre la manguera flexible y el punto de conexión del riel del bastidor, para permitir que la manguera flexible quede en paralelo con el riel del bastidor.

6.5 — Consideraciones vinculadas al tamaño de los tubos

6.5.1— Información general

Consulte a un distribuidor de gas local o a un instalador matriculado al establecer el tamaño e instalar la tubería de un sistema de suministro de combustible gaseoso. Al recurrir a un distribuidor o instalador de gas local, asegúrese de que cuente con la documentación adecuada para respaldar sus recomendaciones. Los requisitos y las mejores prácticas del sistema de combustible presentadas en este manual deben entregarse al representante responsable de establecer el tamaño del sistema de combustible. La prueba final del sistema es medir la presión del combustible, tal como se describe en la Subsección 6.7.1. Si no se cumplen los requisitos de presión, el sistema de suministro de combustible no es el adecuado.

Existen varios programas sobre el establecimiento del tamaño para tubos disponibles en Internet y a través de varios fabricantes. Si se lo utiliza, es muy aconsejable usar siempre el mínimo valor de disminución de la presión (0.5 in de columna de agua o menos). Esto garantizará que el tamaño del sistema de tuberías sea el adecuado para manipular el volumen del grupo electrógeno a carga completa y durante las oscilaciones de carga y de giro, mientras se mantiene por encima de la presión mínima de funcionamiento.

Las siguientes reglas generales se aplican a las tuberías de los sistemas de combustible gaseoso:

- Utilizar tuberías de hierro negro montadas de forma rígida y protegidas de las vibraciones.
- Instalar un tramo de manguera flexible de la longitud proporcionada o recomendada entre el punto de conexión del generador y la tubería rígida de suministro. Instalar la manguera flexible en forma recta, sin curvas, torceduras ni vueltas. No instalar la manguera flexible bajo tierra ni en contacto con el suelo.
- Instalar un pozo de goteo.
- Establecer el tamaño adecuado de la tubería para mantener el volumen y la presión del suministro requeridos en condiciones variables de carga.
- Purgar y realizar una prueba para detectar fugas en las tuberías instaladas.
- Utilizar un sellador para tubos o un compuesto para juntas aprobado en todos los dispositivos de sujeción roscados, para reducir la posibilidad de fugas.
- Establecer disposiciones en lo relativo a una válvula de corte de combustible cerca de la unidad. Verificar que la válvula de corte de combustible esté correctamente instalada y funcione de manera adecuada.

6.5.2— Longitud mínima recomendada para el tubo

Coloque el regulador de presión principal del combustible a no menos de **diez** pies de la longitud total del tubo, desde el punto de conexión del generador. El volumen de la tubería que se encuentra entre el regulador y la carga actúa como un "capacitor" (acumulador) mecánico que almacena gas y minimizará los cambios en la distribución de la presión que el generador detecte durante los cambios de arranque y carga.

6.6 — Prácticas relacionadas con el tamaño de los tubos

Se brindan dos métodos para establecer el tamaño de los tubos. Uno de ellos es para tendidos cortos de tubos sin curvas o con curvas mínimas, y guarda relación con el tamaño de la salida del regulador de presión del combustible. El segundo método es para tendidos extensos de tubos con múltiples curvas y guarda relación con la longitud real del tendido y con la cantidad y el tipo específicos de dispositivos de sujeción del tubo.

6.6.1— Tendidos cortos con pocas curvas o sin curvas

Establezca el tamaño de la tubería de suministro de combustible de modo tal que sea de una medida de tubo más grande que la salida del regulador de presión del combustible. Por ejemplo, si la salida del regulador de presión del combustible tiene un diámetro de 1-1/2 pulgadas, instale un tubo de 2 pulgadas de diámetro utilizando adaptadores adecuados. Vea la Figura 6-5.

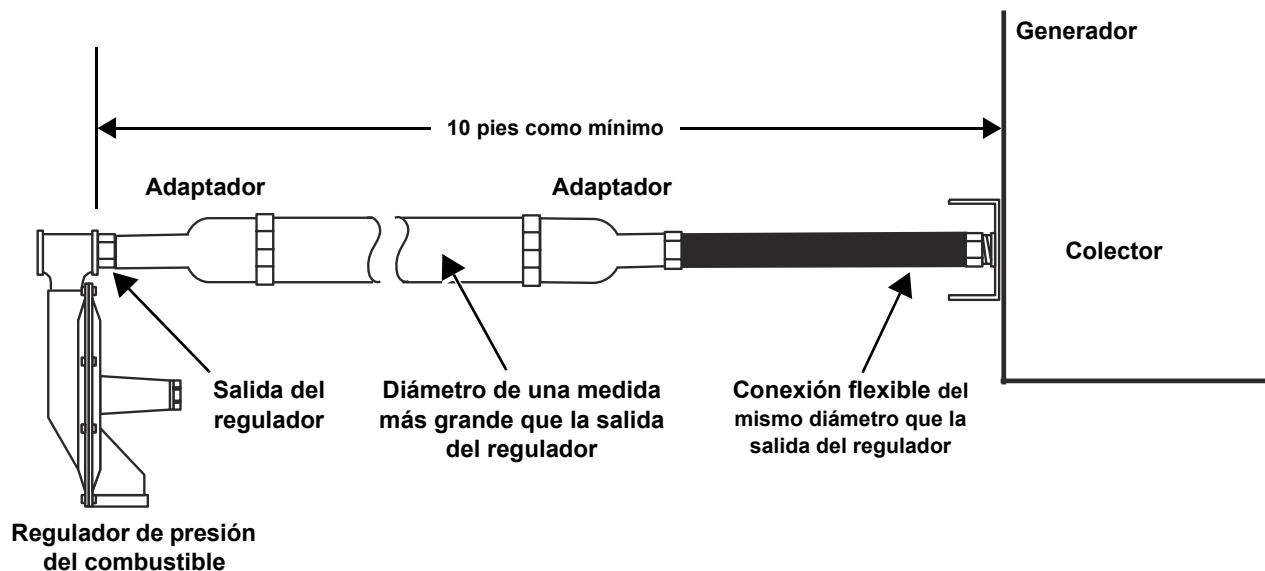


Figura 6-5. Tamaño del tubo basado en el diámetro de salida del regulador

6.6.2— Tendidos extensos con múltiples curvas

El *método de la longitud de tubos equivalente* es otra forma de calcular el tamaño de tubo necesario para la instalación del generador. Este método convierte las pérdidas de presión inherentes a los dispositivos de sujeción de los tubos en un valor de *longitud del tubo*, que luego se agrega al tendido lineal total de la longitud estimada de los tubos utilizados en el sistema de suministro de combustible.

El tendido lineal total de la longitud de los tubos se mide desde la salida del regulador principal de presión de combustible hasta el punto de conexión de entrada de combustible, en el generador. El sistema planificado se divide en tendidos rectos de tubos, y la longitud total de los tubos en línea recta se logra con la suma de cada sección de tendido de tubos en línea recta.

Los dispositivos de sujeción de tubos (codos, barras T, uniones, conexiones, etc.) generan una pérdida de presión debido al coeficiente de resistencia inherente especial para cada dispositivo de sujeción y deben considerarse en forma separada e individual. Existen diversas tablas disponibles que muestran la longitud de tubos equivalente en línea recta para cada dispositivo de sujeción.

6.6.3— Establecimiento del tamaño del tubo de gas natural y vapor LP

Para calcular el tamaño del tubo de un grupo electrógeno que funcione con combustible de vapor LP o gas natural, proceda del siguiente modo:

1. De la hoja de especificaciones de la unidad, obtenga la tasa de consumo de combustible establecida en pies cúbicos/hora (CFH) cuando el grupo electrógeno funciona al 100 % por kW. Multiplique el valor de CFH por 1,10 para establecer el tamaño del regulador, de las tuberías y de los dispositivos de sujeción en relación con el 110 % del volumen de consumo de combustible a carga completa de las unidades.

NOTA: Para las unidades de vapor LP, los valores de la tabla se indican en miles de BTU por hora. Para convertir el consumo de combustible en vapor LP de CFH a BTU/hora, multiplique el valor de CFH por 2500.

2. Verifique que el regulador de presión principal del combustible (o el regulador de segunda etapa de LPV) seleccionado brinde el volumen necesario de caudal a la presión necesaria (con una disminución de la presión no superior a 1-2 in de columna de agua en cada condición de funcionamiento, es decir, estática, en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa).
3. Tome nota de las distancias lineales o de tendido (en pies de tubo) desde la salida del regulador de presión principal del combustible hasta la conexión de la salida de combustible, en el grupo electrógeno.

NOTA: La distancia de tendido del tubo utilizada para calcular la medida adecuada nunca es inferior a los 10 pies, que es la distancia mínima aceptable entre la salida del regulador y el punto de conexión del generador.

4. Registre la cantidad y el tamaño totales de todos los dispositivos de sujeción de los tubos entre la salida del regulador de presión principal del combustible y la conexión de la entrada de combustible del generador. Debido a que la longitud de tubos equivalente de los dispositivos de sujeción está determinada por el tamaño de los dispositivos de sujeción, comience con un tamaño de tubo igual o mayor que el de los dispositivos de sujeción de la estructura del regulador seleccionado. Por ejemplo, si el regulador tiene un tamaño de dispositivos de sujeción de 1-1/2 pulgadas, comience con tubos y con dispositivos de sujeción del mismo tamaño.
5. Convierta cada dispositivo de sujeción del tubo en su valor de longitud de tubos equivalente. Para los tipos de dispositivos de sujeción más comunes, consulte la Tabla 6-4. También es importante tener en cuenta que existe una diferencia significativa en la longitud de los tubos equivalente entre los dispositivos de sujeción en forma de barras T cuando el flujo se distribuye de manera recta, y entre los dispositivos de sujeción en forma de barras T, al derivarse el flujo a través de la ramificación. La mayoría de los fabricantes de válvulas brindan valores de CV o la longitud de tubos equivalente.
6. Agregue las longitudes de tubos equivalentes para todos los dispositivos de sujeción diferentes del tubo que utilice.
7. Agregue las distancias lineales o de tendido indicadas en el paso 3 a las longitudes de tubos equivalentes calculadas para todos los dispositivos de sujeción que se calcularon en el paso 6. Esta es la longitud total calculada de los tubos correspondiente al sistema de suministro de combustible.
8. Pase a la Tabla 6-2, correspondiente al combustible de gas natural (0,60 de gravedad específica) o a la Tabla 6-3, correspondiente a los sistemas de combustible de vapor LP (1,50 de gravedad específica).
9. A partir de la primera columna de la tabla correspondiente, localice la longitud total calculada del tubo que coincida de manera más aproximada con la longitud real calculada en el paso 7. Siempre redondee hacia arriba en relación con la siguiente longitud del tubo indicada en la tabla (por ejemplo, si la longitud calculada es de 41 pies, seleccione una longitud de tubo de 45 pies, tal como figura en la tabla).
10. Recorra la tabla para encontrar los dispositivos de sujeción/tamaños de los tubos seleccionados. Si la cifra de CFH es igual o superior al valor calculado en el paso 1, el tamaño de tubo seleccionado es inadecuado. Si la cifra es inferior a los CFH calculados, se deberá recurrir al siguiente tamaño de tubo superior y repetir los cálculos, comenzando por el paso 5.
11. Verifique la gravedad específica real del gas con el proveedor, ya que todos los cálculos realizados guardan relación con una gravedad específica de 0,60. Si la gravedad específica del gas es diferente, multiplique el valor de los CFH calculados en el paso 1 por el multiplicador correspondiente indicado en la Tabla 6-5. Con los CFH revisados, regrese al paso 2 para repetir el cálculo relacionado con el establecimiento del tamaño del regulador, el tamaño del tubo y de los dispositivos de sujeción.

NOTA: Un sistema de combustible con el tamaño y la configuración adecuadas brinda el volumen y la presión de combustible necesarios para que el grupo electrógeno funcione correctamente en todas las condiciones. Verifique que la disminución máxima de la presión del sistema de combustible en cada condición, es decir, estática, en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa, no exceda las 1-2 in de columna de agua, según lo medido en el regulador de presión principal del combustible. Para conocer las definiciones de cada condición, consulte la Subsección 6.7.2.

Tabla 6-2. Tamaño del tubo de hierro para gas natural (NG)

Gravedad específica: 0,60 (consulte al proveedor local sobre la gravedad específica del suministro local)								
Presión de entrada (al comienzo del tendido del tubo) inferior a 1,5 psi. Para los usos del generador, este valor no será mayor que la presión máxima permitida para la unidad (habitualmente 14 in de columna de agua [0.5 psi]). Consulte la hoja de especificaciones de la unidad para conocer el rango adecuado.								
Pérdida de presión nominal de 0,3 in de columna de agua, tal como se midió en el extremo del tendido del tubo								
Tamaño del tubo de cédula 40 (in)								
Nominal	3/4	1	1-1/4	1-1/2	2	2-1/2	3	4
Diámetro interno real	0.824	1.049	1.38	1.61	2.067	2.469	3.068	4.026
Longitud del tubo (ft)	Capacidad de caudal en pies cúbicos por hora							
10	273	514	1060	1580	3050	4860	8580	17500
15	219	413	848	1270	2446	3899	6893	14060
20	188	353	726	1087	2094	3337	5900	12034
25	166	313	643	964	1856	2958	5229	10665
30	151	284	583	873	1681	2680	4738	9663
35	139	261	536	803	1547	2466	4359	8890
40	129	243	499	747	1439	2294	4055	8271
45	121	228	468	701	1350	2152	3805	7760
50	114	215	442	662	1280	2030	3590	7330
60	104	195	400	600	1160	1840	3260	6640
70	95	179	368	552	1060	1690	3000	6110
80	89	167	343	514	989	1580	2790	5680
90	83	157	322	482	928	1480	2610	5330
100	79	148	304	455	877	1400	2470	5040
Esta tabla muestra la capacidad de caudal de gas natural con una gravedad específica de 0,60 en pies cúbicos por hora, a través de un tubo estándar de cédula 40 a una pérdida de presión de 0,3 in de columna de agua, desde un extremo del tendido del tubo hasta el otro. En el caso de gases con una gravedad específica diferente de 0,60, aplique el multiplicador correspondiente indicado en la Tabla 6-5.								

