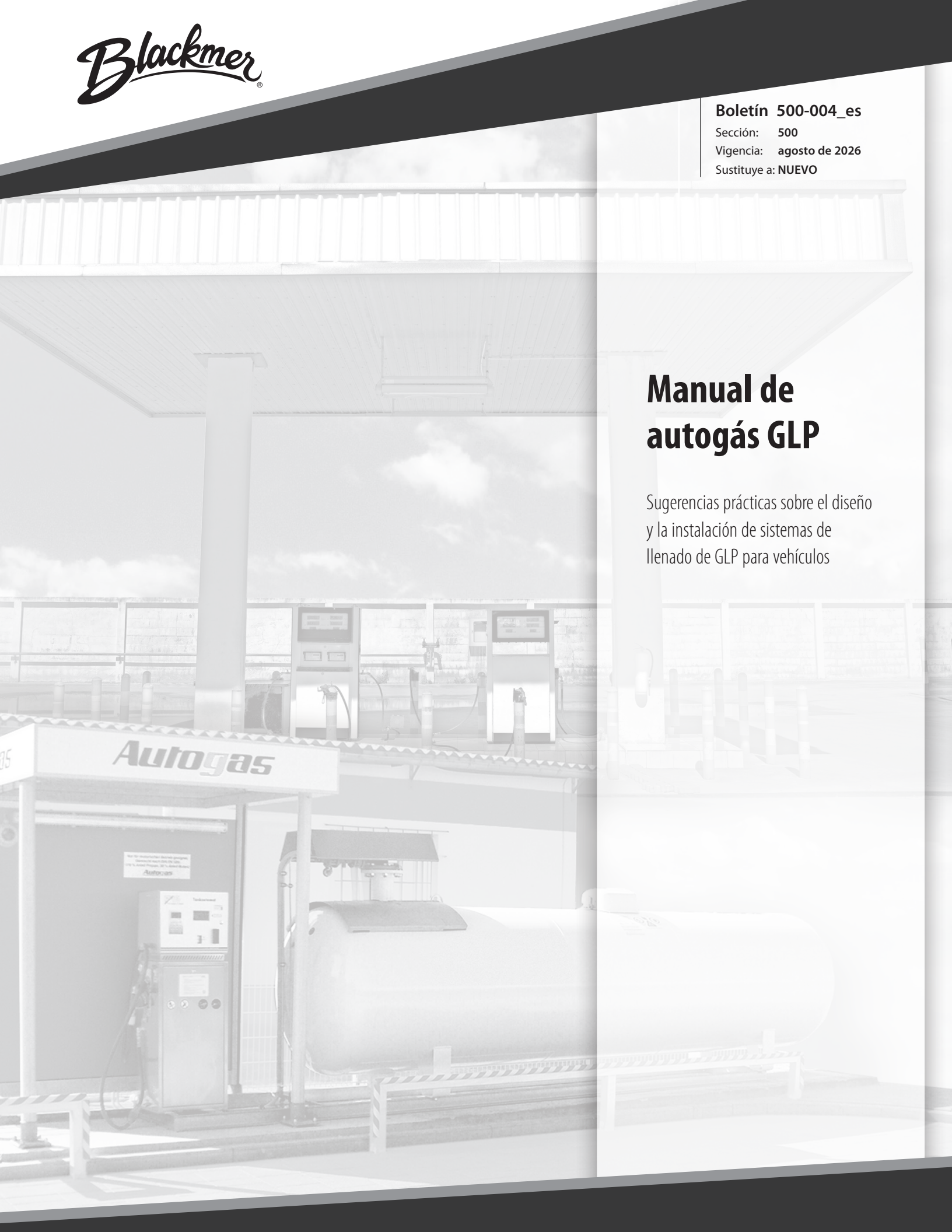


Manual de autogás GLP

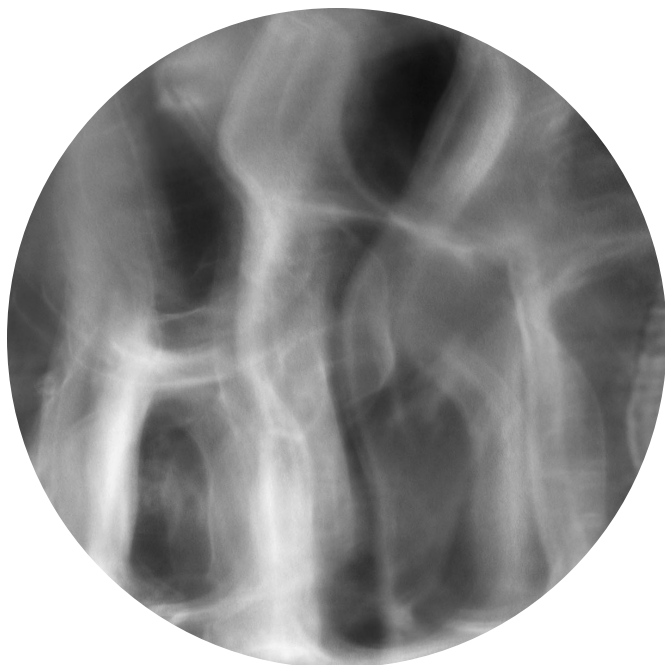
Sugerencias prácticas sobre el diseño
y la instalación de sistemas de
llenado de GLP para vehículos



Boletín 504-004

Manual para estaciones de autogás

Este manual trata sobre las bombas para estaciones de autogás de la marca Blackmer, su instalación y funcionamiento. Ofrece sugerencias prácticas y directrices que pueden utilizarse en el diseño, la disposición y la resolución de problemas tanto de instalaciones nuevas como antiguas. No es, ni pretende ser un tratado sobre el conjunto del sector del GLP. Existen numerosas publicaciones excelentes que tratan en detalle las diversas fases especializadas de este negocio.



Antes de instalar equipos de bombeo de propano para estaciones de autogás, revise los requisitos del Folleto n.º 58 de la N.F.P.A. "Norma para el almacenamiento y la manipulación de gases de petróleo licuados" y la norma NFPA 30A "Código para instalaciones de surtidores de combustible y talleres de reparación".

Puede obtener una copia:

Asociación Nacional de Protección contra Incendios

1 Batterymarch Park

Quincy, MA 02269-9101

Telephone: 1-800-344-3555

web: www.nfpa.org

Este folleto goza de la aceptación general de las autoridades reguladoras y constituye la guía del sector en materia de seguridad en los equipos y procedimientos de manipulación. Además, consulte las leyes y ordenanzas estatales y locales sobre el tema.

blackmer.com

La información sobre todos los productos Blackmer, tanto los modelos actuales como los anteriores, está disponible en nuestro sitio web. Las hojas de especificaciones, las listas de piezas, los manuales de instrucciones y mucho más están disponibles en todo el mundo las 24 horas del día.

Home | Who is Blackmer | Industries | Product Offerings | Market Communications | Get Connected | Literature

Blackmer
Blackmer - LGL158: Sliding Vane Pump

Liquefied Gases (LPG & NH3 Pumps and Compressors)

Blackmer liquefied gas pumps and oil-free compressors are designed for maximum performance and reliability under the most severe service conditions. Blackmer developed the first practical positive displacement gas pump over 50 years ago. Today, from the smallest cylinder filling operation to the largest, most sophisticated bulk plant / rail car unloading system, you will find Blackmer pumps and compressors operating throughout the world. To ensure compatibility with most specialty gases, Blackmer pumps are available with a wide range of elastomeric materials and seal combinations. The Blackmer sliding vane pump technology ensures high efficiency through out the product life.

Presentation: LPG Transfer & Vapor Recovery
Catalog LPG Equipment
Brochure: LPG & NH3 Product Transfer And Vapor Recovery Solutions
Brochure: Mobile Evacuation Compressors
Brochure: High Speed LGL3 & 4
Brochure: Vapor Recovery Solutions
Brochure: LPG & NH3 Product Transfer And Recovery at Bulk Storage
Brochure: Mobile LPG and NH3 Transfer Pumps
White Paper: Turning Lost Vapors into Found Money
White Paper: Conquering the Cavitation Conundrum
White Paper: LGL158
White Paper: LGL158 - Russian Print

Sliding Vane Pumps
Reciprocating Gas Compressors
Engineered Products
Accessory Products

Warning to Vendors or Parties Solicited For New Accounts

Get Connected
Distributor Login
Distributor Lookup
Product Quotation
Application Forms
Employment Opportunities
Certifications
Customer Care Personnel
Other Links
Download Featured Video Downloads

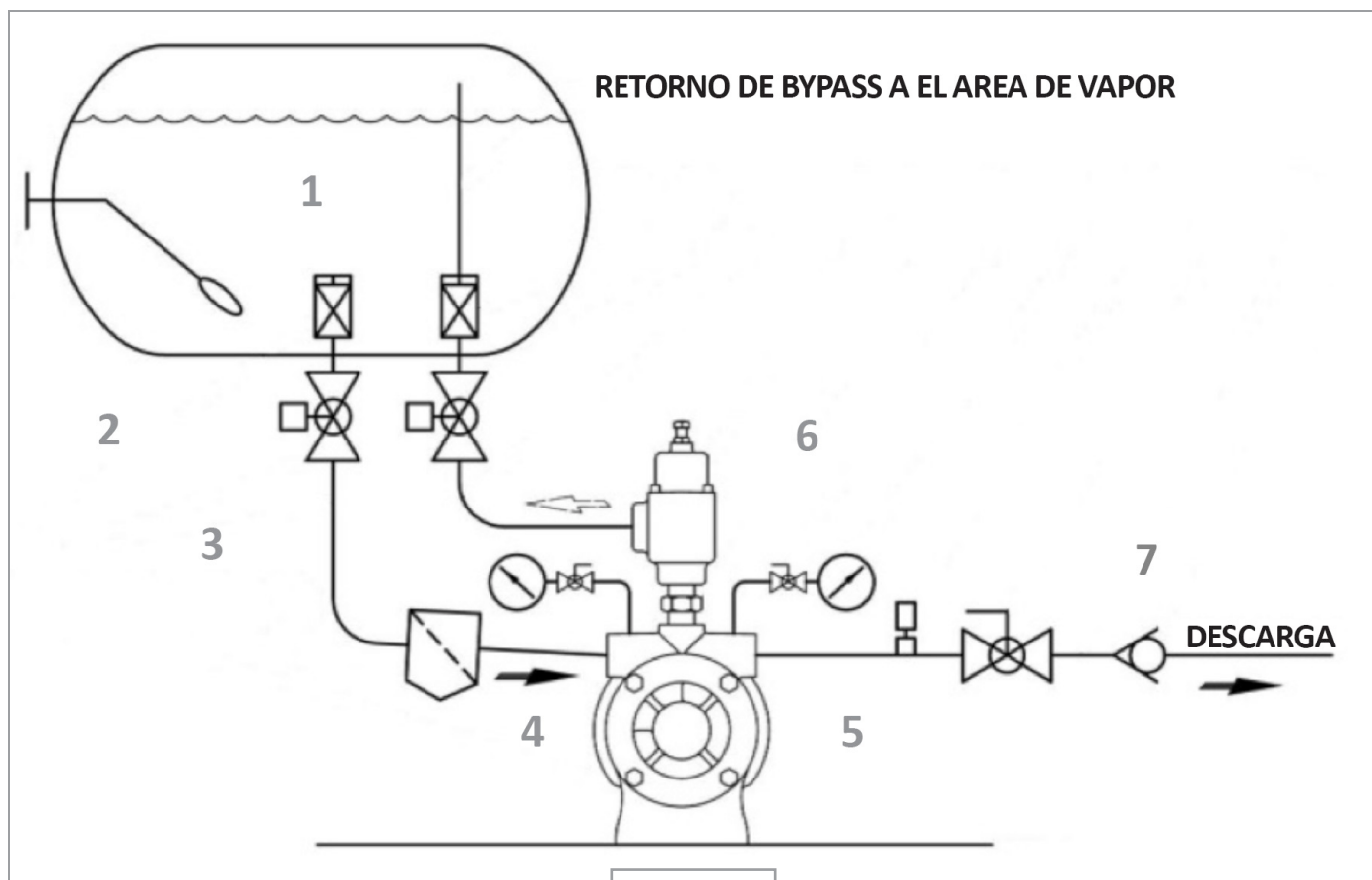
Blackmer Sustainability

Privacy Policy
Terms of Use
Copyright Notices

Blackmer
1809 Century Avenue SW
Grand Rapids, MI 49503
USA
T: (616) 241-1611
F: (616) 241-3752
E-Mail: info@blackmer.com
www.blackmer.com

PSG
a Dover company

PSG | Almatec | Blackmer | Blawie | Ender | Fluid Dynamics | Griswold | Maag | Moxness | Neutrium | Quattrone | Redcross | Wilden



Índice

Acerca de Blackmer.....	3	7. Componentes de salida/descarga.....	22
1. Propiedades y características de los fluidos	5	Preguntas frecuentes sobre la instalación....	23
2. Selección y diseño del tanque.....	8	Solución de problemas.....	25
3. Diseño de la conexión entre el recipiente y la entrada de la bomba.....	10	Apéndice.....	26
4. Diseños y tecnologías de bombeo.....	17		
5. Selección del motor.....	19		
6. Sistema de Tubería para la válvula de derivación.....	20		

Acerca de Blackmer®

En 1903, Robert Blackmer, inventor de la primera bomba de paletas rotativas, lanzó con éxito una nueva tecnología (bombas de paletas deslizantes) que estableció de manera efectiva valiosos estándares de bombeo para los años venideros para las empresas de bombas de todo el mundo. Durante más de un siglo, Blackmer ha seguido reforzando su compromiso de ofrecer productos de calidad a sus valiosos clientes.

Superar los retos de los clientes mediante una combinación de experiencia, dedicación y apoyo permite a Blackmer ofrecer los productos más eficaces y la información que los clientes necesitan para elegir el producto adecuado para sus aplicaciones. Son las personas de Blackmer las que hacen de la empresa lo que es hoy en día. Con una amplia gama de segmentos de mercado y expertos en el sector, Blackmer se enorgullece de sus servicios y productos disponibles en todo el mundo.

Las instalaciones de fabricación de Blackmer están totalmente equipadas con la última tecnología y cuentan con técnicos calificados necesarios para ofrecer productos que cumplan con los más altos estándares globales de la industria.

El departamento de investigación y diseño de Blackmer trabaja sin descanso probando no solo nuevos productos, sino también los cambios y avances introducidos en los productos existentes.

Los expertos en el sector, los directores regionales, los jefes de producto y los especialistas en productos imparten continuamente formación personalizada sobre los productos en todo el mundo. Blackmer cree firmemente en su equipo, cuyo objetivo es satisfacer las necesidades de sus clientes gracias a sus años de experiencia y a la longevidad de su plantilla.

Blackmer se ha convertido en una empresa global que abastece a mercados de todo el mundo con aplicaciones expertas en tecnología de flujo. Blackmer responde con rapidez a los rápidos avances del sector, rediseñando constantemente sus productos para incorporar nuevas innovaciones.

Sin embargo, Blackmer es mucho más que la última tecnología de vanguardia. Los empleados de Blackmer trabajan juntos como un equipo para satisfacer las necesidades en constante evolución de los clientes con un profundo conocimiento y perspicacia. Blackmer ofrece un servicio excepcional que mejora el negocio de sus clientes, desde la formación in situ hasta el soporte técnico especializado. El cliente es siempre la primera prioridad en Blackmer.

Declaración de misión

Ser líderes en propuesta de valor en aplicaciones globales identificadas estratégicamente.

- Blackmer llevará a cabo sus actividades comerciales de conformidad con el Código de Conducta y Ética de Dover
- Proporcionar experiencia en aplicaciones, asistencia técnica para la selección de equipos y aplicaciones, y atención al cliente
- Capacidad de respuesta
- Calidad y valor del producto

Productos

Bombas de paletas deslizantes Blackmer LG y LGL

Estas bombas de hierro dúctil, disponibles en tamaños de 1 a 4 pulgadas, cuentan con certificación UL para servicio con GLP, butano y amoníaco anhidro. Hay modelos disponibles para abastecimiento de combustible de motores, llenado de cilindros, vaporizadores, transferencia general y carga/descarga de camiones.

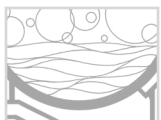
Bombas de turbina regenerativa Blackmer/Ebsray

Estos modelos RC de hierro dúctil vienen de serie con soportes de motor con cara C que se acoplan directamente a motores NEMA con cara C y tienen puertos de entrada y salida de 1"NPT. Dos tamaños de bomba proporcionan caudales de 15 y 25 gpm (58 y 94 lpm) y cuentan con certificación UL para servicio de GLP. Las bombas de turbina regenerativa EBSRAY ofrecen una opción compacta y de bajo mantenimiento para instalaciones de autogás de una o dos mangueras.

Válvulas de derivación Blackmer y Ebsray

Todas las bombas de GLP deben estar equipadas con una válvula de derivación de retorno al depósito. Para este fin, las válvulas de derivación Blackmer y Ebsray son de hierro dúctil y están disponibles en tamaños de 3/4 pulgadas a 2 pulgadas.

1. Propiedades del fluido y características generales del gas licuado



GLP es la abreviatura de “gas licuado de petróleo” y abarca varios productos de la familia de los hidrocarburos; compuestos formados de carbono e hidrógeno con estructuras moleculares variables.

El propano y el butano son los dos hidrocarburos más conocidos que se utilizan como combustible en hogares, empresas e industrias. En los mercados internacionales, el GLP se refiere predominantemente a una mezcla de propano y butano. Estas mezclas pueden variar en su composición, desde aquellas en las que predomina el butano hasta aquellas en las que el propano es el componente principal. En los mercados norteamericanos, el GLP se conoce típicamente como propano, ya que este es el componente principal.

El GLP, ya sea butano o propano, es único en el sentido de que puede transportarse y almacenarse en estado líquido, pero al liberarse se vaporiza y arde como un gas. El GLP también puede pasar fácilmente del estado líquido al gaseoso y viceversa. Ningún otro combustible comercial tiene estas características. El gas natural, por ejemplo, no puede transportarse en un tanque en cantidades significativas a menos que se comprima a presiones extremadamente altas o enfriado a -259°F (-126°C), punto en el que se licua. Incluso cuando está comprimido, contiene solo una fracción de la energía útil de un volumen idéntico de GLP en estado líquido.

Cuando se licuan, los gases de GLP se encuentran siempre en su punto de ebullición a temperaturas normales. La más mínima caída de presión o la más mínima adición de calor hará que hiervan y desprendan vapor o gas. Esta característica se vuelve crítica cuando se considera la transferencia de gases licuados de un tanque a otro. Al ser un gas licuado, el GLP debe almacenarse en un recipiente cerrado a presión. El fluido en un tanque se encuentra en estado de equilibrio, con los vapores de gas en la parte superior del

líquido, lo que proporciona la presión del tanque para evitar que el líquido hierva.

El Apéndice A, “Propiedades de los gases licuados”, es una tabla que resume las propiedades físicas del propano y el butano. La densidad de los líquidos es algo más de la mitad de la del agua. Esto significa que un galón de propano o butano pesa solo la mitad de lo que pesa un galón de agua. Además, el propano y el butano tienen una viscosidad de aproximadamente 0.1 centipoises, lo que los hace aproximadamente 10 veces más ligero que el agua. Esta propiedad hace que el GLP sea un fluido difícil de bombear, ya que un fluido de baja viscosidad es más difícil de sellar y de evitar recirculación interna en la bomba.

La única diferencia significativa entre el propano y el butano es su punto de ebullición, es decir, la temperatura a la que cada uno se vaporiza. El butano hierve a aproximadamente $+32^{\circ}\text{F}$ (0°C), mientras que el propano lo hace a -44°F (-42°C) a presión atmosférica. Por lo tanto, a 0°F (-18°C), el butano no se vaporizará a presión atmosférica, mientras que el propano sí lo hará. En consecuencia, a cualquier temperatura dada, la presión en un recipiente de propano será mayor que en uno de butano. Consulte la tabla del Apéndice B titulada “Presión de vapor de los gases licuados”.

El GLP es un combustible intrínsecamente seguro. Dos factores principales contribuyen a la seguridad del GLP: uno es su estrecho margen de inflamabilidad y el otro es el hecho de que el contenedor en el que se almacena es extremadamente resistente y hermético. Si el gas confinado no puede escapar, no puede arder. El GLP tiene un margen de inflamabilidad más estrecho que la mayoría de los combustibles. En el caso del propano, los límites respectivos son del 2.4% y del 9.6%. Esto significa que cuando la concentración de GLP en el aire es inferior al 2.4% o superior al 9.6%, la mezcla no es susceptible de combustión.

Propiedades del GLP

Es necesario comprender las siguientes propiedades del GLP con el fin de promover la seguridad en su uso y actuar de forma responsable al manipular este combustible:

1. El gas o el vapor son más pesados que el aire.
2. El gas o el vapor se difundirán en la atmósfera muy lentamente, a menos que la velocidad del viento sea elevada.
3. Las llamas abiertas encenderán las mezclas de aire y gas que se encuentren dentro de los límites de inflamabilidad.
4. Las mezclas de gas y aire pueden situarse por debajo del límite de inflamabilidad mezclándolas con grandes volúmenes de nitrógeno, dióxido de carbono, vapor o aire.
5. Las pulverizaciones finas de agua reducen la posibilidad de que se inflamen las mezclas de gas y aire.
6. La presión de vapor de este combustible es mayor que la de la gasolina. Solo se almacena de forma segura en recipientes a presión cerrados, diseñados, contruidos y mantenidos de acuerdo con la normativa pertinente y equipados con los dispositivos de seguridad requeridos.
7. El líquido en recipientes abiertos se evaporará para formar mezclas combustibles con el aire, incluso si la temperatura ambiente está muchos grados por debajo del punto de ebullición.
8. La rápida eliminación del vapor del tanque reducirá la temperatura del líquido y la presión del tanque.
9. Los líquidos se expandirán en el tanque de almacenamiento cuando aumente la temperatura atmosférica. Los tanques de almacenamiento nunca deben llenarse completamente de líquido. Consulte la norma NFPA 58 para conocer la densidad de llenado de los tanques de almacenamiento.
10. El líquido extraído del tanque de almacenamiento causará quemaduras por congelación al contacto. Esto se debe a la rápida absorción de calor por parte del líquido al vaporizarse al aire libre.
11. Se producirá condensación en las líneas de distribución de gas (vapor) cuando las temperaturas ambientales estén por debajo del punto de ebullición del líquido.
12. Los gases de petróleo licuados son excelentes disolventes de productos petrolíferos y de caucho. Existen compuestos especiales para juntas de tuberías y sustitutos del caucho disponibles para su uso en la distribución.

Efecto de la vaporización

Consulte la Figura 2 para ver una ilustración de los efectos de la vaporización en aplicaciones de tanques subterráneos y sobre el suelo. A medida que desciende el nivel de líquido en el tanque, el vapor situado encima se expande y su presión desciende. Inmediatamente, el líquido del tanque comienza a hervir, creando burbujas de vapor. El líquido que entra en el tubo de inmersión o en la tubería de entrada arrastra consigo algunas de las burbujas. Cada restricción en la tubería de entrada de la bomba reduce la presión de la mezcla de líquido y vapor, lo que provoca que las burbujas de vapor se expandan y que se produzca más ebullición y se formen más burbujas de vapor. Además, una reducción significativa de la presión en aplicaciones de elevación se debe simplemente al cambio de altura entre el nivel del fluido del tanque y la entrada de la bomba. Todas las burbujas de vapor que entran en la bomba se colapsan rápidamente y vuelven a convertirse en líquido cuando se desplazan hacia el lado de descarga de la bomba. El vapor de GLP ocupa mucho más espacio cuando se vaporiza que en forma líquida. Por lo tanto, se produce una reducción significativa de volumen cada vez que una burbuja de vapor se colapsa en el lado de descarga de la bomba. Esto explica por qué un sistema de bombeo nunca suministra tanto líquido real como indicaría el caudal nominal de la bomba.

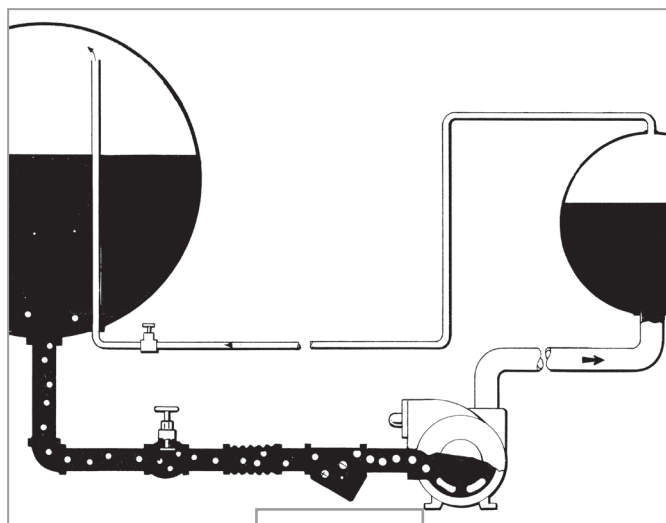
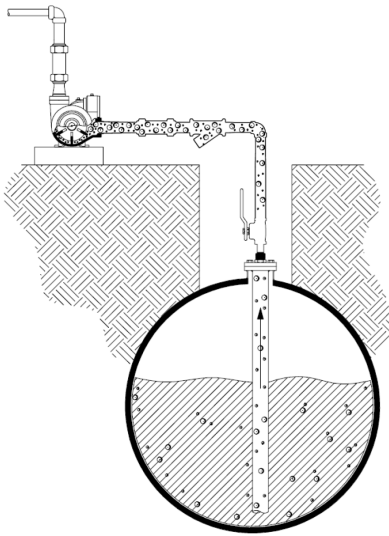


Figura 2

Altura de succión positiva neta

La altura de succión positiva neta requerida (NPSHR) es la presión mínima necesaria en la entrada de la bomba para evitar una cavitación excesiva. La altura de succión positiva neta disponible (NPSHA) debe ser mayor que la NPSHR requerida para evitar que la presión en algunas zonas del área de succión de la bomba caiga por debajo de la presión de vapor del líquido. Si la presión de entrada es inferior a la presión de vapor, se formarán burbujas de vapor en el líquido. A medida que las burbujas se desplazan a través de la cámara de bombeo hacia la zona de mayor presión de descarga, implosionan y liberan grandes cantidades de energía, lo que se conoce comúnmente como cavitación. El colapso de las burbujas de vapor provoca picos de presión, lo que da lugar a ruido, vibraciones y daños en el equipo.

Además, las burbujas de vapor reducen la capacidad de la bomba, ya que el volumen de la cámara de bombeo se llena de una mezcla de vapor y líquido. Las burbujas de vapor ocuparán un volumen que, en condiciones normales, está lleno de líquido. Aunque las bombas PD son menos susceptibles al bloqueo por vapor que las bombas centrífugas, en condiciones severas, las bombas PD también pueden sufrir bloqueo por vapor.

El NPSH se convierte en una preocupación mayor en ciertas aplicaciones, como el bombeo desde un tanque subterráneo, el bombeo en climas fríos y el funcionamiento de una bomba a la velocidad del motor.

Todas las aplicaciones típicas de transferencia de propano funcionan con cierto grado de vapor en la línea de succión. Tal y como se observa en la transferencia de GLP, la bomba proporcionará un mayor caudal al recircular hacia el tanque de suministro que al suministrar a un cilindro o a un tanque receptor.

Este caudal reducido se debe al aumento de la cantidad de vapor en la línea de succión durante la operación de suministro. A medida que desciende el nivel de líquido del tanque de suministro, la presión del tanque desciende y el líquido hierve, creando burbujas de vapor. Las burbujas de vapor se desplazan a lo largo de la tubería de entrada hacia la bomba. A medida que el fluido se desplaza a través de la cámara de bombeo, el fluido de descarga a alta presión colapsa las burbujas de vapor. La implosión de las burbujas de vapor crea el ruido que caracteriza a la cavitación.

El NPSH requerido se determina normalmente con agua a temperatura ambiente según las normas del Instituto Hidráulico. Sin embargo, una instalación típica de GLP funciona con un NPSHA menor que el obtenido en las pruebas con agua. Otros fabricantes de bombas, tanto centrífugas como de desplazamiento positivo (PD), han informado de los mismos resultados.

Estos datos generales se han establecido a partir de años de experiencia con bombas de desplazamiento positivo (PD) para aplicaciones de GLP:

1. Las bombas de desplazamiento positivo pueden manejar algunos vapores arrastrados sin que ello afecte negativamente a la vida útil de la bomba.
2. Una entrada inundada proporciona NORMALMENTE suficiente altura de elevación para que una bomba de desplazamiento positivo funcione. Sin embargo, una tubería de entrada deficiente puede causar y causará muchos problemas en la bomba.
3. Las bombas que manejan GLP funcionarán con un NPSHA menor que el que se requeriría para el agua.
4. Incluso las bombas con tuberías de succión correctamente diseñadas pueden tener un NPSHA negativo.
5. Utilice una bomba de mayor tamaño para compensar la menor eficiencia a bajas temperaturas.
6. Mantenga las presiones de descarga lo más bajas posible utilizando líneas de retorno de vapor.