Tabla 6-3. Tamaño del tubo de hierro para vapor de LPG no diluido

Gravedad específica: 1,50 (consulte al proveedor local sobre la gravedad específica del suministro local)								
Presión de entrada inferior a 11 in de columna de agua. Para los usos del generador, este valor no será mayor que la presión máxima permitida para la unidad (habitualmente, 14 in de columna de agua). Consulte la hoja de especificaciones de la unidad para conocer el rango adecuado.								
Pérdida de presión nominal de 0,5 in de columna de agua, tal como se midió en el extremo del tendido del tubo								
Uso destinado para la tubería entre el regulador de segunda etapa y el punto de conexión del generador								
Tamaño del tubo de cédula 40 (in)								
Nominal	3/4	1	1-1/4	1-1/2	2	2-1/2	3	4
Diámetro interno real	0.824	1.049	1.38	1.61	2.067	2.469	3.068	4.026
Longitud del tubo (ft)	Capacidad de caudal en miles de BTU por hora							
10	608	1150	2350	3520	67900	10800	19100	39000
20	418	787	1620	2420	4660	7430	13100	26800
30	336	632	1300	1940	3750	5970	10600	21500
40	287	541	1110	1660	3210	5110	9030	18400
50	255	480	985	1480	2840	4550	8000	16300
Esta tabla muestra la capacidad de caudal, en miles de BTU por hora de vapor de combustible LP no diluido, con una gravedad específica de 1,50, a través de un tubo estándar de cédula 40 con una presión de entrada de 11 in de columna de agua, a una pérdida de presión nominal de un extremo al otro de 0,5 in de columna de agua. Para longitudes y diámetros de tubo o tasas de caudal no indicados, consulte al instalador/proveedor de gas local. Los valores de la tabla se indican en miles de BTU/hora. Multiplique los valores indicados por 1000 para obtener el valor real. Para convertir pies cúbicos por hora (CFH) en BTU por hora, multiplique por un factor de 2500. Para convertir BTU por hora en pies cúbicos por hora (CFH), divida por un factor de 2500.								

Tabla 6-4. Dispositivos de sujeción roscados estándares

Tamaño del tubo (in)	Diámetro interno (in)	90° Codo	45° Codo	90° Barra T, flujo a través del tendido	90° Barra T, flujo a través de la ramificación
3/4	0.824	2.1	0.97	1.4	4.1
1	1.049	2.6	1.23	1.8	5.3
1-1/4	1.380	3.5	1.6	2.3	6.9
1-1/2	1.610	4.0	1.9	2.7	8.0
2	2.067	5.2	2.4	3.5	10.4
2-1/2	2.469	6.2	2.9	4.1	12.4
3	3.068	7.7	3.6	5.1	15.3
4	4.026	10.1	5.4	6.7	20.1
6	6.065	15.2	8.1	10.1	30.3
Esta tabla muestra la longitud equivalente típica en pies de tubos para los dispositivos de sujeción roscados estándares utilizados con un tubo de cédula 40. En el caso de dispositivos de sujeción que no sean los que se muestran, consulte al instalador/proveedor de gas local.					

Tabla 6-5. Multiplicadores de gravedad específica

Gravedad específica (1)	Multiplicador	Gravedad específica (1)	Multiplicador
0.35	1.31	1.00	0.78
0.40	1.23	1.10	0.74
0.45	1.16	1.20	0.71
0.50	1.10	1.30	0.68
0.55	1.04	1.40	0.66
0,60 gas natural (típica)	1.00	1,50 vapor LP (típica)	0.63
0.65	0.96	1.60	0.61
0.70	0.93	1.70	0.59
0.75	0.90	1.80	0.58
0.80	0.87	1.90	0.56
0.85	0.84	2.0..	0.55
0.90	0.82	2.10	0.54

Esta tabla muestra los multiplicadores correspondientes a los gases con una gravedad específica diferente de la utilizada en la Tabla 6-2 y en la Tabla 6-3. Para usar la tabla, obtenga la gravedad específica (SG, por sus siglas en inglés) del gas utilizado que proporciona el proveedor de gas. Encuentre el valor de la SG en la tabla y use el multiplicador que aparece en la siguiente columna. Aplique el multiplicador a la tasa de caudal correspondiente a la longitud y al tamaño del tubo hallados en la Tabla 6-2 (tasa de caudal de gas natural en CFH) o en la Tabla 6-3 (tasas de caudal de vapor LP en miles de BTU/h).

6.6.4— Establecimiento del tamaño del tubo para líquido LP

Establecer el tamaño del tubo para la extracción de líquido LP es un poco más sencillo que para la extracción de vapor. El líquido se proporcionará desde la fuente (tanque) a una presión que habitualmente se encuentra entre 50 y 180 psi. El tamaño del punto de conexión en el bastidor de base del generador se muestra en el plano de instalación de la unidad.

Para calcular el tamaño del tubo necesario para un grupo electrógeno específico que funcione con combustible líquido LP, utilice el siguiente proceso:

1. Obtenga el índice de consumo de combustible en galones por hora (GPH) del grupo electrógeno, en un funcionamiento al 100 % del valor nominal de consumo de combustible por kW, de la hoja de especificaciones de la unidad.
2. Mida la distancia del tendido total de los tubos desde el tanque fuente hasta el punto de conexión del grupo electrógeno. La conexión entre el tubo rígido de suministro y el generador debe hacerse a través de una manguera flexible adecuada.
3. Utilizando la Tabla 6-4, confeccione una lista de todos los dispositivos de sujeción y su longitud de tubos equivalente. Agregue la longitud total de tubos equivalente correspondiente a todos los dispositivos de sujeción del sistema. Se recomienda comenzar con el tamaño del tubo de la conexión del grupo electrógeno.
4. Agregue el tendido total de los tubos y la longitud total equivalente de los dispositivos de sujeción, juntos. Esto representa la longitud total calculada de los tubos de la línea de suministro.
5. Utilizando la Tabla 6-6, ubique el caudal de gas requerido para la unidad (volumen al 100 % de la carga) en la columna del lado izquierdo. La columna 1 muestra tasas de caudal en CFH, y la columna 2, tasas de caudal en GPH. Recorra la fila de la tabla hasta encontrar un valor de longitud de tubos superior a la distancia de los tubos calculada y encontrada en el paso 4.
6. Si el valor encontrado en la tabla es superior a la longitud calculada de los tubos, observe hacia arriba en la columna para encontrar el tubo de tamaño adecuado. Si el tamaño del tubo recomendado difiere del utilizado para estimar la longitud equivalente de los dispositivos de sujeción utilizados, recalcule la longitud total de los tubos, utilizando el nuevo tamaño recomendado.

Tabla 6-6. Establecimiento del tamaño de los tubos de líquido LP

Caudal del gas líquido (CFH)	Caudal del gas líquido (GPH)	Longitud máxima de los tubos en pies (tubo de cédula 40 estándar)			
		1/4 in	3/8 in	1/2 in	3/4 in
360	10	729	825	745	735
540	15	324			
720	20	182			
1440	40	46	205	331	470
2160	60	20	92	187	
2880	80	11	51	119	
3600	100	7	33		

6.6.5— Establecimiento del tamaño de tanques de LP para extracción de vapor

El fabricante recomienda que el instalador consulte con un proveedor de LP acreditado al establecer el tamaño de los tanques de almacenamiento de LP y de los reguladores de presión y los sistemas de tuberías relacionados. Muchos factores entran en juego al trabajar con LP, ya sea en su estado líquido o gaseoso.

El funcionamiento de un sistema de vapor LP depende de la vaporización del líquido almacenado en los tanques. A medida que se extrae el vapor que se encuentra por encima del líquido, la presión del tanque disminuye. Esta modificación en la presión causa que el líquido "hierva", para restablecer el equilibrio de la presión. El líquido del tanque utiliza la diferencia de temperatura entre su punto de ebullición (-44 °F para el gas propano y 15 °F para el gas butano) y la temperatura exterior, para extraer suficiente calor y así permitir la vaporización (hervor). Únicamente el líquido en contacto con la pared del tanque absorbe calor del exterior. El área del tanque donde el líquido está en contacto con la pared del tanque se denomina "área de superficie mojada". El clima frío da como resultado una reducida capacidad de vaporización del tanque, porque hay menos energía calórica disponible para evaporar el líquido y convertirlo en vapor. El área de superficie mojada del tanque debe ser lo suficientemente grande a fin de mantener la tasa de vaporización necesaria para el generador. Según la humedad relativa y la temperatura ambiente, puede ocurrir que se forme escarcha en la parte externa del tanque cuando está en funcionamiento. Esta situación inhibe aún más la transferencia de calor necesaria para preservar la vaporización.

Varios factores afectan el grado de vaporización para los tanques de LP:

- El tamaño del tanque (área de superficie mojada). A medida que el área de superficie mojada disminuye, también disminuye el grado de vaporización.
- El nivel más bajo de líquido que el tanque tendrá permitido alcanzar (se relaciona directamente con el área de superficie mojada). El nivel de llenado máximo habitual para tanques de LP es de 80 %, y el nivel operativo más bajo recomendado es de 20 %. Esto representa un volumen equivalente al 60 % de la capacidad del tanque que se utilizará para calcular el tiempo de ejecución. La mayoría de las tablas de establecimiento de tamaños de tanques brindan un grado de vaporización del tanque al nivel más bajo permitido (20 %). Ningún nivel de tanque por encima de este punto tendrá un grado de vaporización superior.
- La temperatura normal más baja esperada. Las tablas de tanques típicas indican tasas de vaporización a 40 °F, 20 °F y 0 °F. Para las temperaturas inferiores a 0 °F, consulte a un distribuidor de LP acreditado que le informe sobre otras opciones.
- La humedad relativa media.

Para establecer el tamaño de un tanque de LP en relación con un tiempo de ejecución determinado, se requiere la siguiente información:

- El consumo máximo de vapor del generador (en BTU/h) al 100 % de carga. La hoja de especificaciones del generador indica la tasa de consumo de combustible, por lo general, en pies cúbicos por hora. Para convertir CFH a BTU/h, multiplique por 2500.
- El consumo de combustible se indica en galones por hora con el generador al 100 % de su carga. Para convertir CFH (vapor de propano) a GPH, divida por 36,38. Para convertir BTU/h a GPH, divida por 91502.
- El tiempo de ejecución buscado.
- La temperatura mínima de funcionamiento esperada.

Lo más importante que debe tenerse en cuenta al medir tanques de LP para la extracción de vapor es el grado de vaporización del tanque a la temperatura mínima esperada y el nivel mínimo de combustible que el tanque tendrá permitido alcanzar. Los grados de vaporización indicados en la Tabla 6-7 se basan en el tanque al 20 % de su capacidad de llenado.

1. Multiplique la tasa de consumo de combustible del generador al 100 % de su carga en galones por hora por el tiempo de funcionamiento más prolongado que se desee.
2. Determine el consumo de combustible en BTU/h con el generador al 100 % de su carga.
3. Determine la temperatura de funcionamiento más baja esperada.
4. Vea la Tabla 6-7. Utilizando las columnas de temperatura mínima de funcionamiento y capacidad de vaporización del tanque, busque el grado de vaporización BTU/h del generador al 100 % de su carga que corresponda a la temperatura de funcionamiento más baja esperada.
5. Vuelva a mirar la columna 2 y anote la capacidad disponible del tanque. Si es mayor que el consumo de combustible correspondiente al tiempo de funcionamiento total, regrese a la columna 1; esa es la medida correcta del tanque. Si es menor que el consumo de combustible correspondiente al tiempo de funcionamiento total, consulte la siguiente medida del tanque más grande. Vuelva a verificar la temperatura de funcionamiento más baja y la capacidad de vaporización del tanque.

Tabla 6-7. Tasas de vaporización

Total de capacidad del tanque (gal.) Vea la Nota 1	Capacidad disponible del tanque (gal.) Vea la Nota 2	Temperatura mínima de funcionamiento (°F)	Capacidad de vaporización del tanque (BTU/h). Vea la Nota 3	Longitud (in)	Diámetro (in)
250	150	40 20 0	507,600 338,400 169,200	94	30
325	195	40 20 0	642,600 428,400 214,200	119	30
500	300	40 20 0	792,540 528,360 264,180	119	37
850	510	40 20 0	1,217,700 811,800 405,900	165	41
1000	600	40 20 0	1,416,960 944,640 472,620	192	41

Nota 1: La medida mínima del tanque de LP es de 250 galones, salvo que los cálculos de la unidad indiquen el uso de un tanque más grande. Los tanques verticales, que se miden en libras, generalmente no cumplen las medidas mínimas del tanque (250 galones x 4,20 libras = aproximadamente un tanque vertical de 1050 libras como mínimo).