Bombeo en climas fríos

A medida que la temperatura ambiente y la temperatura del producto descienden por debajo de los 40 °F (4 °C), se observa una reducción notable de la capacidad de la bomba. En una instalación situada en una región de clima frío se debe tener en cuenta esta reducción de capacidad a la hora de seleccionar el tamaño adecuado de la bomba. Como se muestra en la Figura 3, la eficiencia de las bombas es significativamente menor en un entorno frío

Existen varias pautas que pueden minimizar los efectos del bombeo en climas fríos:

1. Evite accesorios en la entrada, como tes, válvulas de globo, válvulas de tapón, válvulas de ángulo, válvulas de retención y válvulas de bola de puerto estándar, que en conjunto superen una caída de presión de entrada de 2 PSI.
2. Utilice el menor número posible de accesorios en la tubería de entrada.
3. Utilice una tubería de entrada de un tamaño superior al del puerto de entrada de la bomba.
4. Instale la bomba lo más abajo posible del depósito de origen/ suministro.
5. Instale la bomba lo más cerca posible del depósito de origen/ suministro y evite tramos horizontales largos.
6. Evite los puntos bajos en la tubería de entrada donde puedan acumularse burbujas de vapor.
7. Utilice una bomba de mayor tamaño para compensar la menor eficiencia a bajas temperaturas.
8. Mantenga las presiones de descarga lo más bajas posible utilizando tuberías de retorno de vapor.
9. Incline o coloque en ángulo la tubería de entrada desde el depósito de suministro hacia abajo, en dirección a la bomba. Esto permitirá que las burbujas de vapor arrastradas se desplacen de nuevo hacia el depósito de suministro.

Nota: Bombeo de butano es más difícil que el de propano; es similar a bombear propano a una temperatura más fría. El mismo conjunto de bomba y tuberías a una temperatura determinada funcionará peor con butano que con propano.

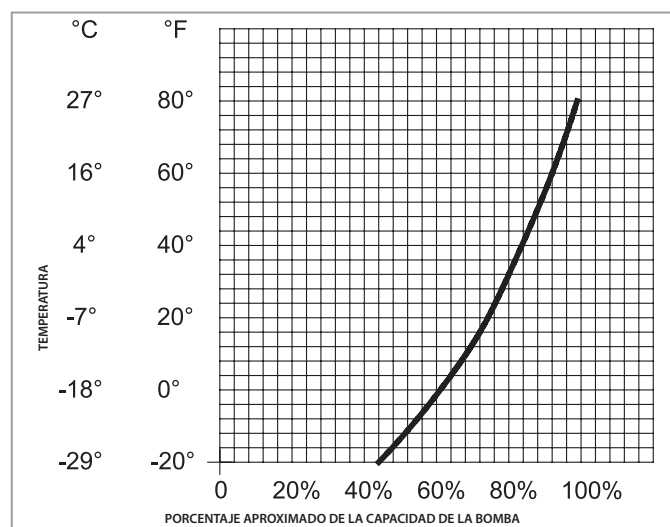


Figura 3

2. Selección y diseño del tanque

Depósitos sobre el suelo

Muchas estaciones de servicio de autogás en Norteamérica utilizan depósitos sobre el suelo, a menudo con una capacidad de 1,000 galones (3,785 litros), debido a su fácil disponibilidad. Sin embargo, la experiencia ha demostrado que los depósitos más grandes, con una capacidad de 2,000 galones (7,570 litros), ofrecen un mejor funcionamiento general que los depósitos más pequeños de 1,000 galones. A la hora de decidir el tamaño del depósito que se va a utilizar, los usuarios deben determinar su consumo anual y, a continuación, elegir el tamaño del depósito en consecuencia. Desde el punto de vista del bombeo, los depósitos más grandes ofrecen mejores condiciones que los más pequeños.

También es una buena práctica elevar los depósitos de modo que la parte inferior del depósito se encuentre al menos entre 4 - 6 pulgadas por encima de la entrada de la bomba; cuanto más alto, mejor. (Consulte la norma NFPA 58 antes de la instalación para confirmar la altura máxima permitida). Los depósitos elevados dejan espacio para la transición de las tuberías y permiten que estas discurran en horizontal o con pendiente descendente desde el depósito hacia la bomba. También facilitan el acceso a las válvulas y los componentes para el mantenimiento y la respuesta ante emergencias.

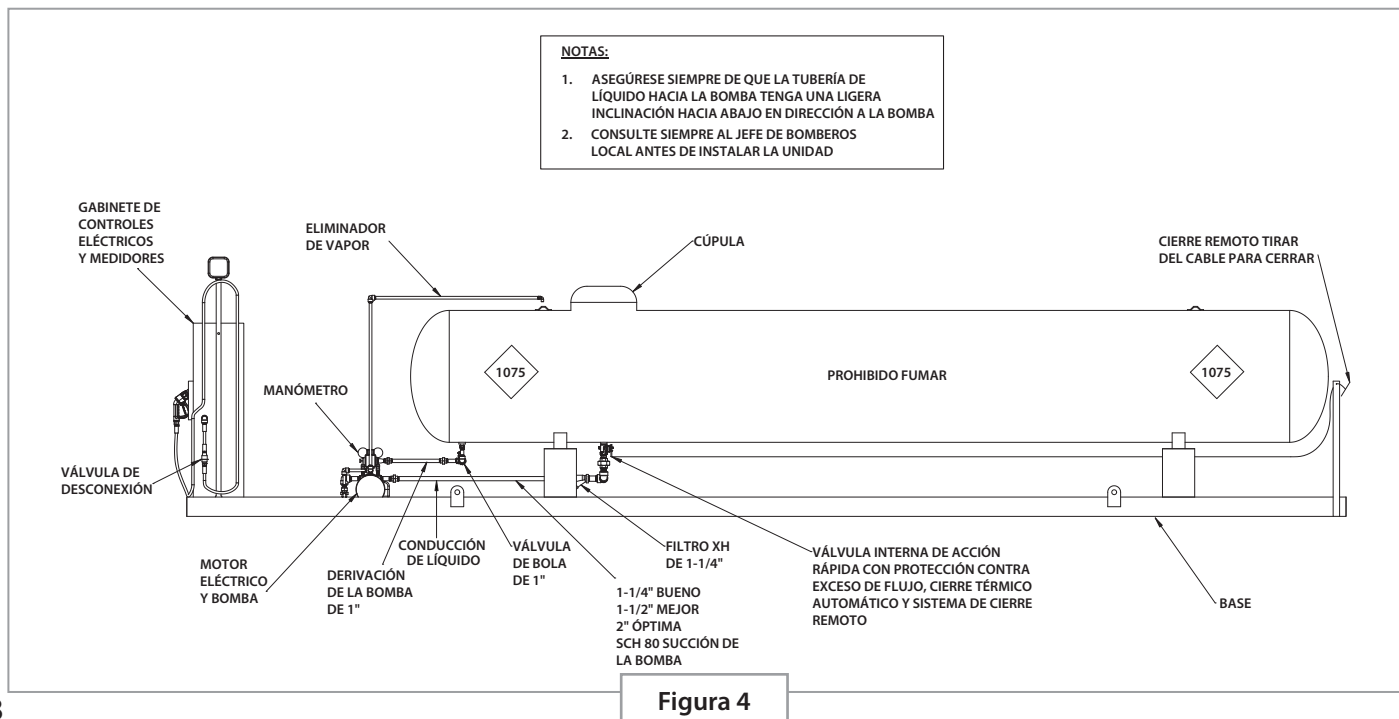
Tamaño del depósito

El tamaño del depósito de suministro tiene un efecto significativo en el rendimiento general del sistema. Tan pronto como se extrae líquido de un depósito de suministro, el líquido restante en el depósito comenzará a vaporizarse. A medida que se extrae el líquido, la presión en el depósito desciende ligeramente. Para mantener el equilibrio, el fluido comenzará a vaporizarse o hervir. Si el líquido se extrae demasiado rápido, se producirá una vaporización y ebullición significativas. El líquido del depósito se enfriará, reduciendo la temperatura de equilibrio y aumentando la velocidad de vaporización.

Esta vaporización impone un límite bastante estricto al caudal máximo que se puede alcanzar con un depósito de CUALQUIER tamaño. El límite máximo de extracción en los depósitos estándar de GLP (no de autogás) es de aproximadamente el 2% de la capacidad del depósito por minuto para las bombas montadas debajo del depósito. Sin embargo, para los sistemas de autogás de alta presión, que a menudo utilizan depósitos más pequeños, un límite de extracción del 2% resulta más realista y práctico. Por lo tanto, el depósito de suministro debe ser al menos 50 veces mayor que el caudal nominal por minuto de la bomba.

Por ejemplo, si un depósito tiene una capacidad de 2000 galones (7,570 litros), la bomba debe tener una capacidad nominal de un máximo de 40 GPM (150 LPM). Subdimensionar un depósito puede ser un error costoso. Provocará caudales de suministro inadecuados debido a la vaporización y ebullición del líquido, daños en la bomba por cavitación y una posible pérdida de negocio si el sistema no puede suministrar el producto. A la hora de dimensionar un depósito, es mejor pecar de precavido para garantizar un sistema sin problemas.

Muchos integradores de sistemas de autogás prefieren utilizar depósitos de 1,000 galones (3,785 litros); siguiendo los límites mencionados anteriormente, el caudal máximo de extracción en un depósito de 1,000 galones se limitaría a 20 GPM (75 LPM). Aumentar la velocidad de la bomba o utilizar una bomba más grande tendrá poco o ningún efecto una vez que se haya alcanzado este límite. Si se utiliza una bomba más grande o se intenta un caudal mayor, el líquido se vaporizará en la tubería de entrada y provocará cavitación en la bomba, con el riesgo de que se produzca un bloqueo por vapor. A menudo, cuando se utilizan varias mangueras de llenado, se requieren caudales superiores a 20 GPM. Si ese es el caso, es recomendable utilizar depósitos de suministro de mayor capacidad.



Depósitos subterráneos

Esta sección presenta soluciones prácticas al problema de intentar extraer GLP de tanques subterráneos con una bomba. Los planos de esta guía muestran únicamente los componentes pertinentes al tema que se trata.

Toda la información presentada en las secciones anteriores sobre las propiedades de los fluidos y los efectos de la vaporización, así como sobre el diseño de los depósitos sobre el suelo, es aplicable al bombeo desde depósitos subterráneos.

- La vaporización del fluido en la entrada de la bomba provocará una reducción del caudal.
- La temperatura y las proporciones de la mezcla de propano y butano también afectarán a los caudales de suministro.
- Reducir la temperatura del fluido o aumentar el porcentaje de butano en el fluido reducirá la presión de vapor en el tanque de almacenamiento.
- Una menor presión de vapor da lugar a la formación de burbujas de vapor más grandes, ya que el volumen de gas es inversamente proporcional a la presión.

Las pruebas han demostrado que los tanques subterráneos de 1,000 galones pierden NPSH a una presión de tanque de aproximadamente 95 -110 PSI. Las presiones más bajas suelen provocar el bloqueo por vapor en las bombas, independientemente de la tecnología utilizada. En vista de estos problemas de funcionamiento, los depósitos de 1,000 galones no son prácticos para instalaciones subterráneas, ya que solo ofrecen una capacidad útil de aproximadamente 200 -300 galones. Por lo tanto, no se recomiendan los depósitos subterráneos de 1,000 galones.

Al bombear desde un depósito subterráneo, el cambio de altura entre el nivel del líquido en el depósito y la entrada de la bomba provocará una vaporización significativa del líquido en la tubería de entrada. Esto ocurre porque la bomba reduce la presión por debajo de la presión de vapor del líquido, lo que hace que el líquido se vaporice en la tubería de entrada. Solo por esta razón, es imposible evitar la vaporización en la entrada de la bomba en una instalación con depósito subterráneo. Sin embargo, hay muchas medidas que se pueden tomar para minimizar estos efectos. Los siguientes puntos le ayudarán a optimizar el rendimiento de una aplicación con depósito subterráneo. Consulte la figura 2 como guía para una aplicación típica con depósito subterráneo.

• Eliminación de vapor durante la puesta en marcha

- Las bombas de desplazamiento positivo de paletas deslizantes, como las bombas LGL de Blackmer, son capaces de mover tanto vapor como líquido. Esto permite que la bomba se “autocebe” y establezca un flujo de líquido. Sin embargo, cuando una bomba funciona sin líquido, se produce un exceso de calor y desgaste. (Consulte la sección “Tuberías de la válvula de derivación” relativa al sistema de eliminación de vapor Ebsray VRS).

• Longitud de la tubería de entrada

- Mantenga la tubería de entrada lo más corta posible.
- Instale la bomba directamente sobre el depósito y lo más cerca posible del suelo. Esto eliminará el volumen total de vapor que la bomba debe extraer durante el arranque.

• Minimice el número de accesorios

- Cada accesorio, válvula y tramo de tubería recta provoca una caída de presión. Utilice el menor número posible de accesorios en el lado de entrada de la bomba. Elimine todos los codos posibles de la tubería de entrada moviendo la bomba de manera que no sean necesarios. Dimensionar la tubería de entrada con un tamaño o dos más grande que la entrada de la bomba reducirá la pérdida de presión total de la tubería de entrada.

• Filtros

- Normalmente no se deben utilizar filtros de succión en instalaciones con tanques subterráneos, ya que provocan una caída de presión significativa durante el cebado y el funcionamiento normal. Los contaminantes del tanque deben depositarse en el fondo. En un sistema correctamente diseñado, el extremo del tubo de inmersión debe colocarse entre cinco y ocho centímetros por encima del fondo del depósito. En aplicaciones con niveles elevados conocidos de contaminantes, instale un filtro de una o dos tallas más grande que la entrada de la bomba para minimizar la caída de presión.

• Instalar una válvula de exceso de flujo de vapor

- La válvula de exceso de flujo de vapor proporciona una vía para devolver los vapores al tanque durante el arranque. Cuando se establece un flujo de líquido de aproximadamente tres GPM, la válvula de exceso de flujo de vapor se cerrará. Al tender la tubería de retorno desde la válvula de exceso de flujo de vapor hasta el tanque, asegúrese de que no haya puntos bajos donde se pueda acumular líquido. Si hay líquido presente en la tubería de retorno de vapor, se necesitará una presión excesiva para expulsar los vapores de la bomba. Conecte la tubería de retorno de vapor al espacio de vapor del tanque, NO al espacio de líquido del tanque ni a la entrada de la bomba.

• Instale la bomba directamente sobre el depósito

- Mantenga la bomba lo más cerca posible del suelo y utilice el mínimo número de accesorios.
- Utilice tuberías de entrada de uno o dos tamaños mayores que la conexión de entrada de la bomba y mantenga la velocidad de entrada por debajo de 3 pies/seg.

Para obtener información adicional sobre la instalación adecuada de bombas en tanques subterráneos, consulte la Guía de aplicación para tanques subterráneos de Blackmer, Boletín 500-002.

3. Diseño de la conexión entre el tanque y la entrada de la bomba

Minimizar las pérdidas en la línea

El tamaño de las tuberías y los accesorios es fundamental para la succión de la bomba, por lo que un sistema bien diseñado funcionará mejor. En general, unas pérdidas de presión menores requerirán menos potencia para accionar una bomba y darán lugar a una reducción de la cavitación en el arranque, el bloqueo por vapor y los cierres involuntarios de la válvula de exceso de flujo. Normalmente, la caída de presión desde el depósito hasta la entrada de la bomba debe ser inferior a 2 psi.

La instalación de tuberías o accesorios demasiado pequeños aumentará la presión diferencial del sistema, provocará vaporización y restricciones en la entrada, lo que degradará gravemente el rendimiento del sistema. En general, las válvulas de suministro de líquido del depósito y las tuberías y componentes de suministro de la bomba deben tener un tamaño igual o superior al de la entrada de la bomba. Elimine cualquier accesorio innecesario, especialmente en la línea de suministro de líquido, ya que es donde se producirán la mayor parte de las pérdidas de presión y la vaporización. Utilice accesorios y válvulas de baja restricción, lo que minimizará las pérdidas de presión, y asegúrese siempre de que todos los elementos del filtro estén limpios. Minimice el uso de codos, tes y ramales en la tubería de entrada de la bomba. Utilice codos de 45° siempre que sea posible. No se recomienda el uso de tes taponadas a modo de codos, a menos que sea absolutamente necesario para conexiones adicionales o futuras. Aunque es deseable minimizar la longitud de la tubería de entrada de la bomba, situarla "lo más cerca posible" de la salida del depósito puede provocar restricciones excesivas si se utilizan codos y/o accesorios adicionales.

Tubería de la línea de succión

Una de las consideraciones más importantes para una instalación adecuada es la tubería de la línea de succión. Una línea de succión correctamente diseñada minimizará la formación de vapor al limitar las restricciones de la línea y evitar la formación de bolsas de vapor. Dada la tendencia del GLP líquido a vaporizarse, el diseño de la tubería de admisión desempeña un papel fundamental en la eficiencia de todo sistema.

A continuación se indican algunas buenas prácticas de diseño para las instalaciones de tuberías de succión de GLP. El cumplimiento de estas directrices favorecerá una mayor vida útil de la bomba.

1. La tubería de entrada desde el tanque hasta la bomba debe ser lo más corta posible, cumpliendo las siguientes condiciones:
 - A. La tubería, en el punto de conexión con la entrada de la bomba, debe tener el diámetro completo de la entrada, ser recta y no presentar accesorios ni componentes que puedan causar turbulencias o vaporización.
 - B. Este tramo final de tubería recta debe tener una longitud mínima de 10 veces el diámetro de la entrada de la bomba (es decir, una entrada de 2" = 20" de tubo recto), y estar roscada o embreada directamente a la entrada de la bomba, sin accesorios adicionales. **Figura 6**

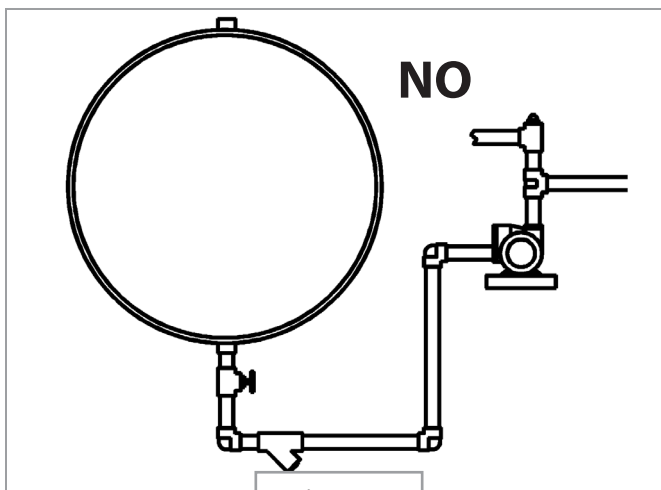


Figura 5

2. La bomba debe estar siempre a un nivel inferior al nivel de líquido más bajo del depósito. Instale la bomba de manera que se eliminen los puntos bajos o las curvas en la tubería. **Figura 5**
3. Proteja la bomba y las tuberías de entrada de la luz solar directa para reducir los problemas de cebado. Pintar las líneas de succión de blanco ayudará a reducir la absorción de calor radiante. **Nota:** la pintura de aluminio absorbe el calor infrarrojo a un ritmo mayor que los colores pastel o el blanco.
4. Las pérdidas de presión en la línea de succión deben ser inferiores a 2 psi (0.14 bar). Para minimizar las pérdidas de presión en la línea de succión, utilice válvulas y accesorios de baja restricción. Además, son preferibles los codos de radio de barrido largo. Si es posible, los cambios en el tamaño de la tubería deben realizarse verticalmente, donde la tubería sale por primera vez del depósito. Este tipo de instalación permite que el vapor fluya hacia arriba y que el tamaño de la tubería se mantenga constante hasta la bomba. Siempre que sea posible, limite los codos en el flujo de entrada a un total de no más de 180° de curvas (es decir, 2 codos de 90°, o 1 codo de 90° y 2 de 45°).

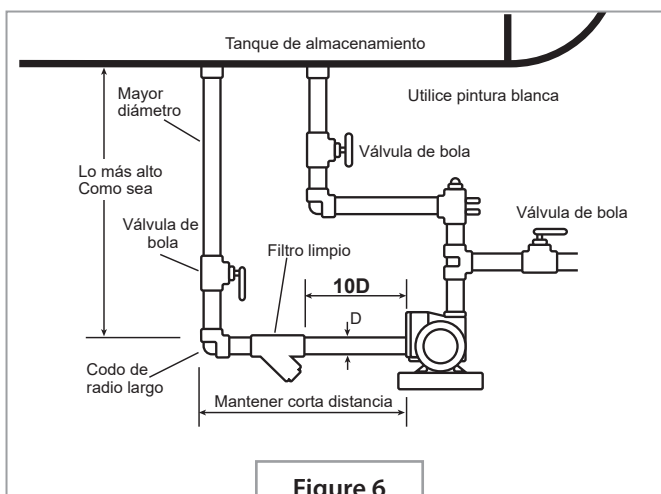


Figure 6

5. El accesorio o filtro más cercano debe estar a una distancia mínima de 10 diámetros de tubería de la entrada de la bomba. Siempre que sea posible, limite las conexiones en codo a un máximo de 3 codos. Utilice de ¼ de vuelta para el aislamiento de los componentes. Es una buena práctica instalar 3 válvulas de bola de paso total, aislando la bomba, el bypass, filtro y la manguera flexible para el

mantenimiento, con una válvula de purga instalada para la despresurización de la sección. Estos son los componentes que con mayor probabilidad requerirán mantenimiento y, por lo tanto, se puede acceder a ellos fácilmente con una pérdida mínima de producto.

Manómetros de diagnóstico de entrada/salida

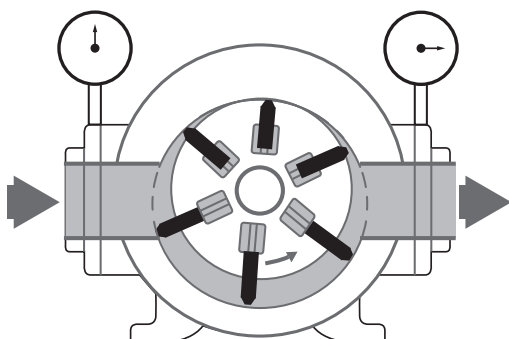


Figura 7

6. Se recomienda encarecidamente instalar manómetros de entrada y salida con fines de diagnóstico y para confirmar la presión diferencial a fin de ajustar la presión de derivación. Los manómetros pueden instalarse directamente en los puertos de medición de la bomba. **Figura 7.** Los manómetros de buena calidad, llenos de glicerina y con una capacidad de al menos 400 psi (27.5 bar), ofrecerán los mejores resultados. Se pueden utilizar válvulas de aislamiento en el vástago del manómetro.
7. Revise y limpie los filtros de entrada con regularidad. La primera limpieza tras la instalación, o al abrir el sistema para su mantenimiento, debe realizarse antes de alcanzar los 1000 galones de funcionamiento. Colocar un pequeño imán en el filtro puede ayudar a atrapar el óxido y el material ferroso, y prolongar la vida útil de la bomba y el medidor.
8. Utilice únicamente reductores excéntricos con el lado plano hacia arriba al cambiar el tamaño de la tubería en horizontal. **Figura 8.** Se pueden utilizar reductores concéntricos si se reduce el tamaño de la línea en vertical, y lo más cerca posible de la salida de la válvula interna. No se recomienda el uso de casquillos. **Figura 9.**

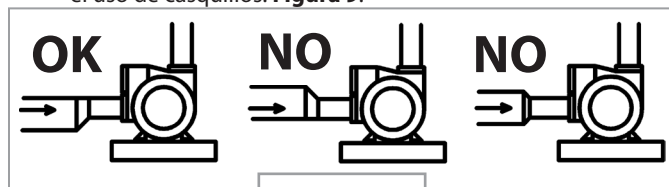


Figura 8

9. No alimente una bomba desde una abertura de líquido en el depósito cuyo diámetro sea menor que el de la entrada de la bomba. Las bombas siempre deben tener una tubería de alimentación desde el depósito de un tamaño igual o mayor. Cuando se utilice una abertura de depósito más pequeña para alimentar una bomba de entrada más grande, **NO** realice la transición a un tamaño mayor en la entrada de la bomba, ni en un tramo de 10 diámetros de tubería. Esto puede provocar una caída de presión y vaporización, ya que el líquido se expandirá donde aumenta el tamaño de la tubería, causando una caída de presión. Esto resulta especialmente problemático cuando la bomba arranca tras haber estado parada durante un tiempo. El aumento de tamaño desde la válvula interna del

depósito debe serlo más cerca posible de la válvula interna y, a ser posible, en posición vertical. **Figura 10.**

10. Deben evitarse las tuberías de entrada largas, incluso cuando son tan grandes que prácticamente no tienen pérdida por fricción. Por la noche o en climas fríos, el líquido se enfriará. Luego, a medida que el día se calienta o que la luz del sol incide sobre las tuberías, el líquido frío se calentará, lo que provocará que parte del líquido se vaporice. Este vapor reducirá el caudal de la bomba y aumentará el ruido y la vibración. Para minimizar este problema, las tuberías de entrada deben estar niveladas o tener una pendiente ascendente hacia el depósito de suministro, de modo que los vapores puedan volver al depósito. **Figura 11.**
11. Evite los cuellos de ganso de tubería ascendentes descendentes donde puedan acumularse vapores. **Figura 5.**
12. Cuando se alimenten dos o más bombas desde la misma abertura de líquido del depósito, asegúrese de que cada bomba reciba una longitud de tubería igual con el mismo número de codos. El colector debe tener el tamaño adecuado para proporcionar un caudal suficiente a ambas bombas. Esto minimizará la posibilidad de que la trayectoria del flujo «favorezca» a una bomba sobre la otra, lo que podría provocar que una bomba se quedara sin líquido cuando ambas estén en funcionamiento.

Nota: Si ambas bombas van a funcionar al mismo tiempo, la tubería común debe dimensionarse para soportar la capacidad de ambas bombas. **Figura 12.**

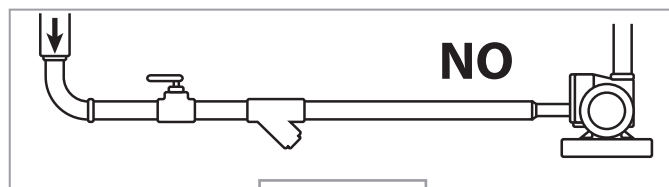


Figura 9

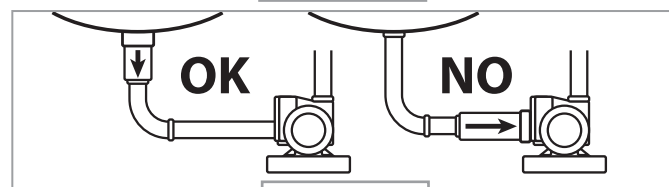


Figura 10

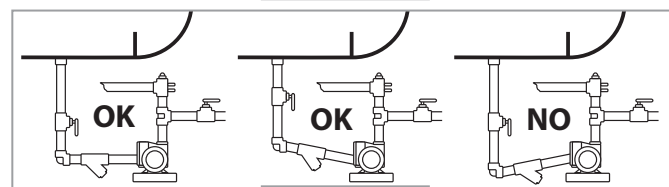


Figura 11

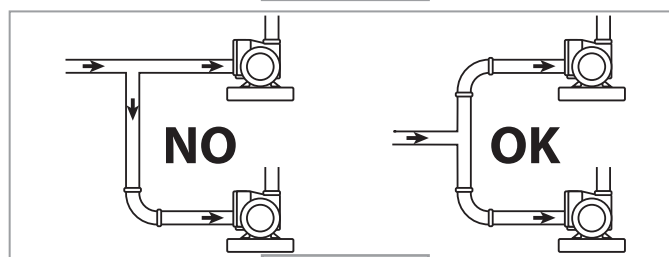
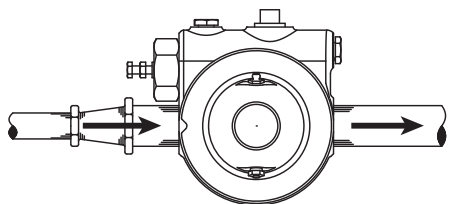


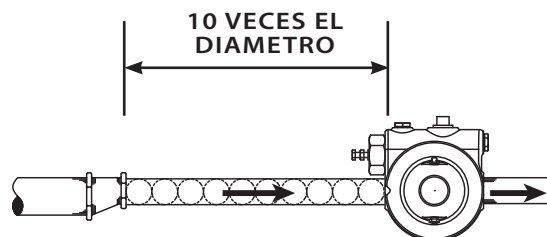
Figura 12

A continuación se ofrecen algunas pautas sencillas para la instalación de las tuberías de entrada:



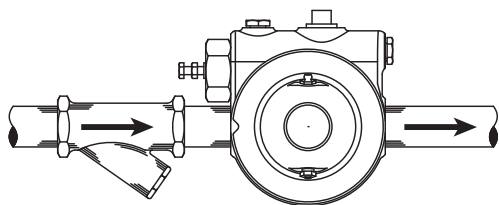
NO

No obstruya la tubería de entrada.



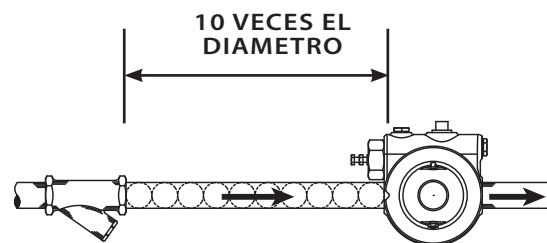
SÍ

Utilice una tubería de entrada del mismo tamaño o mayor que la conexión de entrada de la bomba.