Nota 2: La capacidad disponible del tanque es, aproximadamente, el 60 % de la capacidad de llenado total. Esto se basa en un nivel máximo de llenado del 80 % y en un nivel de funcionamiento mínimo del 20 % (80 %-20 % = 60 %).

Nota 3: La capacidad de vaporización mostrada se basa en un nivel de tanque del 20 %. Esto representa el área de superficie mojada más pequeña permitida del líquido en el tanque. A medida que el nivel de líquido aumenta, el área de superficie mojada y el grado de vaporización se incrementan.

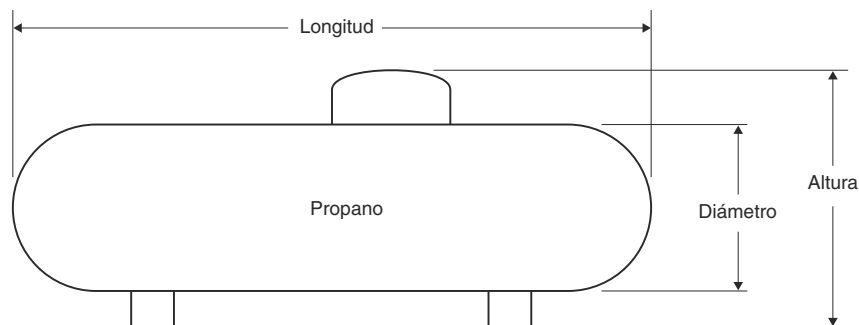


Figura 6-6. Dimensiones típicas de los tanques de propano

NOTA: La medida mínima del tanque de LP es de 250 galones, salvo que los cálculos de la unidad indiquen el uso de un tanque más grande. Los tanques verticales, que se miden en libras, generalmente no cumplen las medidas mínimas del tanque (250 galones x 4,20 libras = aproximadamente un tanque vertical de 1050 libras como mínimo).

Cifras relacionadas con la conversión del propano:

- $36,38 \text{ ft}^3 = 90,500 \text{ Btu} = 1 \text{ gal}$
- $1 \text{ lb} = 21,500 \text{ Btu} = 8,56 \text{ ft}^3$
- $2500 \text{ Btu} = 1 \text{ ft}^3$

6.7 — Prueba final de funcionamiento

Un sistema de combustible con el tamaño y la configuración adecuadas brinda el volumen de combustible y la

Utilizando un manómetro para medir la presión o un manómetro de columna de agua, mida la presión del gas hacia el generador en un puerto de control ubicado por delante de las válvulas de corte de combustible del solenoide. presión de combustible necesarios para que el grupo electrógeno funcione correctamente en todos los modos de funcionamiento. Para confirmar el correcto funcionamiento del sistema de combustible, debe realizarse una serie de pruebas, que se describe a continuación.

6.7.1— Ubicación del puerto de control de presión del gas

Vea la Figura 6-7. En el caso de las unidades que utilizan reguladores de demanda, puede haber un puerto de tubo de 1/8 in en un dispositivo de sujeción en T conectado al interruptor de baja presión. Si la unidad cuenta con un interruptor de baja presión sin el dispositivo en T, instale este dispositivo entre el interruptor de baja presión y el puerto de control que se encuentra en la estructura del regulador, utilizando para ello un pegamento para tuberías adecuado. Vea la Figura 6-8. Utilice únicamente el puerto superior de la estructura del regulador, ya que detecta la presión de gas del suministro aun cuando la válvula de solenoide de la unidad está cerrada. Esto permite medir la presión estática y la presión en giro, en funcionamiento sin carga y en funcionamiento con carga completa.

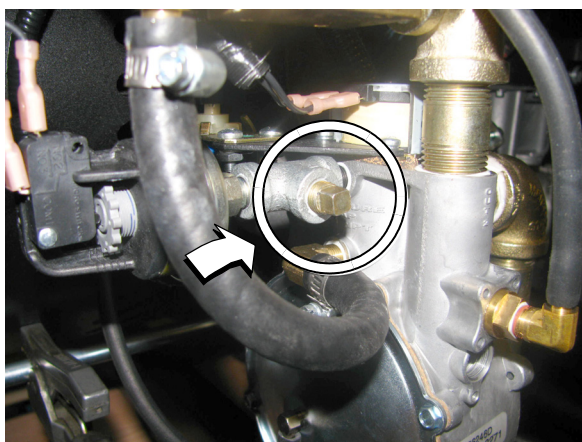


Figura 6-7. Dispositivo de sujeción en forma de barra T con tapón entregado por la fábrica para el puerto de control de la presión del combustible.

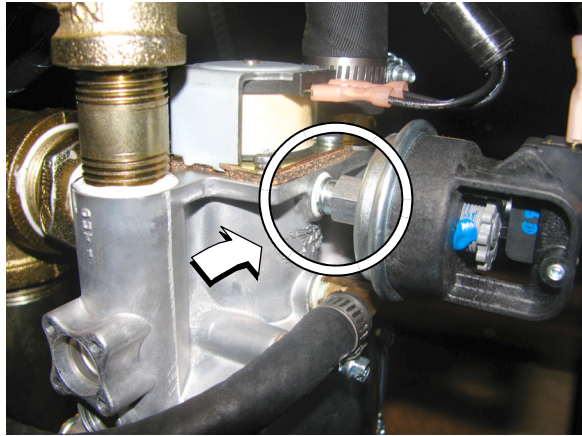


Figura 6-8. Instale, en ese lugar, el dispositivo de sujeción en forma de barra T con tapón correctamente medido.

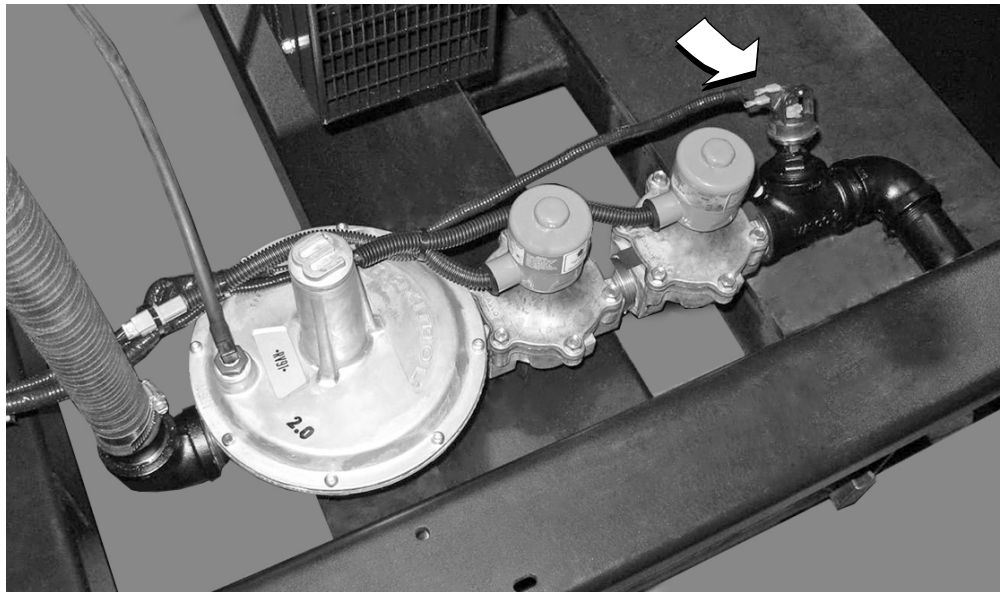


Figura 6-9. Punto de control de presión del combustible en 150 kW y unidades más grandes.

En las unidades grandes que utilizan solenoides de corte de combustible doble, el interruptor de presión baja se encuentra en la tubería, tal como se indica en la Figura 6-9. Retire el interruptor e instale el dispositivo de sujeción en forma de barra T con tapón del tamaño correcto entre este y la línea de combustible.

6.7.2— Procedimiento de prueba final

La siguiente prueba debe realizarse durante la puesta en marcha, para documentar y validar el funcionamiento del sistema de combustible. Se necesita un banco de carga conectado a la unidad, o una combinación de un banco de carga y una carga de sistema, para llevar a la unidad a su máxima capacidad de carga en kW.

Mida la presión del suministro de combustible en cada una de las siguientes condiciones:

1. **Presión estática.** La presión cuando la unidad no está en funcionamiento. No debe exceder la presión máxima indicada en la hoja de especificaciones de la unidad.
2. **Presión durante el giro.** La presión cuando la unidad está girando. No debe descender más de 1 in de columna de agua por debajo de la *presión estática* ni por debajo de la presión mínima indicada en la hoja de especificaciones de la unidad. Si esto ocurre, puede indicar que la tubería de suministro de combustible no tenga el tamaño correcto, o bien que el regulador principal no tenga el tamaño correcto o que se lo haya colocado demasiado cerca del punto de conexión del generador. La unidad puede presentar dificultades en el arranque, o bien no funcionará como se espera en situación de carga completa o durante las oscilaciones de carga.

3. **En funcionamiento: sin presión de carga.** La presión cuando la unidad se encuentra en funcionamiento a la frecuencia y en el voltaje indicados sin carga. Debería estar en la presión máxima indicada en la hoja de especificaciones de la unidad, o bien apenas por debajo.
4. **En funcionamiento: con presión de carga completa.** Es la presión de la unidad cuando funciona con la aplicación de la carga nominal completa (**kW**). La presión no debería descender más de 1-2 in de columna de agua de lo indicado en *En funcionamiento: sin presión de carga* y **NUNCA** debe descender por debajo de la presión mínima indicada en la hoja de especificaciones de la unidad.

Sección 7 *Sistemas de combustible diésel*

7.1 — Información general

Los combustibles diésel son menos volátiles que los gaseosos o que la gasolina, por lo que, a veces, se los considera más seguros. Debido a este razonamiento, es probable que ocurran prácticas de instalación negligentes, que pueden desencadenar serios problemas en el desempeño y la confiabilidad del grupo electrógeno.

Inspeccione y pruebe el sistema con frecuencia para asegurarse de que todos los componentes funcionen como corresponde.



Tenga en cuenta que los sistemas de combustible en los motores diésel modernos están altamente presurizados y alcanzan presiones de combustible de hasta 5000 psi. La fuga de combustible a estas presiones puede penetrar fácil e instantáneamente la ropa y la piel, provocando la inyección de combustible en los tejidos corporales, lo que puede causar una amputación e, incluso, la muerte.

7.2 — Tanque base de combustible diésel

Por lo general, las unidades provistas vienen montadas en su propio tanque de combustible/base. Vea la Figura 7-1. Estas vienen conectadas de fábrica. El tanque base es el tanque de combustible principal e incluye los siguientes elementos:

- Línea de llenado: algunos están equipados con un contenedor de desbordamiento.
- Conducto de ventilación: en ciertos casos se necesita prolongar el conducto de ventilación hacia el exterior del gabinete o hacia el aire exterior, junto con un contenedor de derrames adecuado.
- Línea de suministro de combustible hacia la bomba del motor con válvula de retención en línea.
- Línea de retorno de combustible desde el motor, a veces suministrada con una válvula de retención.
- Indicador del nivel de combustible (eléctrico, mecánico o ambos).
- Estructura de doble pared con recipiente para fisuras e interruptor de indicador de nivel.
- Ventilación de emergencia en el tanque principal y en el recipiente para fisuras.

7.3 — Recomendaciones para el combustible diésel

Utilice combustible diésel **N.º 1D** cuando las temperaturas estén por debajo del grado de congelación. Utilice combustible diésel **N.º 2D** cuando las temperaturas estén por arriba del grado de congelación. El combustible diésel también debe cumplir con los requisitos mencionados a continuación.

1. A partir del 1.º de octubre de 2007, el combustible diésel que utilicen el propietario o los operadores deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- A. Contenido máximo de azufre de 500 partes por millón (ppm).
- B. Índice cetánico mínimo de 40 o contenido aromático máximo del 35 % en volumen.

2. A partir del 1.º de octubre de 2010, el combustible diésel que utilicen el propietario o los operadores deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- A. Contenido máximo de azufre de 15 partes por millón (ppm).
- B. Índice cetánico máximo de 40 o contenido aromático máximo del 35 % en volumen.