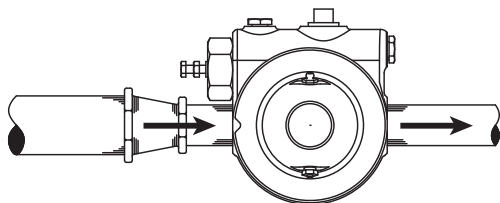
NO

No instale accesorios restrictivos cerca de la entrada de la bomba.



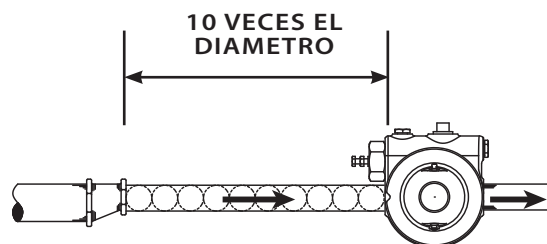
SÍ

Siempre que sea posible, instale los accesorios al menos a una distancia equivalente a 10 diámetros de tubería aguas arriba de la entrada de la bomba.



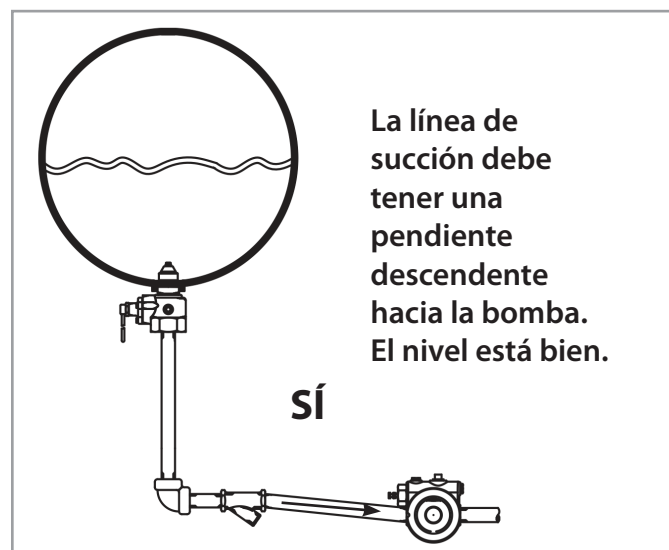
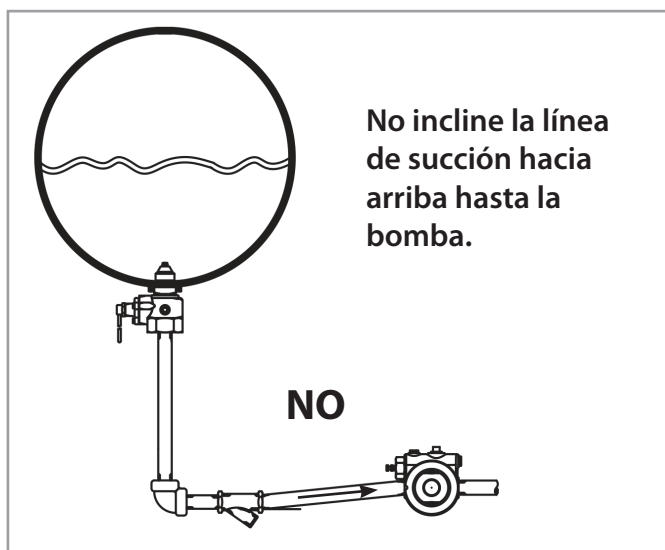
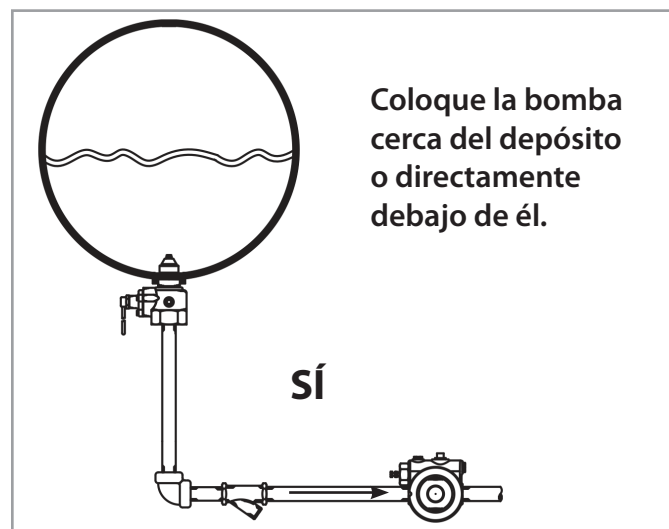
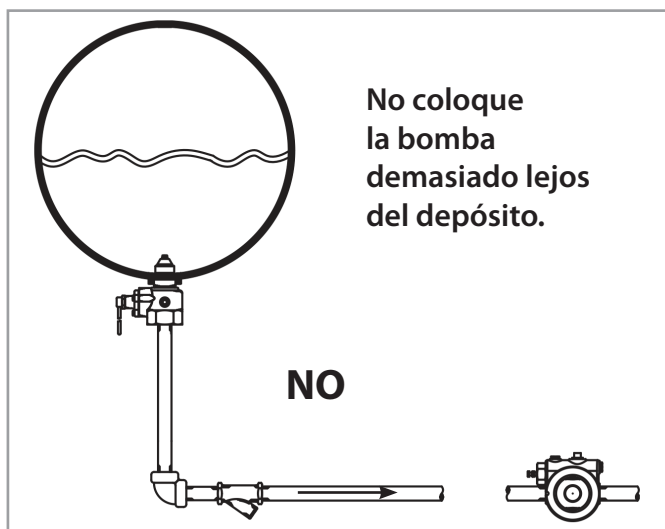
NO

No utilice reductores concéntricos en la succión de la bomba.



YES

Utilice reductores excéntricos en la aspiración de la bomba. Instale el reductor con la parte plana hacia arriba.



Cebado de la bomba

Problemas de cavitación y bloqueo por vapor

Las bombas de autogás con alta presión diferencial tienden a acelerar rápidamente hasta las revoluciones máximas, lo que puede reducir la presión de entrada y provocar vaporización, lo que a su vez puede dar lugar a cavitación y bloqueo por vapor. Esto puede ser aún más notable cuando las limitaciones del equipo requieren el uso de una válvula de extracción de líquido de tamaño insuficiente (por ejemplo, una válvula interna de 1-1/4" que alimenta una bomba de entrada de 2"). Existen métodos opcionales para ayudar a prevenir los problemas de bloqueo por vapor.

Un método para ayudar a eliminar rápidamente los vapores es utilizar una válvula de derivación con un orificio de purga. Todas las válvulas de derivación Blackmer® y Ebsray® RV18CBS (sistema de purga constante) cuentan con esta característica. Cabe señalar que durante las operaciones normales de bombeo se purgará una pequeña cantidad de líquido a través de este orificio.

Si hay un exceso de vapores que evacuar o se utiliza un depósito subterráneo, se puede emplear la válvula de derivación Ebsray RV18VRS (sistema de eliminación de vapores). Esta válvula de derivación cuenta con una "válvula de retención de bola" que permite eliminar rápidamente los vapores. **Figura 20.** La válvula de retención de bola actúa como una válvula de exceso de caudal que permite que los vapores se escapen, pero una vez que la bomba se ceba y está bombeando líquido, la presión del líquido cierra la bola por completo. La válvula de derivación actúa entonces como una válvula de alivio estándar sin purga constante.

Otra opción para minimizar o evitar el bloqueo por vapor es la instalación de un "colector de purga de vapor". Se trata, en esencia, de una válvula de exceso de flujo de bajo flujo, instalada en un colector que derivará la válvula de derivación durante el arranque. Si hay vapores presentes cuando se enciende la bomba y la velocidad de la bomba aumenta hasta la velocidad de funcionamiento normal, la presión de descarga de la bomba no será suficiente para abrir la

válvula de derivación. El vapor se desviará a través de la válvula de exceso de caudal hasta que la bomba se ceba, se elimine el vapor y la descarga de líquido alcance la presión diferencial establecida. Una vez que se aplique líquido a plena presión a la válvula de exceso de caudal y a la válvula de derivación, el exceso de caudal se controlará y la derivación funcionará con normalidad. **Figura 13.**

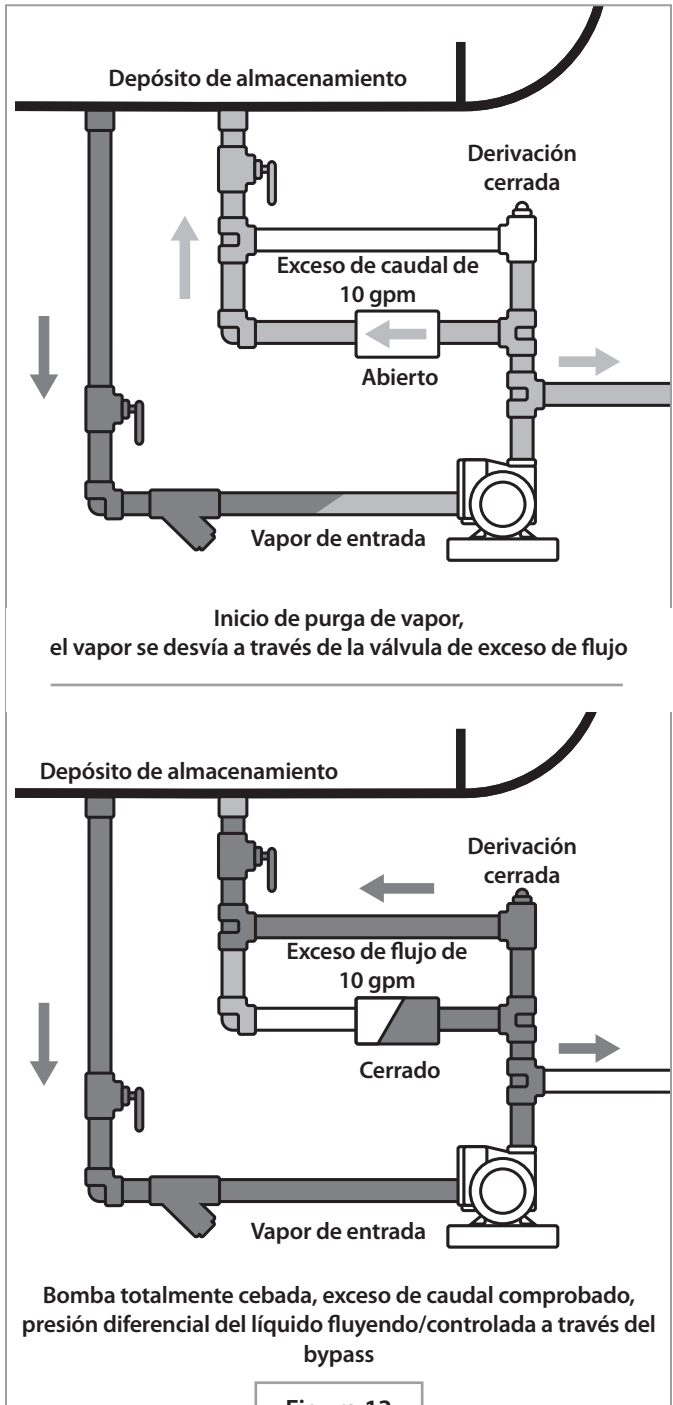


Figura 13

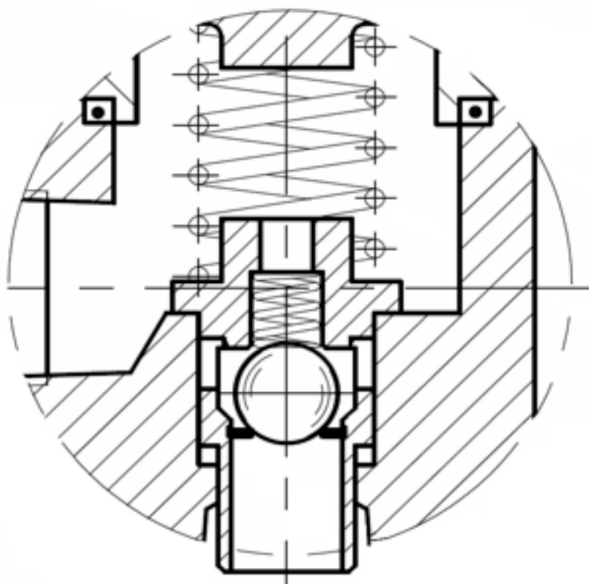
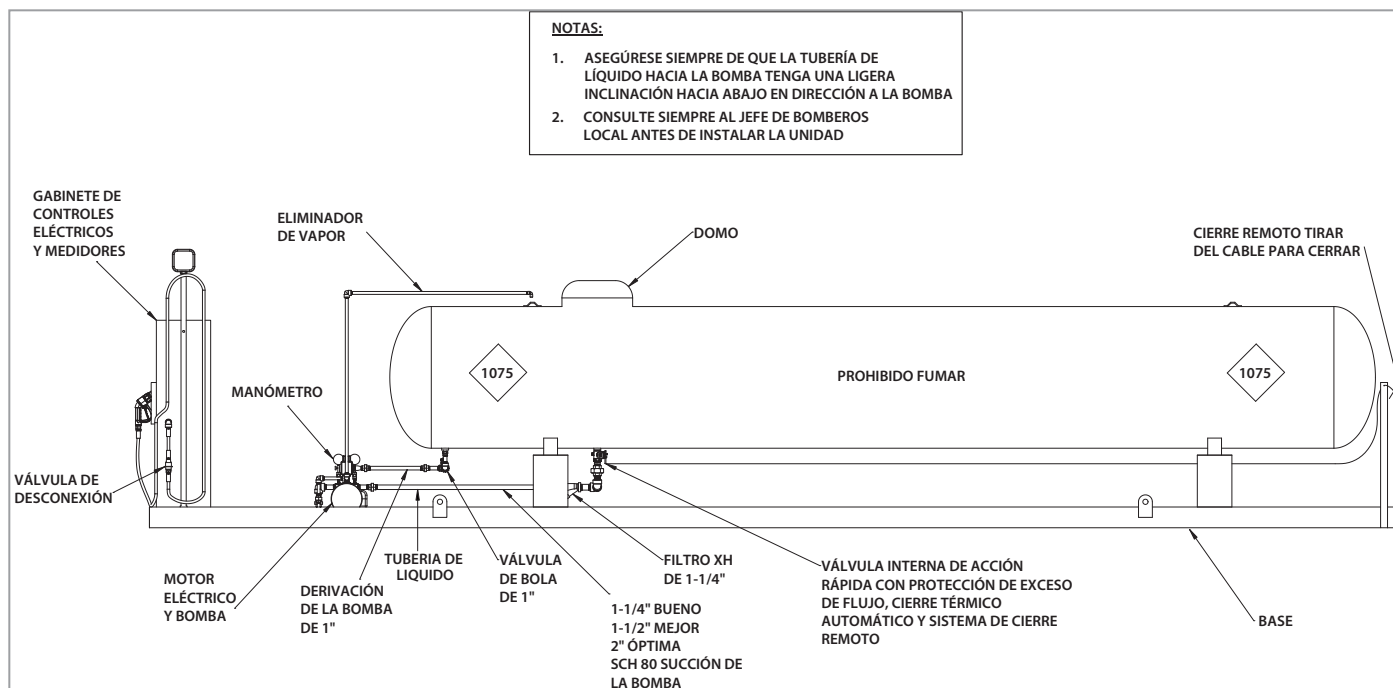