Dejar al menos 5 % de la capacidad del tanque sin llenar para la expansión del combustible. **¡NO LLENAR EN EXCESO!**

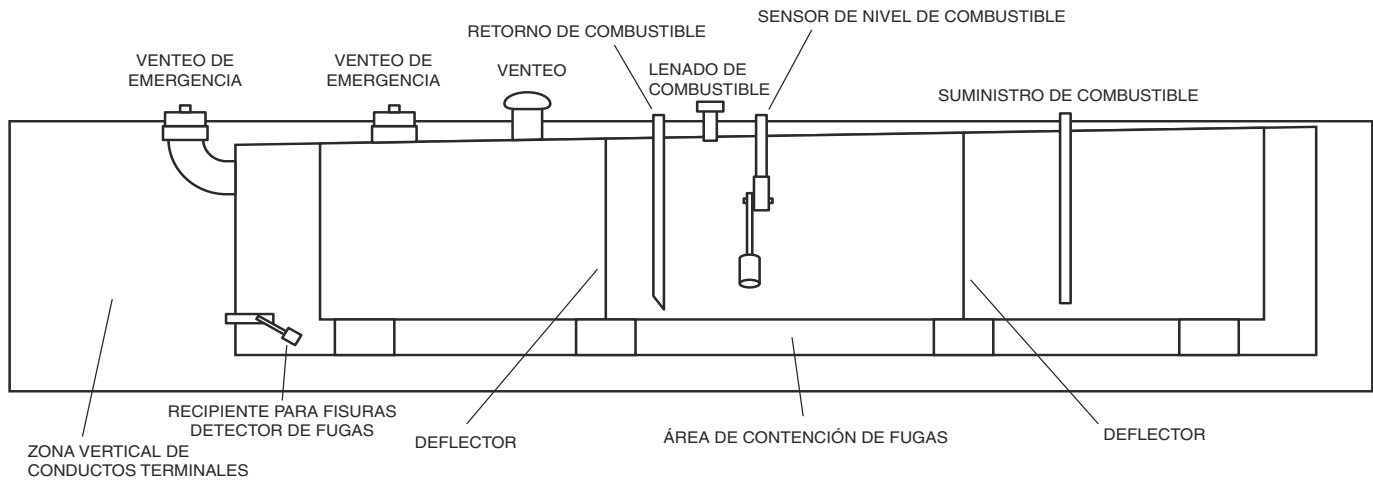


Figura 7-1. Tanque base de combustible diésel típico

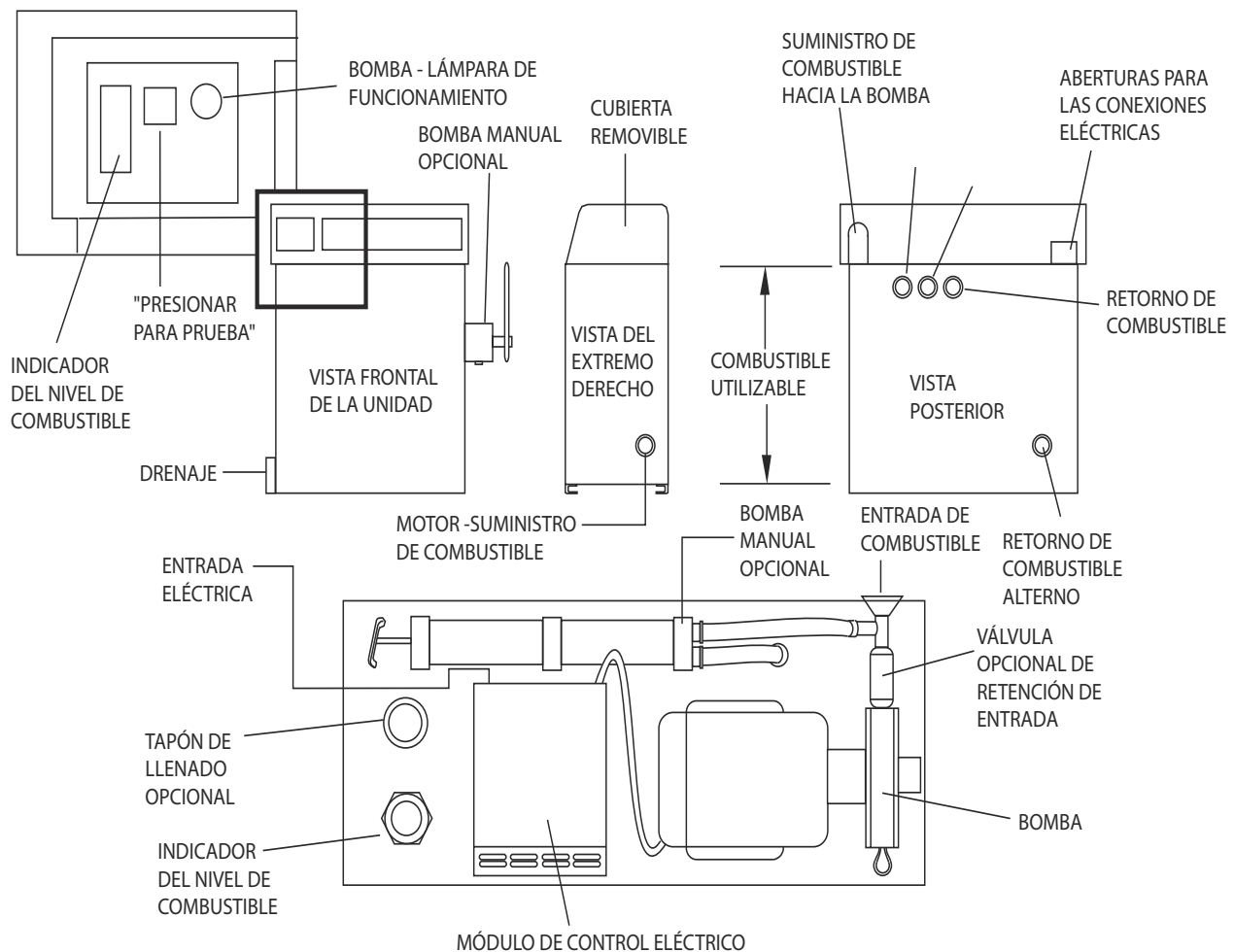


Figura 7-2. Tanque diario típico

7.4 — Tanques diarios

Un tanque diario es un tanque de combustible diésel ubicado en el interior de una estructura que suministra combustible al grupo electrógeno. Por lo general, incluye bombas de transferencia de combustible y controladores para reponer su suministro de combustible desde un tanque de suministro aún más grande. Estos tanques diarios incorporan las mismas características que un tanque base típico, como llenado de combustible, ventilación del combustible, conexiones de suministro y de retorno, ventilación de seguridad, doble pared para el contenedor de combustible, indicador del nivel de combustible, drenaje de agua, etcétera. Vea la Figura 7-2.

- Monte los tanques diarios de manera tal que su nivel de combustible sea menor que el de los inyectores de combustible del motor. La elevación vertical entre el tanque diario y el motor no debe superar los 101 cm (40 pulgadas). Evite longitudes excesivas de tubería entre el tanque diario y los puntos de conexión del motor. Una longitud excesiva provocaría demasiada resistencia, lo que causaría un funcionamiento inadecuado o una falla prematura de la bomba de combustible montada en el motor y, además, problemas con el encendido del motor, la marcha y el suministro de carga.
- El tamaño de los puntos de conexión en el riel de base de la unidad se detalla en la sección NOTAS del plano de instalación de la unidad. Para evitar fugas o daños causados por la vibración, el movimiento o el asentamiento, instale un tramo flexible de una línea de combustible APROBADA entre el punto de conexión del riel de base y las tuberías de suministro rígidas.
- Existen diversas pautas aplicables a la apertura de los equipos generadores instalados dentro de edificios u otras estructuras. La más importante es la seguridad contra incendios. A continuación, se detallan algunas pautas generales aplicables a los requisitos de suministro de combustible diésel en espacios cerrados o en unidades que no usan un tanque base.
- Utilice tuberías de acero o de hierro negro para las líneas que van desde la fuente de combustible hasta las conexiones de base. No utilice tubo galvanizado para usos que requieran combustible diésel.
- Evite utilizar dispositivos de sujeción de aluminio o de hierro fundido, porque son materiales porosos que pueden provocar fugas.
- Instale un tramo flexible de línea de combustible entre las tuberías rígidas de suministro de combustible y la conexión de combustible del generador.
- La mejor ubicación para los tanques de suministro de combustible diésel es al mismo nivel que la bomba de combustible del motor, pero en un nivel inferior al de los inyectores de combustible. Si el nivel de suministro de combustible es superior al de los inyectores de combustible, puede ocurrir una fuga a través de las boquillas hacia los cilindros, lo que causaría un bloqueo hidráulico u otros daños en el motor.
- La elevación vertical entre la bomba de combustible del motor y el nivel de combustible en el tanque no debe ser superior a 101 cm (40 pulgadas). Si es superior, o si la longitud de las tuberías de suministro es excesiva, quizá se necesite un tanque diario o una bomba auxiliar.
- Ubique los filtros y drenajes de combustible en áreas de fácil acceso para promover el mantenimiento frecuente y regular. La limpieza del combustible es fundamental para los motores diésel, los cuales tienen inyectores y bombas de combustible de precisión que pueden dañarse o bloquearse fácilmente.

7.5 — Otras opciones y consideraciones

Actualmente, la mayoría de los motores diésel contienen filtros de combustible primarios y secundarios que están diseñados para proteger los componentes del sistema de combustible diésel de la contaminación. Además de los filtros/separadores de combustible incorporados, también se puede disponer de sistemas de filtros secundarios que proporcionan funcionalidad añadida: separadores de combustible/agua, calentadores/refrigerantes de combustible y mayor capacidad de filtrado fino.

Siempre cebe el motor antes de encenderlo. Una vez encendido, hágalo funcionar sin carga el tiempo suficiente para asegurar que se haya evacuado el aire de las líneas de combustible y que los filtros de combustible estén llenos. Vea el Apéndice sobre encendido y puesta en servicio (N.º de pieza 0166430MMM) para más detalles.

Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

Sección 8 Sistema eléctrico

8.1 — Información general

Todo el cableado debe estar correctamente colocado, sujetado y conectado. Asimismo, el cableado debe estar correctamente medido para resistir la corriente de carga máxima a la cual se lo someterá.

El generador utiliza paneles para la Interfaz de Conexión del Cliente (CCI, por sus siglas en inglés) que separan las conexiones de cableado de alto y bajo voltaje. Estos dos paneles están claramente etiquetados. Los diagramas de cableado para cada unidad específica muestran los puntos de conexión en sus secciones correspondientes. Los tableros de bornes están claramente etiquetados y corresponden a las mismas conexiones terminales indicadas en los diagramas de cableado. Siempre utilice los diagramas de cableado específicos de las unidades al realizar conexiones de cableado.

8.2 — Seguridad en la instalación/conexión de cableado

Es muy aconsejable que el instalador revise las normas de seguridad que se encuentran al comienzo de este manual a fin de tener en cuenta peligros, precauciones y riesgos relacionados con la instalación de cualquier producto industrial.

Al instalar el grupo electrógeno y conectar cualquiera de los cables, es importante mantener el generador y el sistema sin energía y deshabilitados. Deshabilite el generador colocando el interruptor AUTO/OFF/MANUAL en la posición OFF, desconecte la energía del cargador de la batería y desconecte el polo negativo del terminal negativo de la batería. Asegúrese de que el circuito de alimentación auxiliar 120/240, 120/208 que llega a la unidad se encuentre sin energía.

Es una práctica de seguridad eléctrica habitual el hecho de verificar que los cables se encuentren sin energía (utilizando equipos de seguridad y un medidor adecuados) previamente a la manipulación.

8.3 — Requisitos generales relacionados con el cableado

A continuación, se detallan algunos requisitos generales relacionados con el cableado que deben tenerse en cuenta durante la instalación.

- Cableado de carga: Medir y seleccionar correctamente el cableado.
- Cables accesorios de alimentación: Medir y seleccionar el cableado utilizando las tablas adecuadas en NEC y según los requisitos de conexión del diagrama de cableado del panel de control individual.
- Cableado de control: Habitualmente, cableado de bajo voltaje CC (12-24 VCC) que incluye el inicio con dos cables y el cableado de señal (posición ATS, cableado de respaldo para MPS), cableado para clientes con salida de reserva hacia los tableros auxiliares de relevadores, alimentación para anunciadores remotos y alimentación de respaldo para el controlador del sistema (MPS), etc. Utilizar cables multifilamento correctamente medidos para la longitud del tendido. No excederse de AWG 14 al conectar a los terminales de conexión del cliente.
- Cableado de comunicación: Para comunicaciones RS-485 con anunciadores remotos (RAP), HUIO, HTS y selectores de transferencia MTS, y entre generadores MPS y el controlador del sistema. Utilizar cables blindados medidos para la longitud del tendido. Vea las recomendaciones de cableado en el anunciador aplicable y en los manuales del propietario del controlador.
- Ajustar adecuadamente todos los terminales, utilizando las especificaciones del par de apriete en el diagrama de cableado de la unidad o en las etiquetas que se encuentran dentro del panel de control.

8.4 — Conexiones de alto voltaje del cliente

El panel de conexión de alto voltaje del cliente contiene los terminales para conectar todo el cableado de alto voltaje superior a 30 VMV/60 VCC, entre la unidad y la carga del cliente y los paneles de servicio. Contiene puntos de conexión correspondientes a los siguientes elementos:

- MLCB - E1, E2, E3 y neutro para el cableado de carga del cliente.
- Terminales TB4 -120/240 VAC para alimentación adicional. Esta alimentación debería provenir de una fuente de suministro de un servicio público del cliente (con un disyuntor adecuado) que, a su vez, recibe alimentación de emergencia durante un apagón. Esta alimentación se utiliza para el cargador de la batería de la unidad, así como también para cualquiera de los diversos elementos opcionales que se muestran en el bloque de opciones comunes del diagrama de cableado. Leer las notas relativas a la medida máxima de cableado y al par de apriete correspondiente al cableado de campo para la regleta de bornes de la conexión del cliente (TB4).

- Centro de carga opcional VCA de 120/240 o 120/208. Brinda alimentación protegida mediante circuitos para diversas opciones, incluidos los calentadores de los refrigerantes, los calentadores de aceite, los cargadores de baterías, los calentadores de alternadores, la iluminación en los gabinetes, etc.
- GFCI opcional y receptáculos VCA de 240. Brinda un lugar para conectar un calentador de refrigerante, calentadores de batería y calentadores de aceite opcionales.
- Relé de arranque opcional y sus conexiones de terminales relacionadas (TB5).