Figura 20



Cálculo de la tubería de entrada a la bomba

Utilice lo siguiente como ayuda para calcular las restricciones de la tubería de entrada:

Responda a las siguientes preguntas:

Tamaño del depósito:	
Diámetro de la abertura del depósito:	
Válvula interna: marca y tamaño:	
Diámetro de la tubería:	
Longitud total de la tubería de entrada recta:	
Número de codos de 90°:	
Número de codos de 45°:	
Número de accesorios en T utilizados como codos:	
Número de uniones/acoplamientos:	
Número de reductores:	
Número y tipo de válvulas de control:	
(Válvula de bola, válvula de compuerta, paso total?)	
Tipo de filtro (filtro en Y o en T):	
Tamaño del filtro:	
Longitud del tubo flexible:	
Bomba: marca, modelo y tamaño:	
Caudal previsto:	

Ejemplo n.º 1 – Tubería de 1.25"

Tamaño del depósito:	1,000 galones
Diámetro de la abertura del depósito:	1.25 pulgadas
Válvula interna – Marca y tamaño:	1.25 pulgadas = 70'
Diámetro de la tubería:	1.25 pulgadas
Longitud total de la tubería de entrada recta:	12' de longitud total
Número de codos de 90°:	1 = 4.5 pies de tubería
Número de codos de 45°:	0 (1 = 4' m de tubería)
Número de accesorios en T utilizados como codos:	1 = 8' tubería *
Número de uniones/acoplamientos:	2 = 1'
Número de reductores:	1 = 38' de tubería
Número y tipo de válvulas de control:	1 de bola = 0.5'
(Válvula de bola = 0,5', válvula de globo = 35', válvula de compuerta = 3')	
Tipo de filtro (filtro en Y o en T):	Y del mismo tamaño = 25'
(1 Y del mismo tamaño que la tubería = 25', 1 Y del siguiente tamaño superior = 16')	
Tamaño del filtro:	1.25"
Longitud del tubo flexible:	1.5' = ~3'
Bomba – Marca, modelo y tamaño:	LGL156
Caudal previsto:	22 GPM

El equivalente total de tubería recta es de 162'. La caída de presión es de 3,5 PSI/100' a 22 GPM en una tubería de 1,25". Esto equivale a 5,6 PSI. Esta caída de presión supera la caída de presión de entrada de 2 PSI. Los 22 GPM también superan la tasa de extracción del 2 %

Este depósito no funcionará correctamente y NO se recomienda.

* NO se recomiendan los accesorios en T.

Ejemplo n.º 2 – Tubería de 1.5"

Tamaño del depósito:	2,000 galones
Diámetro de la abertura del depósito:	1.5 pulgadas
Válvula interna – Marca y tamaño:	1.5 pulgadas = 70'
Diámetro de la tubería:	1.5 pulgadas
Longitud total de la tubería de entrada recta:	12' de longitud total
Número de codos de 90°:	1 = 5 pies de tubería
Número de codos de 45°:	0 (1 = 4' de tubería)
Número de accesorios en T utilizados como codos:	1 = 9' de tubería*
Número de uniones/acoplamientos:	2 = 1'
Número de reductores:	1 = 22' de tubería
Número y tipo de válvulas de control:	1 de bola = 0.5'
(Válvula de bola = 0,5', válvula de globo = 35', válvula de compuerta = 3')	
Tipo de filtro (filtro en Y o en T):	Y del mismo tamaño = 25'
(1 Y del mismo tamaño que la tubería = 25', 1 Y del siguiente tamaño superior = 16')	
Tamaño del filtro:	1.5"
Longitud del tubo flexible:	1.5' = ~3'
Bomba – Marca, modelo y tamaño:	LGL156
Caudal previsto:	22 GPM

Equivalente total de tubería recta = 147.5'. La caída de presión es de 1.1 PSI/100' a 22 GPM en una tubería de 1.5". Esto equivale a una caída de presión de 1.62 PSI. OK: caída de presión de entrada inferior a 2 PSI. 22 GPM no supera la tasa de extracción del 2 %. **Este sistema debería funcionar bien.** Según el ejemplo anterior, cualquier diámetro de tubería superior a 1.5" no superará la caída de presión de entrada de 2 PSI.

* NO se recomiendan los racores en T.

Ejemplo n.º 3: tubería de 2"

Tamaño del depósito:	1,000 galones
Diámetro de la abertura del depósito:	1.25 pulgadas
Válvula interna – Marca y tamaño:	1.25 pulgadas = 70'
Diámetro de las tuberías:	1.25 y 2 pulgadas
Longitud total de la tubería de entrada recta:	12' de longitud total
Número de codos de 90°:	1 - 2" = 6' de tubería
Número de codos de 45°:	0 (1 - 2" = 2.5' de tubería)
Número de accesorios en T utilizados como codos:	1 - 2" = 12' de tubería*
Número de uniones/acoplamientos:	2 - 2" = 1'
Número de reductores:	1 = 22' de tubería
Número y tipo de válvulas de control:	1 - Bola de 2" = 0.5'
(Esférica = 0,5', de asiento = 35', de compuerta = 3')	
Tipo de filtro (filtro en Y o en T):	Y del mismo tamaño = 25'
(1 Y del mismo tamaño que la tubería = 25', 1 Y del siguiente tamaño superior = 16')	
Tamaño del filtro:	2"
Longitud del tubo flexible:	1.5' = ~3'
Bomba – Marca, modelo y tamaño:	LGL156
Caudal previsto:	22 GPM

Equivalente total de tubería recta = 154'. La caída de presión es de 0.4 PSI/100' a 22 GPM en una tubería de 2". Esto equivale a una caída de presión de 0.7 PSI. Correcto: caída de presión de entrada inferior a 2 PSI. 22 GPM supera la tasa de extracción del 2 %.

Esta instalación puede funcionar en días cálidos, pero sería cuestionable en instalaciones con clima frío.

* NO se recomienda el uso de racores en T.

4. Diseños y tecnologías de bombeo

Bombas de paletas deslizantes Blackmer® LG y LGL

Estas bombas de hierro dúctil, disponibles en tamaños de 1 a 4 pulgadas, cuentan con la certificación UL para su uso con GLP, butano y amoníaco anhidro. Hay modelos disponibles para el llenado de autogas, el llenado de cilindros, vaporizadores y transferencia general.

Principios y tecnologías de bombeo

Existen dos tipos básicos de bombas: las de desplazamiento positivo (como las bombas de paletas deslizantes Blackmer) y las bombas dinámicas o de cambio de impulso (como las bombas de turbina regenerativa Ebsray). En la actualidad, hay varios miles de millones de cada tipo en uso en todo el mundo.

Las bombas de desplazamiento positivo (PD) tienen una pared móvil que empuja el fluido mediante cambios de volumen. Se abre una cavidad y el fluido entra a través de una entrada. A continuación, la cavidad se cierra y el fluido se desplaza hacia una salida. Las bombas PD pueden clasificarse en dos grupos básicos: alternativas y rotativas. Tanto las bombas de paletas deslizantes como las de engranajes se consideran bombas rotativas.

Todas las bombas de desplazamiento positivo proporcionan un caudal casi constante en un amplio rango de aumentos de presión, mientras que las bombas dinámicas (centrífugas) ofrecen un aumento de presión uniforme en un rango de caudales. Una bomba de desplazamiento positivo es adecuada para un alto aumento de presión y un caudal bajo, y su mayor ventaja es la capacidad de manejar una cantidad limitada de vapores arrastrados.

Las bombas de paletas deslizantes Blackmer se fabrican y diseñan específicamente para aplicaciones de GLP. Una bomba de paletas deslizantes consta de un rotor ranurado acoplado a un eje giratorio. Las paletas se montan en las ranuras del rotor y se deslizan libremente hacia dentro y hacia fuera durante el funcionamiento. Se mecaniza un perfil de leva excéntrica en el revestimiento, formando la cámara de bombeo.

En el puerto de admisión, el fluido es aspirado hacia la cámara de bombeo, formada por las superficies del rotor y el revestimiento. Un volumen de fluido, atrapado entre dos paletas, es empujado a lo largo de la cámara de bombeo. En el puerto de salida, las paletas se deslizan de nuevo hacia la ranura y el fluido es expulsado a través de la tubería de descarga.

Las bombas Blackmer LGL utilizan camisas patentadas de supresión de cavitación para ayudar a reducir los efectos de la cavitación y los vapores arrastrados en los sistemas de GLP.

Funcionamiento de la bomba de paletas deslizantes

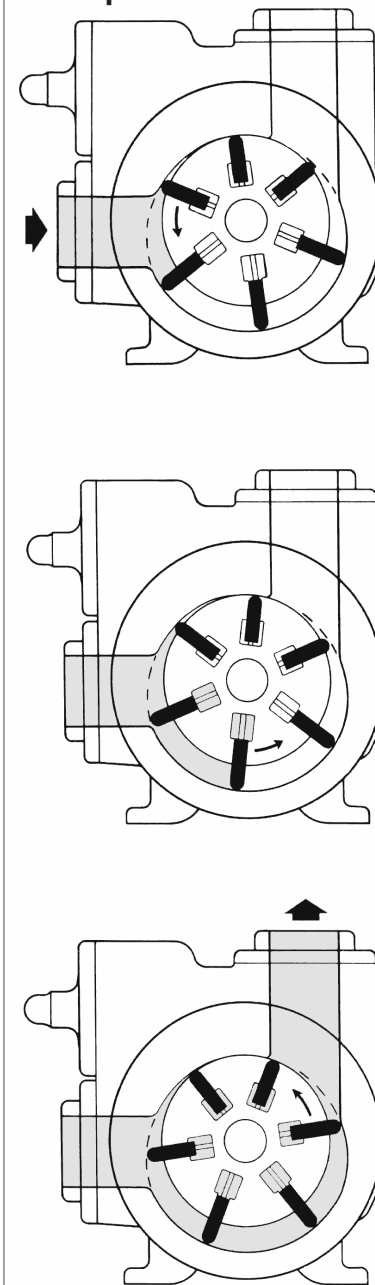


Figure 14

Blackmer® /Ebsray®

Bombas de turbina regenerativa

Las bombas de turbina regenerativa Blackmer / EBSRAY están disponibles en varios tamaños y actualmente se ofrecen con entrada y salida de 1". Las bombas RC20 ofrecen caudales de hasta 15 GPM (58 l/min) y las RC25, de hasta 25 GPM (94 l/min). Ambas bombas pueden funcionar con una presión diferencial de hasta 175 PSI (12 bar). La turbina regenerativa EBSRAY ofrece una opción compacta y de bajo mantenimiento para instalaciones de una o dos mangueras.

El diseño de la bomba de turbina regenerativa es muy singular y funciona según un principio diferente al de las bombas PD. Son ideales para manejar líquidos limpios a su punto de ebullición o cerca de él, por ejemplo, GLP, CO₂, (alimentación de calderas). Se trata de una bomba rotodinámica (a diferencia de una bomba PD) y, como tal, se incluye en la familia de las bombas centrífugas. Sin embargo, sus características de rendimiento (curva de H/Q y potencia) se asemejan más a las de una bomba PD.

Las bombas de turbina regenerativa se adaptan a requisitos de altas presiones diferenciales de 70 - 220 PSI (5 - 15 bar), con caudales de 5 - 53 GPM (20 - 200 l/min) y líquidos de baja viscosidad, como el GLP (< 1,0 cSt).

El impulsor es un disco giratorio, sin contacto y de giro libre que presenta numerosas cavidades o celdas (normalmente unas 60) en su periferia. Cuando el líquido entra por el puerto de succión, es recogido por el impulsor y acelerado instantáneamente en el estrecho canal hidráulico (voluta de la carcasa) que rodea las celdas. Se imprime energía cinética al líquido, que es lanzado hacia fuera por la fuerza centrífuga del líquido en las celdas dentadas, mientras circula radialmente alrededor del canal. Véase la **figura 15**.

El resultante movimiento en espiral o "aceleración" del líquido muchas veces (a velocidades sónicas) en una sola revolución genera energía y presión de forma incremental. Esta "aceleración" o regeneración incremental de las numerosas pequeñas celdas de líquido crea la capacidad de presión diferencial de la bomba; de ahí el nombre de "turbina regenerativa".

La turbina regenerativa tiene una capacidad única para resistir la cavitación y funciona sin vibraciones ni ruido en condiciones de NPSHa extremadamente bajas. Las bombas ofrecen un rendimiento multietapa a partir de un impulsor de una sola etapa. Las bombas tienen un diseño compacto con menos componentes giratorios y sujetos a desgaste.

El impulsor hidráulicamente equilibrado flota axialmente sobre el eje, efectivamente en un sándwich de líquido entre la tapa y el cuerpo. Este diseño garantiza una vida útil muy larga de los componentes hidráulicos y limita la carga axial y el empuje sobre el eje y los cojinetes.

Las bombas de turbina regenerativa también ofrecen excelentes capacidades de cebado y manejo de vapor en instalaciones de autogás GLP. Los sistemas de autogás deben dimensionarse adecuadamente para la aplicación, teniendo en cuenta el tamaño del depósito, el número de mangueras y el caudal deseado. La instalación de bombas de turbina regenerativa más grandes y

sobredimensionadas en pequeñas instalaciones de autogás puede causar problemas, especialmente cuando el nivel de gas en el depósito es bajo. Las bombas pueden funcionar sin cavitación a velocidades del motor de hasta 3800 rpm sin comprometer su vida útil, al tiempo que ofrecen una descarga suave y sin pulsaciones y características hidráulicas "suaves".

Comentarios generales sobre los conjuntos de bombeo:

- Los proveedores de surtidores y los usuarios deben evaluar los requisitos de llenado y seleccionar la bomba adecuada para satisfacer dichos requisitos.
- Se dispone de curvas de bombeo que muestran los requisitos de caudal, presión diferencial y potencia en diversas condiciones de funcionamiento para satisfacer las necesidades del sistema.
- La mayoría de los vehículos requieren una presión diferencial mínima de 125 psi para llenar los depósitos.
- Deben instalarse filtros en la entrada de la bomba para evitar que entren residuos extraños en la bomba, situados a una distancia mínima de 10 diámetros de tubería de la entrada de la bomba.
- El tamaño de malla mínimo recomendado es de 80 mesh.