Tabla 8-1. Cableado de campo

Bastidor del disyuntor	Rango del disyuntor (A)	Tipo de cable	Índice de temperatura del cable	Rango de cables AWG de las orejas del disyuntor/ (cantidad de conductores)	Par de apriete para el cable
Bastidor de la serie G - JG	20 - 250	Cu	75 °C/167 °F	4-350 kcmil (1)	180 in-lb
Bastidor de la serie G - LG	160 - 600	Cu/Al	75 °C/167 °F	2-500 kcmil (2)	375 in-lb
Bastidor de la serie C - F	15 - 100	Cu/Al	75 °C/167 °F	14-1/0 (1)	(N.° 14-10) 35 in-lb
					(N.° 8) 40 in-lb
					(N.° 6-4) 45 in-lb
					(N.° 3-1/0) 50 in-lb
	60 - 200	Cu/Al		4-4/0 (1)	120 in-lb
	100 - 225	Cu/Al		6-300 kcmil (1)	120 in-lb
Bastidor de la serie C - J	250	Cu	75 °C/167 °F	4-350 kcmil (1)	275 in-lb
Bastidor de la serie C - K	225	Cu/Al	75 °C/167 °F	3-350 kcmil (1)	275 in-lb
	300	Cu/Al		250-500 kcmil (1)	375 in-lb
	350 - 400	Cu/Al		3/0-250 kcmil (2)	275 in-lb
Bastidor de la serie C - L	450 - 500	Cu/Al	75 °C/167 °F	3/0-350 kcmil (2)	275 in-lb
	600	Cu/Al		400-550 kcmil (2)	275 in-lb
Bastidor de la serie C - M	700 - 800	Cu/Al	75 °C/167 °F	3/0-400 kcmil (3)	375 in-lb
Bastidor de la serie C - N	900 - 1000	Cu/Al	75 °C/167 °F	4/0-500 kcmil (4)	375 in-lb
	1200	Cu/Al		500-750 kcmil (3)	450 in-lb
Bastidor de la serie C - R	1400 - 1600	Cu/Al	75 °C/167 °F	500-1000 kcmil (4)	550 in-lb

LOS COMPONENTES SE ENCUENTRAN EN EL MÓDULO DE CONEXIÓN DE ALTO VOLTAJE DEL CLIENTE

PARA LAS CONEXIONES
DE LA UNIDAD 1Ø

NOTA: TODOS LOS CABLES EN
ESTA SECCIÓN TIENEN UN
VALOR NOMINAL DE 600 V

CONEXIONES PARA
LA UNIDAD 3Ø

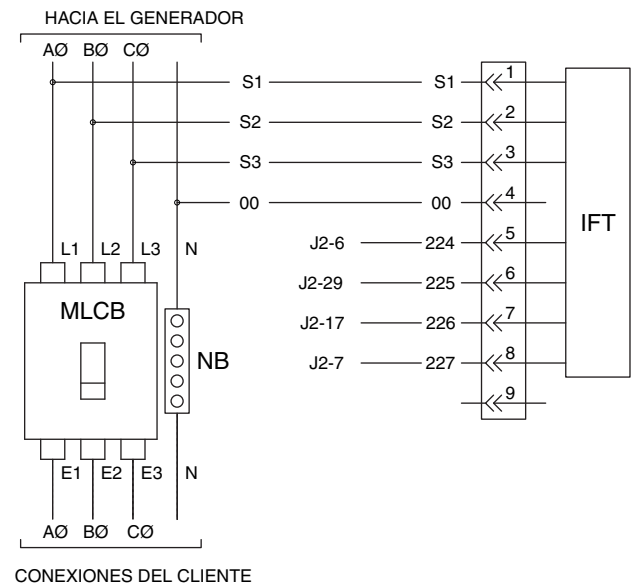
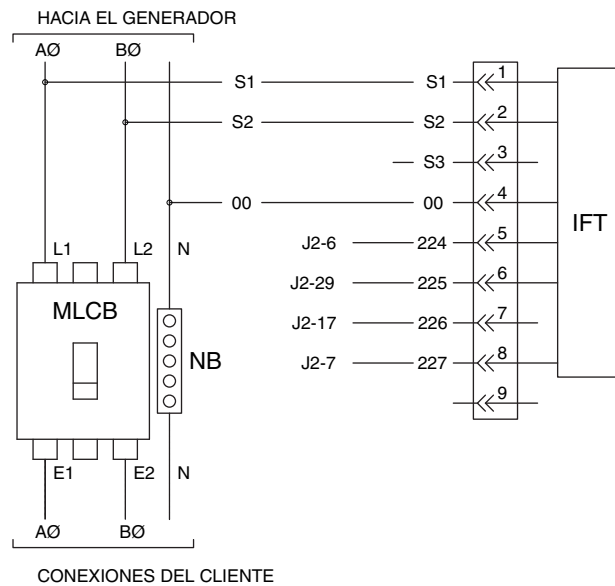


Figura 8-1. Diagrama industrial típico que muestra las conexiones principales de carga al MLCB

COMPONENTS LOCATED IN HIGH VOLTAGE CUSTOMER CONNECTION MODULE

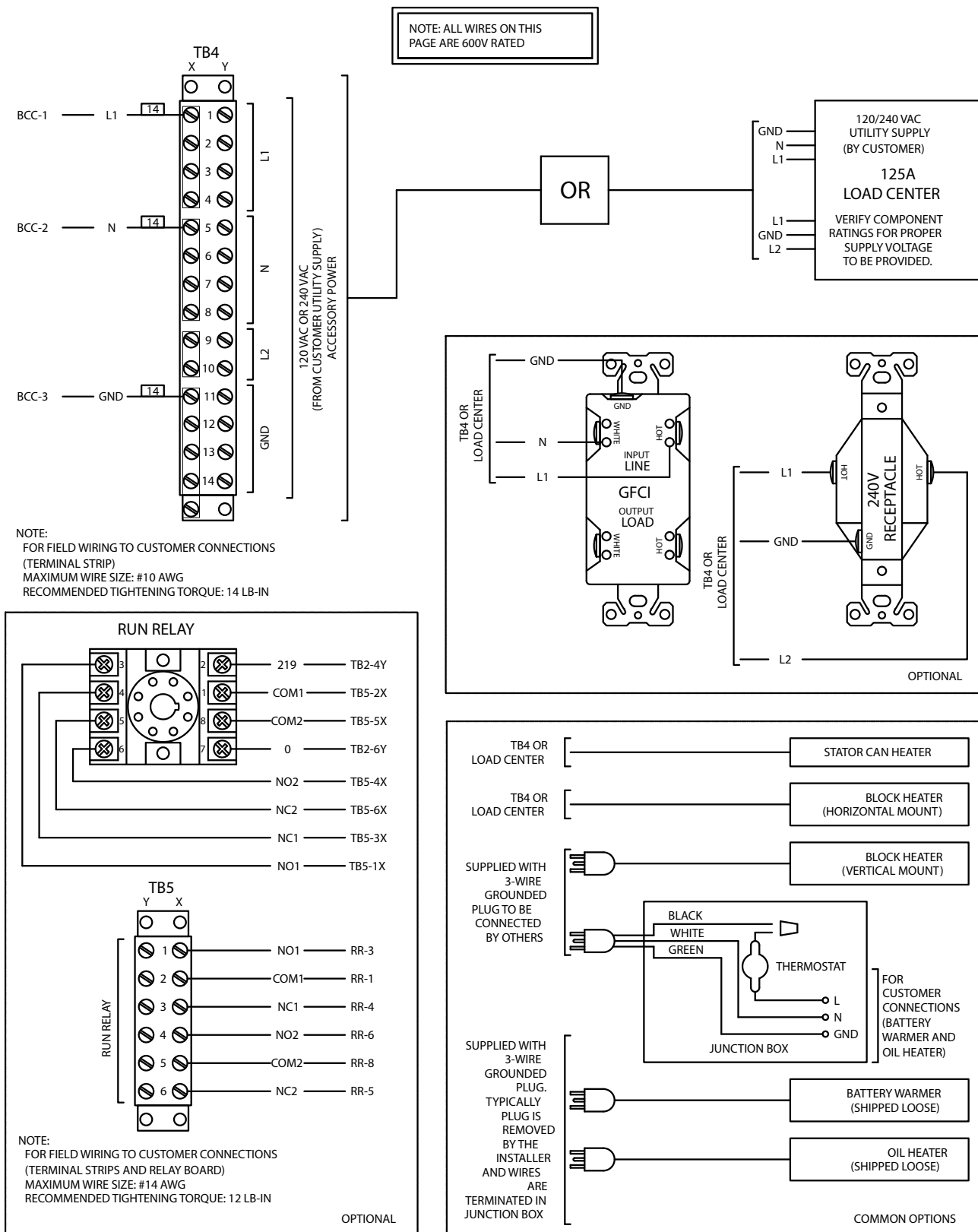


Figura 8-2. Conexión típica de los clientes en el módulo de conexión de alto voltaje

El cableado de carga del cliente consiste en las conexiones monofásicas o trifásicas entre el selector de transferencia y el disyuntor de la línea principal (MLCB) del generador. El cableado se conecta a los terminales en los terminales E1, E2, E3 y neutro del MLCB. Para obtener información general relativa al tipo de cable, al valor nominal de temperatura, al rango de tamaño y a las especificaciones de par de apriete de los terminales de los cables, vea la Tabla 8-1.

8.5 — Conexiones de cableado de campo con las barras de conexión

Las unidades suministradas con disyuntors de bastidor de la serie C - R con valores nominales de 1400, 1600, 2000 y 2500 A cuentan con barras de conexión suministradas en el módulo de conexión para la conexión de los conductores de campo. Para obtener una conexión eléctrica adecuada en las barras de conexión, tenga en cuenta la siguiente información.

- **Terminales del conductor:** Las barras de conexión admiten terminales de compresión de aluminio adecuados para cables de filamentos de aluminio o cobre.
- **Fabricante sugerido:** Penn Union Corporation.
- **Número de pieza del fabricante:** BLUA060D2.
- **Tipo:** Con clasificación dual (Al/Cu), dos clavijas de conexión de 1/2" separadas por un espacio de 1-3/4".
- **Tamaño del cable:** 600 kcmil.
- **Artículos de ferretería/par de apriete:**

Ajuste los terminales a las barras de conexión, utilizando sujetadores M12 o de 1/2 in, tal como se indica a continuación:

Artículos de ferretería	Par de apriete
Tornillo de casquete de cabeza hexagonal M12 X 65 mm grado 8,8, con arandelas planas M12, arandela de seguridad y tuerca	Seco 75 ft-lb, lubricado 58 ft-lb
Tornillo de casquete de cabeza hexagonal 1/2" -20 X 2,5" grado SAE 5, con arandelas planas de 1/2", arandela de seguridad y tuerca	Seco 85 ft-lb, lubricado 65 ft-lb

8.6 — Conexiones de bajo voltaje del cliente

El panel de conexión de bajo voltaje del cliente se encuentra en el lugar en que está conectado todo el cableado de comunicación y cableado de control de bajo voltaje. Este cableado incluye lo indicado a continuación, según el tipo de sistema. Los sistemas independiente y MPS comparten requisitos de cableado similares; los sistemas MPS cuentan con requisitos adicionales, según las opciones utilizadas.

Las conexiones de bajo voltaje del cliente habitualmente utilizan métodos de cableado de clase 1 (NEC, artículo 725). Siempre se deben seguir las normas y los métodos adecuados correspondientes a los circuitos que se están cableando.

Observe los valores máximos de par de apriete y del tamaño de cables correspondientes a las conexiones de la regleta de bornes que se muestran en el diagrama de cableado de la unidad.

- **Arranque bifilar:** Habitualmente etiquetado como ARRANQUE REMOTO o ARRANQUE BIFILAR. El lado de control consiste en cables 183 (señal 5 VCC) y cable 0 (tierra de control). Este circuito de control busca el cierre de contacto del arranque remoto en el selector de transferencia.
- **Alimentación de la línea, alimentación del generador:** 3 cables de los contactos auxiliares del selector de transferencia automático que indican la posición del selector. Los cables en el lado de control están etiquetados del siguiente modo: DI-3 (alimentación de la línea), DI-4 (alimentación del generador) y 0 (tierra de control). DI-3 y DI-4 llevan una señal de 5 VCC que busca el cierre de contacto hacia la tierra de control (cable 0) en el selector de transferencia.
- **Comunicaciones RS-485:** Habitualmente etiquetadas como COMM PORT RS485 +, - y SHLD. En el lado de control, se las etiqueta como 390, 391 y SHLD. El cable de comunicación debe ser multifilar, trenzado y blindado. Habitualmente, el revestimiento está conectado a tierra solo en un extremo de cada recorrido. Este cable de comunicación se conecta a los paneles del anunciador remoto (RAP, por sus siglas en inglés) y a los paneles de relés del anunciador remoto (RRP, por sus siglas en inglés), a los HTS y a los selectores de transferencia MTS.
- **Alimentación CC para paneles del anunciador remoto:** habitualmente etiquetados como FUSED DC (CC CON FUSIBLE). En el lado del control, la etiqueta indica 220A (24 VCC con fusible) o 15A (12 VCC con fusible). Debe utilizarse GND (TIERRA) en la misma regleta de bornes para completar el circuito.
- **Salidas de reserva, relés configurables por los clientes:** Habitualmente etiquetados como SPARE OUTPUTS (SALIDAS DE RESERVA), estos relés de salida pueden configurarse a fin de brindar una modificación de contacto para hasta cuatro indicadores de estado. Los contactos del relé de salida están categorizados para 5 A a 30 VCA/30 VCC. Los relés se programan mediante el uso del software Genlink-DCP, que funciona con el panel de control.

COMPONENTS LOCATED ON LOW VOLTAGE CUSTOMER CONNECTION PANEL

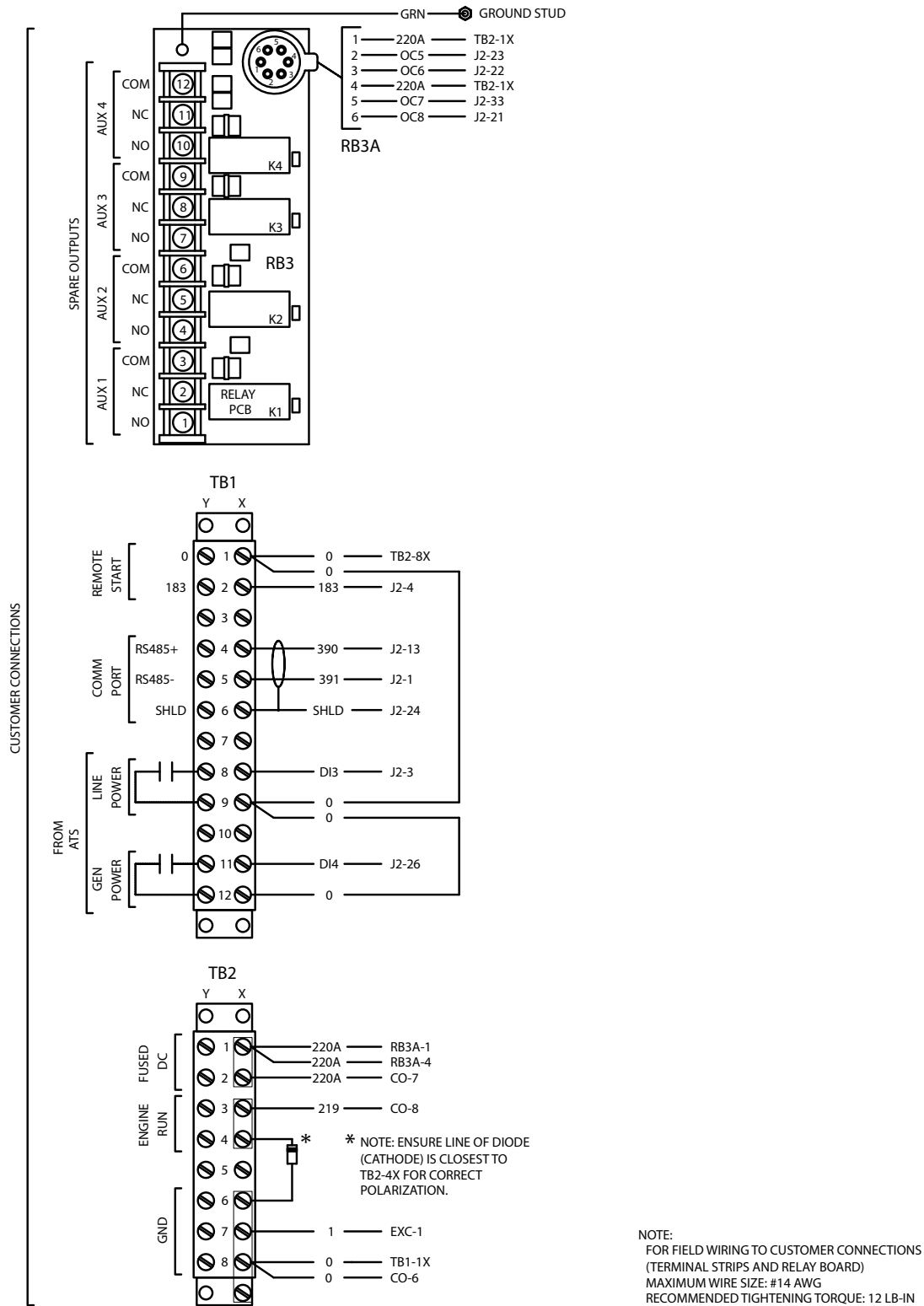
**Figura 8-3. Diagrama industrial típico del panel de conexión de bajo voltaje**

Tabla 8-2. Tamaño/longitud del cableado de control de bajo voltaje

Longitud máxima del cable	Tamaño recomendado de cable
Hasta 460 pies (140 m)	AWG N.º 18
de 461 a 730 pies (de 141 a 223 m)	AWG N.º 16
de 731 a 1160 pies (de 223 a 354 m)	AWG N.º 14
de 1161 a 1850 pies (de 354 a 565 m)	AWG N.º 12

8.7 — Ubicación del selector de transferencia

La ubicación del selector de transferencia es importante. Tenga en cuenta lo siguiente:

1. Coloque el selector de transferencia tan cerca de la carga de emergencia como sea posible, para evitar interrupciones en el sistema de alimentación de emergencia debido a desastres naturales o a fallas en los equipos.
2. Coloque el selector de transferencia en un lugar limpio, seco y bien ventilado, alejado del calor excesivo. Cuando la temperatura ambiente es superior a 104 °F (40 °C), la capacidad normal de los fusibles y de los disyuntores debe reducirse. Disponga de un espacio de trabajo adecuado alrededor del selector de transferencia.
3. Instale un disyuntor (o fusibles) en la línea que se encuentra entre el generador y el selector de transferencia. Los equipos generadores están disponibles con un disyuntor del tamaño apropiado, incorporado en el control del generador. El disyuntor puede montarse por separado. En caso de disyuntores muy grandes, es más sencillo cablear un disyuntor separado montado en el piso que un disyuntor colocado en un muro.
4. Instale cables de control y de alimentación en un conducto sólido separado con secciones flexibles en el grupo electrógeno. Las secciones flexibles evitan las vibraciones provenientes del conducto dañado. Todos los conductos de alimentación del grupo electrógeno deben contener la totalidad de las tres fases.
5. Nunca instale cables de control en el mismo conducto que el de los conductores de alimentación.
6. Los conductos, los cables, el tamaño de los dispositivos protectores del circuito, el aislamiento, etc. deben cumplir con los códigos y las regulaciones nacionales y locales aplicables.
7. Asegúrese de sellar los conductos que penetran los muros de la sala donde se encuentra el grupo electrógeno, de modo de reducir la cantidad de ruido que se transmite hacia las áreas circundantes del edificio y de modo de mantener la calificación del código de incendios del sitio.

8.8 — Batería

8.8.1— Información general

¡PELIGRO!



Los generadores estacionarios de emergencia instalados con selectores de transferencia automáticos girarán y arrancarán de forma automática cuando el voltaje de la fuente de alimentación NORMAL (SERVICIO PÚBLICO) se retire o esté por debajo de un nivel aceptable preconfigurado. Para evitar arranques automáticos y posibles lesiones en el personal, no conecte los cables de la batería hasta que el voltaje de la fuente de alimentación NORMAL del selector de transferencia sea el correcto y el sistema esté listo para ponerse en funcionamiento.



Las baterías de almacenamiento despiden gas hidrógeno EXPLOSIVO. Este gas puede formar una mezcla explosiva alrededor de la batería durante varias horas después de efectuada la carga. La más pequeña chispa puede encender el gas y causar una explosión. Una explosión puede destrozar la batería y provocar ceguera u otras lesiones en el personal. Toda área que aloje una batería de almacenamiento debe estar correctamente ventilada. No permita que se fume, que se enciendan llamas, chispas ni que se utilicen equipos o herramientas que produzcan chispas cerca de la batería.



El líquido electrolítico de la batería es una solución de ácido sulfúrico extremadamente cáustica que puede producir graves quemaduras. No permita que el líquido entre en contacto con los ojos, la piel, las prendas de vestir, las superficies con pintura, etc. Use gafas de protección, ropa de protección y guantes al manipular la batería. Si el líquido se derrama, enjuague de inmediato el área afectada con agua limpia.

¡ADVERTENCIA!



NO DESECHE la batería en el fuego. La batería puede explotar.



NO abra ni destroce la batería. El electrolito que se libera puede ser tóxico y dañino para la piel y los ojos.



La batería representa un riesgo de corriente de cortocircuito elevada. Al trabajar en la batería, quítese siempre los relojes, anillos u otros objetos de metal. Únicamente utilice herramientas que cuenten con mangos con aislamiento.

Un operador autorizado debería inspeccionar mensualmente el sistema de batería del motor. En ese momento, debería controlarse el nivel de líquido de la batería y debería agregarse agua destilada, si fuera necesario. Los cables y las conexiones de la batería también deberían inspeccionarse para controlar que estén limpios y que no haya corrosión.

Cada seis meses, un técnico del servicio autorizado debería inspeccionar el sistema de la batería. En ese momento, la condición y el estado de carga de la batería deberían controlarse, utilizando para ello un hidrómetro de baterías. La batería debería recargarse o reemplazarse, según sea necesario.

¡ADVERTENCIA!



El mantenimiento de la batería debe estar a cargo de personas especializadas en baterías o estar supervisado por personal especializado en la materia, y se deben tomar las precauciones necesarias. Mantenga al personal no autorizado alejado de las baterías. Tenga en cuenta las siguientes precauciones al trabajar con baterías:

- Retire el fusible 10A F2 del panel de control del generador.
- Quítese relojes, anillos u otros objetos de metal.
- Utilice herramientas que cuenten con mangos con aislamiento.

- Use guantes y botas de goma.
- No apoye herramientas o elementos de metal en la parte superior de la batería.
- Desconecte la fuente de carga antes de conectar o desconectar terminales de la batería. Retire el fusible de carga de la batería (fusible de tipo ATC, 5 A en el cargador 2,5 y 15 A en el cargador 10A).
- Use protección ocular completa y ropa de protección.
- En caso de que el electrolito entre en contacto con la piel, lávese de inmediato con agua el área afectada.
- En caso de que el electrolito entre en contacto con los ojos, enjuáguese de inmediato con abundante agua y solicite asistencia médica.
- El electrolito derramado debe eliminarse con agua y un agente neutralizador del ácido. Una práctica común es usar una solución de 1 lb (500 g) de bicarbonato de sodio en 1 galón (4 l) de agua. La solución de bicarbonato de sodio se debe añadir hasta que haya cesado la evidencia de reacción (espumación). El líquido resultante se debe retirar con agua.



Las baterías de plomo-ácido presentan un riesgo de incendio porque generan gas hidrógeno.

- NO FUME cerca de la batería.
- NO genere llamas o chispas en el área de la batería.
- Descargue la electricidad estática del cuerpo antes de tocar la batería, tocando primero una superficie metálica conectada a tierra.



Asegúrese de que el interruptor AUTO/OFF/MANUAL esté colocado en la posición OFF antes de conectar los cables de la batería. Si el interruptor se coloca en posición AUTO o MANUAL, el generador puede girar y arrancar apenas se conecten los cables de la batería.



Asegúrese de que el suministro de alimentación eléctrica del servicio público que llega al cargador de la batería esté en posición OFF, que los fusibles de 10 A y 15 A estén retirados del panel de control del generador y que el fusible de tipo ATC esté retirado del cargador de la batería, ya que pueden producirse chispas en los bornes de la batería cuando los cables se conectan, lo cual puede causar una explosión.

Se utiliza un sistema de conexión a tierra negativo. Las conexiones de la batería se muestran en los diagramas de cableado. Asegúrese de que la batería esté conectada correctamente y de que los terminales estén firmes. Observe la polaridad de la batería al conectar la batería al grupo electrógeno.

8.8.2— Ubicación de la batería

Coloque las baterías lo más cerca posible del grupo electrógeno, para minimizar la resistencia del circuito de arranque. Una resistencia alta del circuito de arranque reduce la capacidad de giro durante el arranque. Las hojas de información del grupo electrógeno enumeran la resistencia máxima admisible del sistema de giro. Coloque las baterías en un estante nivelado, alejadas del polvo y los líquidos. Deje un espacio para realizar el mantenimiento (controle el nivel de agua y el nivel de carga). Las temperaturas bajas del ambiente en el área donde está ubicada la batería reducen sustancialmente el rendimiento de la batería.

8.8.3— Tamaño de la batería

La capacidad de arranque del motor depende de la capacidad de la batería, de la temperatura del ambiente y de las temperaturas del aceite y del refrigerante. La hoja de datos del motor/grupo electrógeno indica la capacidad mínima recomendada de la batería a diversas temperaturas ambiente. Las capacidades recomendadas de la batería están indicadas en amperios de arranque en frío (CCA) a 0 °F (-18 °C). Las capacidades de la batería disminuyen a medida que disminuye la temperatura ambiente. Por eso, es importante especificar las baterías con el valor nominal CCA adecuado a una temperatura que no sea superior a la temperatura ambiente mínima para la aplicación.