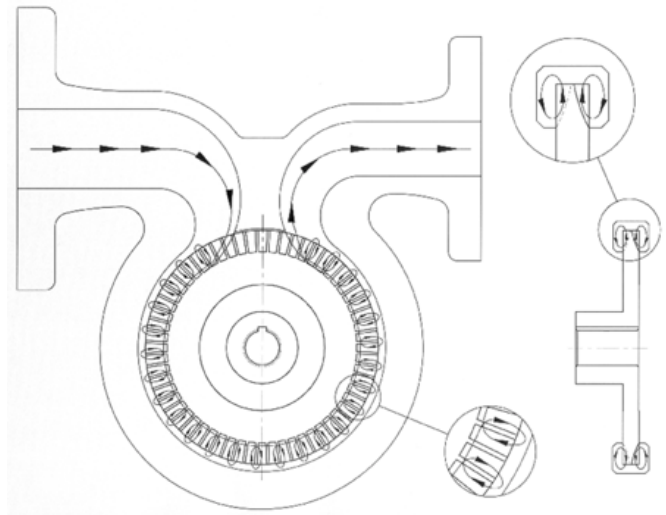


Figura 15

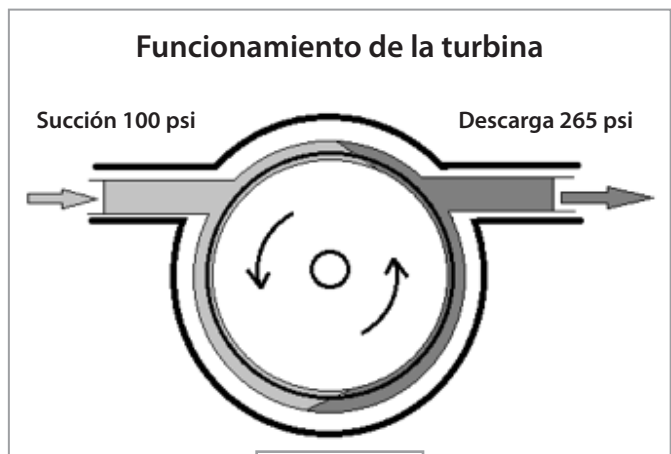


Figure 16

5. Selección de motor

Esta sección es una guía para ayudar en la selección y el dimensionamiento de los motores eléctricos utilizados para accionar las bombas de autogás. Solo el personal calificado y formado en la instalación y el funcionamiento seguro del equipo debe instalar la unidad. Al conectar una unidad a la red eléctrica, siga el NEC (Código Eléctrico Nacional) y cualquier otro código eléctrico local (específico del país) que pueda aplicarse durante la instalación. Verifique toda la información eléctrica antes de poner en marcha la unidad. Esta sección no pretende servir de referencia ni de autoridad para el diseño, la construcción o la aplicación de sistemas eléctricos.

Dimensionamiento del cableado del motor:

En la **tabla 1** se indican los tamaños de los motores y el calibre de cable recomendado correspondiente en función de la distancia entre la fuente y la carga. A medida que aumenta la distancia entre la fuente y la carga, el voltaje desciende debido a la resistencia y la reactancia de un calibre concreto de cable. El cable debe tener el calibre adecuado para que esta caída de tensión se mantenga dentro de un rango aceptable. Esto es especialmente importante para aplicaciones con motores monofásicos. Las siguientes directrices son mínimas.

Alimentación trifásica:

Se recomienda utilizar alimentación trifásica siempre que sea posible. El motor trifásico tiene un diseño más sencillo, es más eficiente por naturaleza y también más económico que los motores monofásicos. El motor trifásico permite un par de arranque más elevado, un funcionamiento más suave y permite el uso de cables de menor sección en distancias mayores. La alimentación monofásica se puede convertir a trifásica utilizando un convertidor de fase, que es fácil de conseguir y económico.

Los motores monofásicos suelen requerir el uso de calentadores y drenajes debido a la acumulación de condensación en el motor. Estos problemas suelen hacer que los motores trifásicos sean una mejor opción para proporcionar un servicio prolongado y sin problemas.

Tabla 1: Cableado recomendado para motores *

Motor				Sección de cable recomendada, AWG		
CV	Fase del motor	Voltaje	Amperios a plena carga	Longitud del recorrido en pies		
				0-100	Hasta 200	Hasta 300
3	1	120	42.5	4	2	1/0
		240	21.25	10	8	6
	3	240	12	12	12	10
		480	6	12	12	12
5	1	120	70	3	1/0	2/0
		240	35	8	6	4
	3	240	19	12	10	8
		480	9.5	12	12	12
7.5	3	240	27.5	10	8	6
		480	13.75	12	12	12

Diseño del sistema:

Los sistemas se diseñarán de acuerdo con las normas de la NFPA y los códigos locales. Se recomienda utilizar en el sistema una válvula de derivación fabricada por Blackmer o Ebsray, ya que están diseñadas para permitir un rendimiento y una estabilidad óptimos del sistema. A continuación se incluye una lista de boletines informativos que también sirven de guía para la instalación de una bomba y una válvula de derivación Blackmer.

Boletín de aplicación 500-001: Manual de gas licuado

Instalación, funcionamiento y mantenimiento 501-K00: Bombas de la serie LGL150

Instalación, funcionamiento y mantenimiento 501-B00: Bombas de las series LGL1.25 y LGL1.5

Instalación, funcionamiento y mantenimiento 505-A01, A02, A03: Válvulas de derivación:

instalación, funcionamiento y mantenimiento 551-A00: Bombas de las series RC20 y RC25

Instalación, funcionamiento y mantenimiento 551-E00: Válvulas de derivación RV18

6. Sistema de Tubería para la válvula de derivación

Todos los sistemas de Autgas deben estar equipados con una válvula de derivación independiente conectada al espacio de vapor del depósito de suministro. (**Véanse las figuras 6 y 13**)

Si no hay un sistema de tuberías de derivación, el líquido recirculará dentro de la bomba. Este líquido recirculado se calentará rápidamente y se vaporizará. La bomba puede funcionar completamente en seco o empezar a cavitarse, lo que reducirá considerablemente la vida útil de las paletas y los sellos mecánicos. Una línea de derivación conectada a la línea de succión tendrá el mismo efecto y **NO DEBE** utilizarse. Una línea de derivación de vuelta al depósito amplía el circuito de recirculación, lo que permite que el líquido recirculado se enfríe. La línea de derivación de retorno al depósito puede ir tanto a la parte inferior como a la parte superior del depósito, pero **SIEMPRE** dirigirse al espacio de vapor del depósito. Si la línea de derivación va al fondo del depósito, asegúrese de que haya un tubo vertical interno que conduzca al espacio de vapor del depósito. El retorno de la derivación al espacio de líquido de un depósito puede causar una contrapresión indeseable en la derivación y en la bomba.

Las tuberías de derivación y de retorno de vapor del medidor **NO** deben conectarse entre sí, ya que el líquido de la derivación, al estar bajo presión, podría fluir en sentido inverso y afectar negativamente a la vida útil y al rendimiento del medidor. Conduzca cada línea de retorno a una abertura específica y sin restricciones en el depósito. Cuando no se esté dispensando y se devuelva el caudal completo al depósito de suministro, las tuberías de derivación y retorno deben ser capaces de devolver el caudal total de la bomba. Esto requerirá, por lo general, un circuito de derivación de al menos $\frac{3}{4}$ " o 1" hacia el espacio de vapor del depósito. Aunque se pueden utilizar válvulas «combinadas» para dar cabida a ambas funciones, no se recomiendan.

La línea de retorno de la válvula de derivación al depósito **NO** debe tener ninguna restricción que pueda afectar negativamente, limitar o bloquear la función de purga de vapores sin restricciones durante el cebado de la bomba. La línea de retorno de la tubería de derivación no debe tener puntos bajos en los que se pueda acumular líquido y aumentar la presión de la línea de retorno. La tubería de retorno debe estar nivelada o ascender hasta el espacio de vapor del depósito de suministro. **Figura 17**. La línea de retorno de la tubería de derivación debe tener un tamaño adecuado para poder soportar la capacidad de caudal total de la bomba cuando el sistema se encuentra en modo de derivación total. Es una buena práctica utilizar tuberías del mismo tamaño que la abertura de derivación, es decir, utilizar tuberías de 1" cuando se utilice una válvula de derivación BV1 o RV18CBS2.

En el caso de las bombas con válvula de alivio interna (la mayoría de las bombas de desplazamiento positivo de paletas deslizantes), la

válvula de derivación externa debe ajustarse al menos 25 psi (1.7 bar)

por debajo del ajuste de la válvula de alivio interna de la bomba. Esto garantizará que la válvula de derivación externa se abra primero. La válvula de alivio interna de la bomba solo debe abrirse como dispositivo de protección de emergencia para proteger la bomba. Si se utiliza, la válvula de alivio interna de la bomba devuelve el fluido de descarga a la entrada de la bomba, lo que provocará rápidamente un desgaste interno de la bomba.

Blackmer® y Ebsray® ofrecen válvulas de derivación tanto para los modelos de bombas de paletas deslizantes Blackmer como para los de turbina regenerativa. La válvula de derivación (BV) debe dimensionarse y seleccionarse para que se adapte al sistema. No utilice una válvula de derivación existente en una actualización de la bomba sin confirmar que tiene el rango de presión correcto para la nueva aplicación de la válvula.

La válvula de derivación **DEBE** montarse en posición vertical. Los montajes horizontales pueden afectar al funcionamiento de la derivación y a la eliminación de vapor, lo que dará lugar a una estabilidad deficiente de la presión diferencial. **Figura 18**.

Las válvulas de derivación se dimensionarán y ajustarán de modo que la presión máxima del sistema no supere la presión nominal de servicio más baja de cualquier componente utilizado en el sistema de suministro.

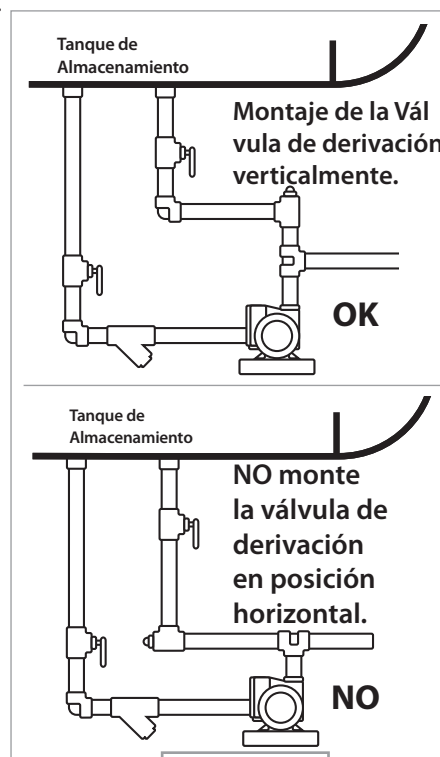


Figure 18

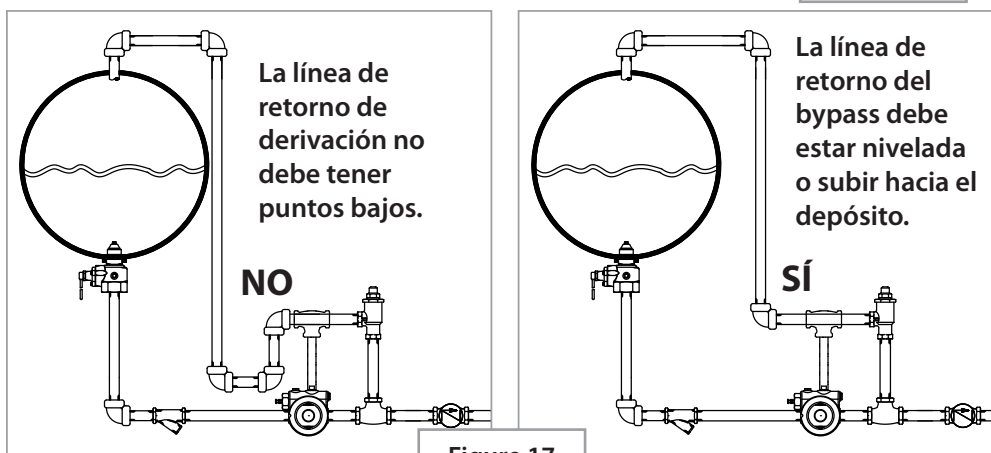


Figure 17

Válvulas de derivación

Como se ha mencionado anteriormente, todas las bombas de GLP deben estar equipadas con una válvula de derivación de retorno al tanque que conduzca al espacio de vapor del tanque de suministro. Para este fin, Blackmer y Ebsray ofrecen una variedad de válvulas de derivación, todas fabricadas en hierro dúctil. Las válvulas de derivación están diseñadas para permitir únicamente el control y el ajuste de las presiones diferenciales de la bomba y del sistema. Son dispositivos accionados por resorte que, por su diseño, no pueden cerrarse de forma positiva.

Blackmer ofrece varios tamaños: 0.75, 1, 1.25, 1.5 y 2 pulgadas. Todas las válvulas de derivación de Blackmer y Ebsray están homologadas por Underwriters' Laboratories para su uso con gas licuado de petróleo (GLP).

Las válvulas de derivación Ebsray modelo RV18 tienen puertos roscados NPT de 1" y se ofrecen con dos opciones de configuración.

- 1. La opción **de sistema de purga constante (CBS) (Figura 19)** permite una "purga" controlada del vapor, mejorando las capacidades de autocebado y eliminación de vapor de la bomba. **NOTA:** Todas las válvulas de derivación Blackmer utilizan un orificio similar tanto para igualar la presión como para "purgar" los vapores.

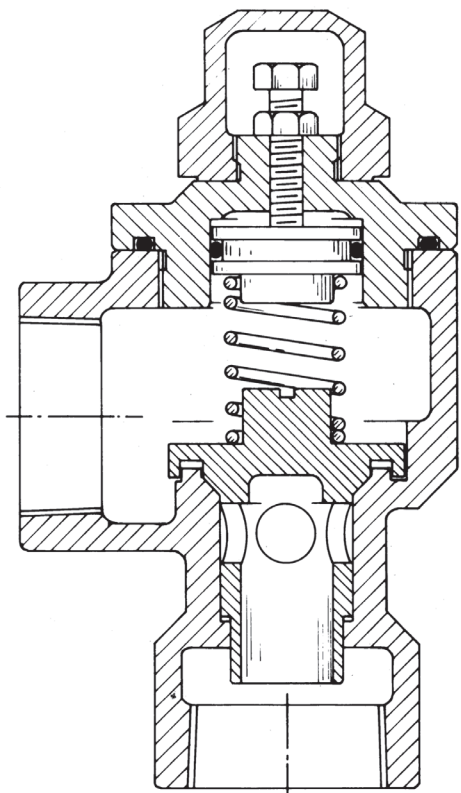


Figura 19

- 2. La opción **del sistema de eliminación de vapores (VRS) (Figura 20)** proporciona un rápido paso de los vapores hasta que el líquido llega a la válvula y, a continuación, cierra el orificio de vapores para obtener la máxima eficiencia y caudal de la bomba. Es decir, cumple una función similar a la de una válvula de exceso de caudal. **NOTA:** una vez cerrado el orificio, la válvula funciona como una válvula de derivación estándar sin que el líquido se escape por el orificio.