8.8.4— Cargador de la batería

Una opción disponible es un alternador montado en el motor para cargar las baterías durante el funcionamiento. Los grupos electrógenos estacionarios necesitan un cargador de batería sólido que se conecte al suministro de alimentación eléctrica del servicio público, para que la batería se cargue de manera continua mientras el grupo electrógeno no está en funcionamiento. El cargador de la batería debería estar conectado al circuito de emergencia. Las baterías del grupo electrógeno de la alimentación principal se cargan con el alternador montado en el motor, si se encuentra equipado.

Las formas de ondas armónicas provenientes de los cargadores de batería sólidos y de los alternadores accionados por correa pueden provocar que el regulador electrónico del motor funcione de manera errática. Para que esto no ocurra, la salida del cargador de la batería o el alternador accionado por correas deben estar conectados directamente a la batería o a los terminales de la batería, en el arranque. Realice conexiones de control con el control del grupo electrógeno utilizando un conducto con una sección flexible en el grupo electrógeno para evitar daños debido a las vibraciones del grupo electrógeno.

NOTA: Se recomienda el uso de calentadores de los refrigerantes controlados termostáticamente luego de que se hayan enfriado los grupos electrógenos de reserva. Se recomienda el uso de calentadores de inmersión para depósitos de aceite en el caso de grupos electrógenos de reserva alojados en exteriores, donde las temperaturas ambiente pueden descender a menos de 0° F (-18° C). También se encuentran disponibles los calentadores de refrigerantes y los calentadores de inmersión para depósitos de aceite.

8.8.5— Cables de la batería

El tamaño (calibre) de los cables que conectan el arranque con las baterías debe ser lo suficientemente grande para garantizar que la resistencia del circuito de giro sea menor que la resistencia máxima admisible del circuito de giro. La resistencia total del circuito de giro incluye la resistencia de los cables desde el motor de arranque hasta la batería y la resistencia de todos los relés, solenoides, interruptores y conexiones. Con el fin de calcular la resistencia del circuito de giro para seleccionar el tamaño del cable, la resistencia de cada conexión puede tomarse como 0.00001 ohmios y la resistencia de cada relé, solenoide e interruptor, como 0,0002 ohmios.

8.8.6— Instalación y reemplazo de la batería

NOTA: En el caso de tener que reemplazar baterías de motores diésel y de gas, verifique la hoja de especificaciones de la unidad en relación con el tamaño de la batería.

Llene la batería con el fluido de electrolito apropiado, de ser necesario, y tenga la batería completamente cargada antes de instalarla.

Antes de instalar y conectar la batería:

Instrucciones preliminares

1. Coloque el interruptor AUTO/OFF/MANUAL del panel de control del generador en posición OFF.
2. Apague el suministro de alimentación eléctrica del servicio público que alimenta el circuito del cargador de la batería.
3. Retire el fusible F2 10A del panel de control del generador y el fusible de tipo ATC del cargador de la batería.

Los cables de la batería están conectados a los puntos de conexión del generador de fábrica. Conecte los cables a los bornes de la batería como se indica en la Figura 8-4.

Sistema 12 VCC

1. Conecte el cable rojo de la batería desde el contactor de arranque hasta el borne positivo de la batería (POS o +).
2. Conecte el cable negro de la batería desde la tierra del bastidor hasta el borne negativo de la batería (NEG o -).

Sistema 24 VCC

1. Conecte el cable rojo de la batería desde el contactor de arranque hasta el borne positivo de la batería A (POS o +).
2. Conecte el cable negro de la batería desde la tierra del bastidor hasta el borne negativo de la batería B (NEG o -).
3. Conecte un cable de puente negro o rojo desde el borne negativo (NEG o -) de la batería A con el borne positivo (POS o +) de la batería B.

Instrucciones finales

1. Reinstale los fusibles en su posición correcta dentro del panel de control.
2. Encienda el suministro de alimentación eléctrica del servicio público al circuito del cargador de la batería.
3. Si la unidad estuvo en funcionamiento previamente, coloque el interruptor AUTO/OFF/MANUAL en posición AUTO.

⚠ WARNING!

Se producirán daños si las conexiones de la batería se realizan en forma invertida.

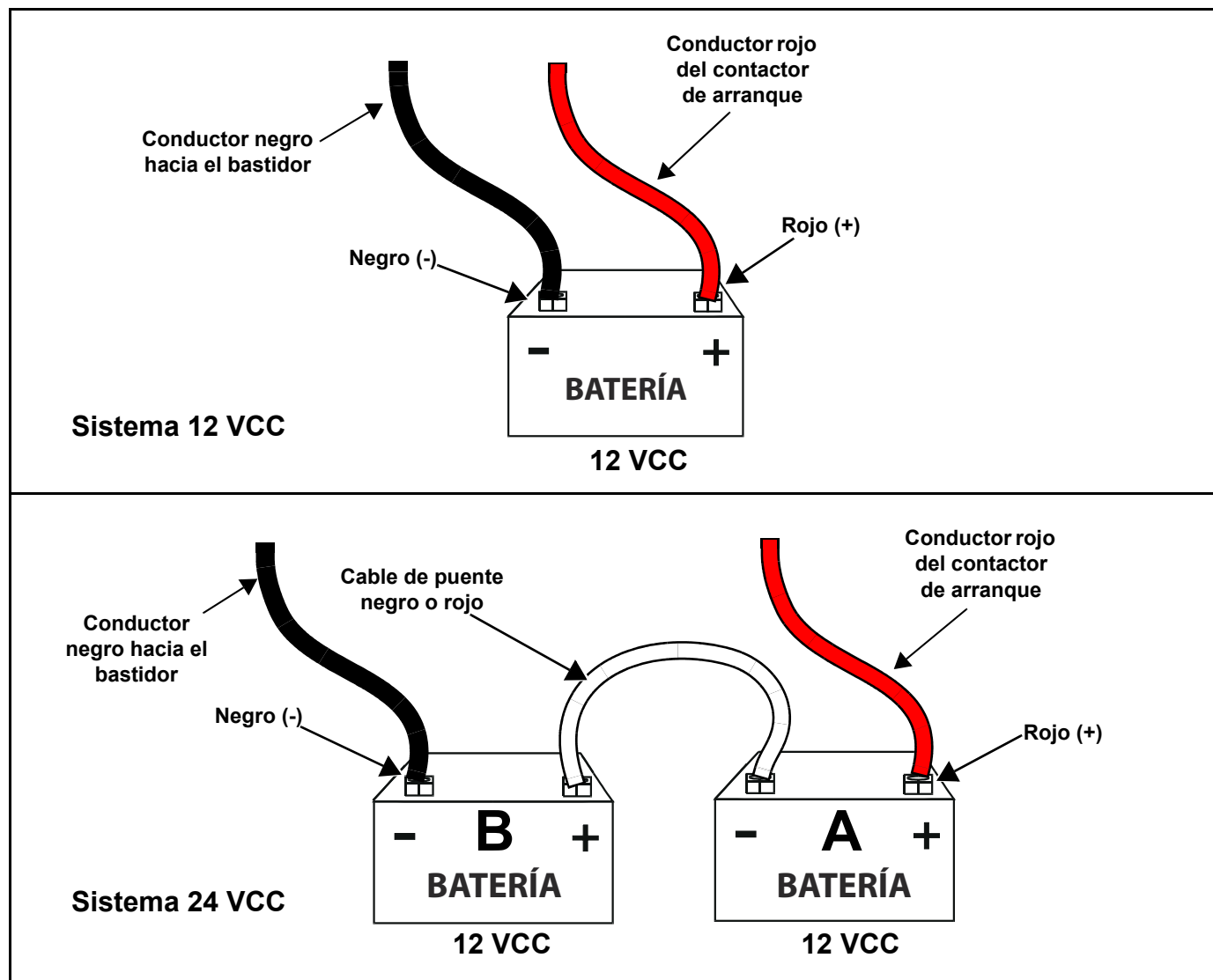


Figura 8-4. Conexiones de cables de la batería

Esta página se dejó en blanco intencionalmente.

Sección 9 *Listas de verificación para la instalación*

9.1 — Lista de verificación de seguridad

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 1.

- ☐ Los manuales, diagramas de cableado y otra documentación ¿se encuentran en un sitio al que se pueda acceder fácilmente?
- ☐ ¿Hay algún indicio de daños producidos durante el transporte?
- ☐ ¿Se encuentra rayado el gabinete o están dañadas las superficies pintadas (lo que indicaría que fue elevado sin vigas de izaje)?
- ☐ ¿Están en su lugar todas las protecciones, cubiertas, mantas de aislamiento y otros dispositivos protectores?
- ☐ ¿Hay alguna pieza o algún componente que falte, se encuentre gastado o dañado?
- ☐ La puesta a tierra del generador ¿se hizo correctamente?
- ☐ ¿Hay algún extintor de incendios cerca del generador?
- ☐ La habitación o el edificio en el que está ubicado el generador ¿tiene la ventilación adecuada?
- ☐ ¿Hay algún indicio de que exista una fuga de combustible, aceite o refrigerante?
- ☐ ¿Quedó algún material inflamable en el compartimiento del generador?
- ☐ La superficie que rodea al generador ¿está limpia y libre de residuos?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.2 — Lista de verificación para planear la instalación

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 2.

- ☐ El grupo electrógeno ¿se encuentra ubicado en un lugar de fácil acceso para realizar tareas de mantenimiento, extinción de incendios o reparaciones?
- ☐ El sitio ¿está limpio y seco? El sitio ¿posee el drenaje adecuado?
- ☐ Con el objetivo de facilitar la reparación o el reemplazo de componentes de tamaño considerable ¿hay un espacio libre de, como mínimo, un metro y medio (cinco pies) alrededor del grupo electrógeno?
- ☐ ¿Se tomaron las medidas necesarias para el suministro de combustible?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.3 — Lista de verificación de cimientos y montaje

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 3.

- ☐ El grupo electrógeno ¿se encuentra instalado sobre una placa de hormigón capaz de soportar el peso de este y de sus accesorios?
- ☐ El generador ¿fue amarrado correctamente a la placa de hormigón con sujetadores del grado, el tamaño y el estilo adecuados?
- ☐ La placa de hormigón ¿se encuentra sobre una superficie inferior sólida preparada y se utiliza una barra de reforzamiento o una malla metálica extendida apropiada?
- ☐ La placa de hormigón ¿sobresale, al menos, 45 cm (18 pulgadas) de los rieles del bastidor y 7-20 cm (3-8 pulgadas) por encima de la superficie circundante?
- ☐ La placa de hormigón ¿es plana y está nivelada a un máximo de 1,3 cm (media pulgada)?
- ☐ ¿Se colocaron tapones en los orificios de sujeción de los rieles del bastidor?
- ☐ ¿Poseen un dique de contención en caso de derrames de combustible y aceite?
- ☐ Si el generador se instaló sobre un techo o piso inflamable ¿se encuentra apoyado sobre una capa de lámina de metal y de aislamiento ignífugo? Tanto la lámina de metal como el aislamiento ¿sobresalen, al menos, 30,5 cm (12 pulgadas) de todos los lados de la base del generador?
- ☐ La base del grupo electrógeno ¿está cerrada?
- ☐ Todas las líneas de combustible, de refrigerante, de escape y de electricidad ¿tienen secciones flexibles donde se conectan con el generador?
- ☐ Las tuberías ¿se sujetaron adecuadamente y tienen el soporte necesario?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.4 — Lista de verificación del sistema de ventilación

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 4.

- ☐ ¿Hay suficiente caudal de aire de enfriamiento y ventilación?
- ☐ La habitación en la que se instaló el grupo electrógeno ¿tiene el caudal de aire adecuado para la combustión y para reducir la temperatura del motor, del sistema de escape y del generador?
- ☐ La entrada de aire ¿se encuentra de frente a los vientos predominantes?
- ☐ ¿Las tuberías del sistema tienen el tamaño correcto? ¿Se tuvieron en cuenta todas las cargas de calor?
- ☐ El sistema ¿está protegido adecuadamente para evitar el congelamiento y la corrosión?
- ☐ ¿Se especificaron los calentadores de los equipos de reserva?
- ☐ Todos los dispositivos eléctricos ¿se encuentran conectados con el lado de carga de los puntos de conexión EPS?
- ☐ ¿Se instalaron en el sistema válvulas de desagüe y eliminadores de aire?
- ☐ La salida de aire ¿se dirige hacia áreas sensibles al ruido sin ningún dispositivo de atenuación del sonido?
- ☐ Las rejillas gravitacionales ¿miran hacia dentro para la entrada de aire y hacia fuera para la descarga de aire?
- ☐ ¿Funcionan las rejillas y otras uniones mecánicas? Las rejillas ¿tienen la conexión eléctrica adecuada con el relé de arranque del motor?

- ☐ Los dispositivos eléctricos de ventilación ¿tienen la alimentación necesaria para funcionar en todos los modos de operación?
- ☐ Si la unidad está instalada en un lugar cerrado ¿se redujo al máximo el uso de ductos de suministro de aire y de salida de aire de radiadores?
- ☐ En el caso de las unidades que posean ventilación por suministro de aire y estén instaladas en lugares cerrados, ¿tienen algún modo de controlar la temperatura del aire del ambiente en condiciones de frío extremo?
- ☐ La instalación ¿parece tener los accesorios necesarios para que la unidad pueda ponerse en marcha y operar en forma rápida y confiable si se presentaran condiciones climáticas adversas? (Por ejemplo, calentadores del agua de la chaqueta del motor, calentadores de aceite lubricante, calentadores de batería, etcétera.)
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.5 — Lista de verificación del sistema de escape

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 5.

- ☐ La salida del sistema de escape ¿está ubicada en dirección contraria al viento o cerca de la entrada de aire de algún edificio?
- ☐ ¿Se utiliza una sección de tubo flexible en la salida del escape del motor?
- ☐ El tamaño de la tubería de escape ¿es el adecuado para prevenir la contrapresión?
- ☐ Los componentes de la tubería de escape ¿se encuentran aislados, donde sea necesario, para prevenir que el operador sufra quemaduras y reducir el riesgo de pérdidas de calor radiante de los tubos?
- ☐ ¿Se utilizan dedales, pasatubos o materiales refractarios en los lugares donde las tuberías de escape atraviesan materiales de construcción como muros o techos?
- ☐ La tubería de salida del sistema de escape ¿se encuentra en forma horizontal para evitar la entrada de nieve o lluvia?
- ☐ ¿Se instaló el silenciador adecuado en el sistema de escape para reducir los niveles de ruido?
- ☐ La salida del sistema de escape ¿dirige gases de escape hacia alguna abertura (puerta, ventana, ventilaciones, etcétera) de un edificio habitado?
- ☐ La salida del sistema de escape ¿dirige gases de escape hacia algún material que pueda ser inflamable?
- ☐ En aquellas instalaciones con más de un motor, cada motor ¿posee su propio sistema de escape?
- ☐ El sistema ¿utiliza un tubo de escape con brida clasificado, como mínimo, para 1500 °F y que sea de acero negro cédula 40?
- ☐ ¿Se utilizan uniones flexibles entre el punto de conexión del motor y las tuberías rígidas?
- ☐ ¿Se utilizan fuelles flexibles para permitir el movimiento lineal y/o axial de las tuberías rígidas en caso de dilatación o contracción térmica?
- ☐ Si hubiera algún conducto de escape prolongado, este ¿tiene la menor cantidad posible de curvas?
- ☐ ¿Se emplearon en todas las curvas codos redondos cuyo radio sea, como mínimo, tres veces superior al diámetro del tubo?
- ☐ Los tubos y los silenciadores de escape ¿tienen la sujeción y el soporte adecuados?
- ☐ ¿Se le quitó toda presión o peso excesivo a la unión flexible conectada al motor?
- ☐ La tubería de escape ¿se encuentra en pendiente, lejos de la salida del motor?
- ☐ ¿Se instaló un colector de agua con drenaje en el extremo inferior de la tubería de escape?

- ☐ ¿Se instaló un drenaje de condensado en la salida del silenciador?
- ☐ La liberación de gases de escape ¿se dirige a un sitio alejado de superficies inflamables y áreas habitadas?
- ☐ ¿Existe una distancia de, como mínimo, 22,9 cm (9 pulgadas) entre la tubería de escape y cualquier superficie inflamable?
- ☐ La tubería de escape ¿se encuentra alejada de tanques de combustible, líneas de combustible, etc.?
- ☐ La contrapresión del escape ¿se corresponde con la especificación?
- ☐ La tubería de salida de escape que se encuentra sobre conductos de escape horizontales ¿finaliza con un tubo de exhaustación de 45°?
- ☐ Los conductos desde la aleta de salida del radiador ¿se dirigen hacia la abertura de ventilación de escape de la forma más breve y directa posible?
- ☐ El aire de escape ¿recircula de regreso al área del generador?
- ☐ Las rejillas motorizadas ¿tienen la alimentación necesaria para funcionar en todos los modos de operación?
- ☐ Si hubiera un sensor y catalizador O₂, este ¿se instaló correctamente?
- ☐ ¿Se utilizan pantallas y mantas térmicas para reducir la temperatura de las superficies que lo requieran?
- ☐ ¿Hay alguna pantalla térmica que el cliente haya suministrado e instalado sin autorización y que pueda elevar la temperatura de las superficies?
- ☐ La tubería de escape ¿se encuentra aislada del motor con conexiones flexibles?
- ☐ Si es necesario, ¿se instaló un silenciador con el valor nominal adecuado?
- ☐ La tubería de escape ¿tiene el soporte apropiado?
- ☐ Las tuberías de escape que no pertenecen al motor ¿se encuentran tapadas, donde sea necesario, con mantas aislantes para alta temperatura?
- ☐ ¿Se instaló, indebidamente, alguna manta aislante sobre los colectores de escape, las carcasas de los turbocompresores u otros componentes del motor?
- ☐ Las tuberías de escape ¿se dirigen a un lugar alejado de bombas, líneas, filtros y tanques de combustible o de otros materiales inflamables?
- ☐ La salida del tubo de escape ¿está cortada en un ángulo de entre 30° y 45° para reducir la turbulencia y el ruido generados por los gases de escape?
- ☐ El diseño del sistema de escape ¿evita que ingrese nieve o lluvia al motor por la salida del escape?
- ☐ ¿Es demasiado pequeño el diámetro del tubo de escape?
- ☐ El sistema de escape ¿tiene demasiadas curvas cerradas?
- ☐ ¿La tubería de escape es demasiado larga?
- ☐ El sistema ¿posee una toma de presión para medir la contrapresión del escape? La toma de presión ¿se encuentra en un segmento recto del tubo de escape, antes del silenciador y lo más cerca posible del termocompresor?
- ☐ El sistema ¿está combinado con los sistemas de escape de los calentadores o de otros motores?
- ☐ Las rejillas ¿se encuentran en sentido contrario a la dirección del viento predominante? Las rejillas ¿se encuentran inclinadas para evitar que ingrese lluvia o nieve? Las rejillas ¿son del tamaño adecuado y miran hacia fuera para la liberación de gases de escape? Las rejillas motorizadas ¿tienen la alimentación necesaria para funcionar en todos los modos de operación?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.6 — Lista de verificación del sistema de combustible gaseoso

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 6.

- ☐ Las líneas de suministro de combustible ¿son del tamaño adecuado y se instalaron correctamente? ¿Se purgaron las líneas de suministro de combustible y se verificó que no hubiera fugas?
- ☐ ¿Se instalaron colectores de agua y pozos de goteo para quitar el agua y el condensado del flujo del gas?
- ☐ El regulador de presión de combustible ¿posee el tamaño adecuado?
- ☐ La salida del regulador primario de presión de combustible ¿se encuentra, como mínimo, a 3 m (10 pies) del punto de conexión del generador?
- ☐ ¿Se instaló un puerto de control de presión en la entrada del regulador montado en la unidad, antes de los solenoides de corte de combustible?
- ☐ El generador ¿posee un suministro de combustible dedicado que no esté compartido con ningún otro dispositivo?
- ☐ El tamaño del regulador ¿es el adecuado para que el caudal de combustible suministrado, medido en pies cúbicos por hora (CFH, por sus siglas en inglés) sea, como mínimo, 10 % superior al 100 % del consumo de combustible por kW nominal que requiere el generador?
- ☐ El regulador de presión de combustible ¿tiene la aprobación necesaria para operar con un motor mecanizado?
- ☐ El regulador de presión de combustible ¿tiene un índice de precisión del 1 % o menos y/o una pérdida de presión máxima permitida de 2,5-5 cm (1-2 in) de columna de agua en todas las condiciones de operación, es decir, estática, de arranque con manivela, de funcionamiento sin carga, de funcionamiento con carga completa (conforme a la medición del regulador primario de presión de combustible)?
- ☐ El regulador de presión de combustible ¿tiene una constante elástica de 17,7-35,1 cm (7-15 pulgadas) de columna de agua?
- ☐ El sistema ¿utiliza tubos de acero negro instalados de forma rígida y protegidos de las vibraciones?
- ☐ ¿Se instaló un tramo de manguera flexible entre el punto de conexión del generador y la tubería rígida de suministro? La manguera flexible ¿es recta, sin curvas, torceduras ni vueltas?
- ☐ El tamaño de las tuberías ¿es el adecuado para mantener la presión y el volumen de suministro necesarios en condiciones de carga variable?
- ☐ ¿Se utilizó un sellador para tubos o un compuesto para juntas aprobado en todos los dispositivos de sujeción roscados?
- ☐ ¿Se instaló una válvula de corte de combustible cerca de la unidad? ¿Se verificó el funcionamiento de la válvula de corte de combustible?
- ☐ ¿Se llevó a cabo la prueba final de funcionamiento para verificar el funcionamiento correcto del sistema en todos los modos de operación?
- ☐ ¿Hay algún indicio de fugas en mangueras, abrazaderas o dispositivos de sujeción?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.7 — Lista de verificación del sistema de combustible diésel

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 7.

- ☐ ¿Se utilizaron tuberías de acero o de hierro negro desde la fuente de combustible hasta la conexión flexible en el generador?
- ☐ ¿Se utilizó algún tubo galvanizado para aquellos usos que requieran combustible diésel?
- ☐ ¿Se utilizó algún tubo o dispositivo de sujeción de hierro fundido o de aluminio?
- ☐ ¿Se instaló un tramo flexible de línea de combustible entre la tubería rígida de suministro de combustible y la conexión de combustible del generador?
- ☐ Los tanques de suministro de combustible diésel ¿están ubicados al mismo nivel que la bomba de combustible del motor, pero en un nivel inferior al de los inyectores de combustible?
- ☐ La elevación vertical entre la bomba de combustible del motor y el nivel de combustible en el tanque ¿es inferior a 101 cm (40 pulgadas)?
- ☐ Los filtros y los drenajes de combustible ¿están ubicados en áreas de fácil acceso?
- ☐ ¿Hay algún indicio de que existan fugas o daños en mangueras, abrazaderas o dispositivos de sujeción?
- ☐ ¿Se cebó el sistema de combustible (purga del aire)?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

9.8 — Lista de verificación del sistema eléctrico

NOTA: Para más información, consulte el Capítulo 8.

- ☐ El tamaño del cableado ¿es el adecuado según la carga y la longitud del tendido?
- ☐ ¿Están colocados correctamente todos los cables?
- ☐ El cableado ¿tiene el soporte correcto?
- ☐ ¿Están conectados adecuadamente todos los cables?
- ☐ Los terminales de los cables ¿se sujetaron a las barras de conexión con los artículos de ferretería adecuados? ¿Se ajustaron correctamente los artículos de ferretería de acuerdo con el par de apriete indicado?
- ☐ Todos los otros terminales ¿se ajustaron correctamente según el par de apriete indicado?
- ☐ Las baterías ¿son del tamaño adecuado?
- ☐ Las baterías ¿se instalaron correctamente?
- ☐ ¿Son correctos los niveles de líquido de las baterías?
- ☐ Los cables y las conexiones de la batería ¿están limpios y libres de corrosión?
- ☐ Los cables de la batería ¿están conectados correctamente? ¿Se ajustaron correctamente los terminales?
- ☐ ¿Son aceptables el estado y la carga de la batería?
- ☐ El área que aloja la batería de almacenamiento ¿tiene la ventilación adecuada?

- ☐ Las baterías ¿se encuentran ubicadas cerca de un sitio en el que se generen llamas o chispas?
- ☐ ¿Son correctos los tamaños y las conexiones de los cables de CA?
- ☐ ¿Son correctos los tamaños y las conexiones de los cables de CC y de comunicación?
- ☐ ¿Los cables de CC y de comunicación ¿están direccionados en forma separada de los cables de CA?
- ☐ Los calentadores del bloque del motor, los cargadores de batería, etcétera, ¿tienen el mismo voltaje que el suministrado por la compañía eléctrica de servicio público?
- ☐ ¿Están conectados correctamente los cargadores de batería y los calentadores del bloque del motor?
- ☐ ¿Los cables de arranque remoto 0 y 183 ¿se encuentran tendidos y conectados dentro del panel de control inferior del generador y dentro del selector de transferencia?
- ☐ Los cables de comunicación (RS-485) y los cables de tensión (para RAP/RRP) ¿se encuentran tendidos y conectados correctamente dentro del panel de control, el anunciador remoto y el selector de transferencia?
- ☐ El interruptor AUTO/OFF/MANUAL ¿se encuentra en posición "OFF"?
- ☐ ¿Se instaló la varilla de puesta a tierra?
- ☐ ¿Funciona el calentador del bloque del motor?
- ☐ ¿Funciona el cargador de la batería?
- ☐ ¿Se ajustaron todas las conexiones eléctricas de CA en el disyuntor y en el selector de transferencia?
- ☐ ¿Se ajustaron todas las conexiones eléctricas (cableado, ataduras de cables, abrazaderas, extremos de terminales, conectores) en el generador?
- ☐ Todos los enchufes eléctricos del generador ¿están ubicados en el lugar correcto y se introdujeron por completo en los receptáculos correspondientes?
- ☐ El selector de transferencia ¿posee el voltaje y la rotación de fases adecuados?
- ☐ El selector de transferencia ¿puede operarse manualmente de forma fluida y sin trabarse?
- ☐ ¿Es correcta la configuración del interruptor DIP en el selector de transferencia?
- ☐ ¿Estos parámetros cumplen con todas las normas aplicables y con la jurisdicción local?

N.º de pieza 046622SP Rev. D 19/07/2013
Impreso en los EE. UU.
© Generac Power Systems, Inc. Todos los derechos reservados
Las especificaciones están sujetas a cambios sin aviso.
No se permite la reproducción bajo ninguna forma sin previo
consentimiento por escrito de Generac Power Systems, Inc.



Generac Power Systems, Inc.
S45 W29290 Hwy. 59
Waukesha, WI 53189
1-888-GENERAC (1-888-436-3722)
generac.com