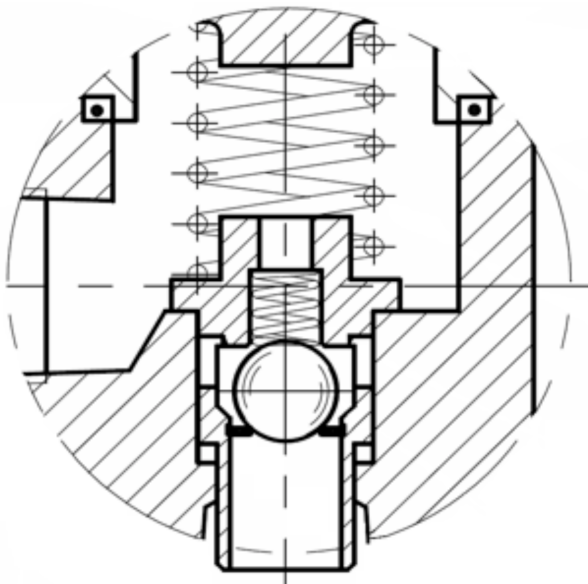


Figure 20

El código de modelo Ebsray RV que figura en la placa de características identifica el tipo de válvula y el resorte instalados en el bypass.

Ejemplo: RV18CBS2-023-02U01
02 es el código del resorte

Resortes RV18		
Código del resorte	Rango de presión diferencial de trabajo	Presión diferencial máxima al flujo máximo nominal
01	80 - 138 PSID (5.5 - 9.5 bar)	152 PSID at 53 US GPM (10.5 bar at 200 l/min)
02	87 - 196 PSID (6.0 - 13.5 bar)	210 PSID at 53 GPM (14.4 bar at 200 l/min)

Las válvulas de derivación Ebsray no vienen preajustadas de fábrica. Todas las válvulas de derivación deben ajustarse y verificarse en el lugar de instalación en condiciones normales de funcionamiento. Consulte los manuales de operación y mantenimiento de las válvulas de derivación para configurar y ajustar correctamente el ajuste de presión de la BV.

7. Componentes a la descarga

Blackmer no diseña, instala ni vende sistemas de autogás. Siga las instrucciones y directrices del fabricante del surtidor para su correcta instalación y uso, así como todas las normas y reglamentos federales, estatales y locales.

A continuación se enumeran los componentes de descarga más comunes utilizados en los sistemas de autogás:

- Tuberías, válvulas y accesorios de descarga
- Válvula de derivación y tuberías
- Armario del surtidor
- Contador y pantalla del surtidor
- Requisitos eléctricos
- Conjunto de manguera y boquilla
- Filtro de combustible en línea
- Cimentación de instalación

Tuberías de descarga, válvulas y accesorios. Por lo general, las tuberías de los armarios de los surtidores son de A53 Grado B o superior, Cedula 80 o materiales equivalentes homologados. Los accesorios roscados son de acero forjado, latón u otros materiales homologados para su uso con propano. Las válvulas de bola de paso total son las más adecuadas para el servicio de propano. Las válvulas internas, las válvulas de exceso de flujo y las válvulas de retención deben instalarse en las ubicaciones adecuadas y de conformidad con los códigos y normativas federales, estatales y locales. Es una buena práctica que la entrada y la salida de la bomba cuenten con válvulas de bola de paso total como sistema de aislamiento.

Válvula de derivación y tuberías: consulte la Sección 6 – Sistema de tuberías de la válvula de derivación, **página 18**, para obtener información sobre la instalación, el dimensionamiento y el uso de la válvula de derivación.

Las cabinas de los surtidores están fabricadas con materiales no inflamables ni combustibles, como acero recubierto, acero inoxidable, aluminio o materiales equivalentes. Deben cumplir todas las normativas federales, estatales y locales aplicables en el lugar de instalación. Por lo general, los paneles de acceso se pueden cerrar con llave para evitar manipulaciones indebidas y están montados de forma permanente en la base.

El medidor y el cabezal de visualización del surtidor suelen tener una pantalla digital que indica los volúmenes brutos o netos. Los medidores deben dimensionarse para cumplir una capacidad mínima y ser suficientes para cumplir las normas generales de rendimiento. Cuando sea necesario, se proporciona una compensación de temperatura que cumple todos los códigos y normativas federales, estatales y locales. Los medidores suelen estar provistos de un pozo termométrico secundario para probar/verificar (calibrar) el medidor. Existen dos métodos de dispensación con compensación de temperatura:

- Sistemas de dispensación electrónicos que utilizan transmisores de impulsos
- Compensación mecánica de la temperatura sin impulsos

La precisión y el funcionamiento de los medidores cumplen con los códigos y normativas federales, estatales y locales para la venta al por menor y/o la transferencia de custodia, y se inspeccionan antes de su puesta en funcionamiento para garantizar el cumplimiento de las normas de pesos y medidas de cada estado aplicables al lugar de instalación.

Las pantallas de los surtidores indican los galones o litros dispensados mediante un contador mecánico o electrónico y pueden incluir teclados alfanuméricos para facilitar la introducción de datos.

Requisitos eléctricos: consulte la Sección 5 – Selección del motor, **página 17**, para obtener información sobre los requisitos eléctricos. Los componentes eléctricos del surtidor deben cumplir con todos los códigos y normativas federales, estatales y locales para el suministro de propano de forma segura y fiable. Cada fabricante de surtidores proporciona instrucciones de cableado eléctrico para sus armarios. Se deben seguir estas instrucciones. Como se menciona en la Sección 5, se debe tener en cuenta la distancia al seleccionar el calibre del cable de servicio eléctrico para cumplir con los requisitos de voltaje y amperaje necesarios de los componentes eléctricos.

Conjunto de manguera y boquilla. Los conjuntos de manguera utilizados en EE. UU. cuentan con la certificación UL y están marcados con “LP-GAS 350 PSI WP, 1750 presión de rotura”. Según la norma NFPA 58, la longitud máxima es de 18 pies (5.4 metros). El conjunto de manguera requiere un dispositivo de desconexión automática de la manguera que cumpla con la norma UL 567.

La boquilla de llenado es una boquilla tipo surtidor de gasolina que normalmente se suministra con una boquilla de cierre rápido ACME de 1^{3/4}” compatible con el dispositivo de dispensación que se utilice. Existen varios fabricantes que suministran boquillas de llenado y accesorios.

Normalmente se suministran **filtros de combustible en línea** capaces de filtrar partículas de 5 micras. Los filtros deben colocarse después de la bomba para filtrar el combustible almacenado antes de que entre en el vehículo.

Las bases de instalación deben montarse sobre una base de hormigón o mampostería, a menos que formen parte de una unidad completa de almacenamiento y surtido apoyada sobre una base común, para evitar asentamientos irregulares y tensiones en las tuberías.

Preguntas frecuentes durante la instalación:

Si un surtidor está montado a distancia del depósito, ¿dónde debe montarse la bomba: más cerca del depósito o del surtidor?

- La bomba siempre debe montarse cerca del tanque de suministro. La presión de salida de la bomba puede adaptarse mejor a la contrapresión aguas abajo de un surtidor remoto que “extraer” combustible de un tanque de suministro situado a gran distancia. La selección adecuada de la bomba, la válvula de derivación, el dimensionamiento de las tuberías y la disposición del sistema pueden dar cabida a múltiples mangueras y surtidores, a veces incluso superando los 150 pies (43 metros). Se recomienda seleccionar una bomba con una capacidad de caudal un 10-20 % superior al caudal combinado de todos los surtidores/mangueras del sistema. Esto garantizará un volumen suficiente en la tubería de descarga para cada manguera cuando se utilicen simultáneamente. Por ejemplo:
- **Ejemplo n.º 1:** 1 surtidor, 1 manguera, a (15 metros) de la bomba, autobuses escolares LPI que se repostan a un caudal de (30-45 l/min) por manguera. Utilice una bomba con un caudal mínimo de (58 l/min) y una capacidad de presión diferencial de (10 bar).
- **Ejemplo n.º 2:** 1 surtidor, 2 mangueras, a 100' (30 metros) de la bomba, autobuses escolares LPI repostando a 8-12 gpm (30-45 lpm) por manguera. Utilice una bomba con un caudal mínimo de 30 gpm (110 lpm) y una capacidad de presión diferencial de 150 psi (10 bar).
- **Ejemplo n.º 3:** 2 surtidores, 2 mangueras cada uno, a 50' (15 metros) de la bomba, autobuses escolares LPI repostando a 8-12 gpm (30-45 lpm) por manguera. Utilice 2 bombas (cada una alimentando a 2 mangueras) con un caudal mínimo de 30 gpm (110 lpm) y una capacidad de presión diferencial de 150 psi (10 bar).

¿Debería modificarse el tamaño de la línea de descarga de la bomba y el tamaño del retorno de vapores de la bomba si el surtidor está montado a cierta distancia de la bomba?

- Sí. El dimensionamiento de las tuberías es importante cuando el surtidor está instalado a cierta distancia del depósito y de la bomba. Por lo general, se debe tener en cuenta lo siguiente:
- **Surtidor a 25' (7.5 metros) o menos de la bomba:** tamaño de la tubería de la bomba al surtidor: $\frac{3}{4}$ " como mínimo y $\frac{1}{2}$ " como mínimo para la línea de retorno de vapores
- **Surtidor a una distancia de 25-50' (7.5 – 15 metros) de la bomba –** Diámetro de la tubería desde la bomba hasta el surtidor: 1" como mínimo y $\frac{3}{4}$ " como mínimo para la línea de retorno de vapores
- **Surtidor a una distancia de 50-100' (15 – 30 metros) de la bomba –** Diámetro de la tubería desde la bomba hasta el Surtidor: 1.25" como mínimo y 1" como mínimo para la línea de retorno de vapores
- **Surtidor a más de 100' (15 metros) de la bomba –** Diámetro de la tubería desde la bomba hasta el surtidor: 2" como mínimo y 1.5" como mínimo para la línea de retorno de vapores

¿Afectarán los componentes aguas abajo al rendimiento de la bomba?

- Sí, pero de diferentes maneras. La presión desciende a lo largo de la tubería, al igual que en las tuberías de succión. Todos los accesorios del sistema (codos, uniones, válvulas, filtros, etc.) añaden efectivamente una longitud adicional. Muchos

vehículos de autogás requieren ahora un mínimo de 125 psi (8.6 bar) de presión diferencial para un llenado fiable en todas las condiciones ambientales. Por lo tanto, un sistema ajustado a 135 psi (9.3 bar) en la válvula de derivación junto a la bomba puede suministrar solo 110 psi (7.6 bar) en el surtidor situado a 100 pies (30 metros) de distancia, con múltiples acoplamientos, uniones, válvulas y accesorios intermedios. Para minimizar la pérdida por fricción a lo largo de la distancia, el uso de codos de “barrido” de radio amplio y tubería soldada proporcionará un mejor rendimiento que la interferencia de las conexiones roscadas NPT y los codos comunes. Al igual que en las tuberías de succión, utilice **ÚNICAMENTE** válvulas de bola de paso total.

¿Qué ocurre si la bomba permanece inactiva durante largos periodos, especialmente cuando el surtidor está montado a distancia?

- Es muy común que la mayor parte del combustible se vaporice tanto en la tubería de descarga como en la de succión cuando la bomba se detiene durante un periodo de tiempo. Esto puede causar problemas al arrancar, así como introducir vapor en el medidor del surtidor, lo que hace que trabaje más y/o se produzca un bloqueo por vapor. Para ayudar a resolver este problema, utilice válvulas internas en todas las aberturas del depósito y manténgalas cerradas cuando no en uso. El mecanismo de exceso de caudal de la válvula actuará como un alivio de presión interno y, naturalmente, puede abrirse para permitir que el vapor regrese, pero ralentizará la velocidad a la que se vaporiza el combustible. El uso de las válvulas de derivación Blackmer y Ebsray con la función de purga constante ayudará a acelerar el cebado de la bomba. Si hay una cantidad excesiva de vapor que eliminar, la válvula de derivación Ebsray RV18VRS permitirá eliminar el vapor aún más rápido. Eliminar rápidamente los vapores del sistema de bombeo reducirá la presión para permitir que el líquido del depósito alimente rápidamente la bomba. Si se utiliza un VFD (variador de frecuencia o variador de CA) para alimentar la bomba, ya sea como convertidor de fase o como controlador del motor, normalmente se puede programar para que el motor acelere lentamente o realice un “arranque suave”. Esto reducirá la velocidad inicial de la bomba y la rapidez con la que el motor/la bomba alcanza la velocidad de funcionamiento normal. Esto también ayudará a desplazar el vapor y a cebar la bomba, especialmente en aplicaciones con depósitos subterráneos.

¿Qué se puede hacer si una bomba sufre bloqueos por vapor con frecuencia al utilizar válvulas internas del tanque en la línea de alimentación de la bomba y en la línea de retorno de la válvula de derivación, especialmente después de permanecer inactiva durante algún tiempo?

- Se recomienda el uso de válvulas internas en **TODAS** las aberturas del sistema en el depósito (alimentación de la bomba, retorno de derivación y retorno de vapor desde el medidor del surtidor) se recomienda para mayor seguridad, especialmente si las válvulas solo se abren cuando el surtidor enciende la bomba y se mantienen cerradas cuando no se utiliza. Sin embargo, cuando se hace esto, **DEBE** instalarse un relé de retardo en el circuito de arranque del motor para que las válvulas internas se abran completamente, permitiendo que el vapor regrese al depósito sin restricciones y que haya un suministro completo de líquido para cebar la bomba. Normalmente, esto se consigue poniendo en marcha la bomba entre 5 -10 segundos después de que se abra la válvula interna, dependiendo de la distancia entre el depósito y la bomba, y entre la bomba y el surtidor. Algunos fabricantes de surtidores ofrecen que integran el control del surtidor, la válvula interna y el motor de la bomba, y que incorporan esta función de retardo.

¿Qué se puede hacer si una aplicación requiere un motor de 7,5 HP pero la instalación solo dispone de alimentación monofásica? ¿Existe alguna solución para esto?

- **Sí:** el uso de un variador de frecuencia (VFD) funciona muy bien para generar una alimentación trifásica fiable a partir de la típica alimentación monofásica de 208/230 V. Los VFD son una opción económica si la unidad se va a montar dentro de un edificio. Sin embargo, tenga en cuenta que, para motores de más de 3 HP, es importante que el variador de frecuencia tenga el DOBLE de potencia nominal. Es decir, para un motor de 5 HP, utilice un variador de 10 HP. Para un motor de 7,5 HP, utilice un variador de 15 HP. Los variadores de frecuencia **NUNCA** deben montarse en el exterior a menos que se encuentren en una caja específicamente homologada para variadores e inversores. Estas cajas suelen contar con ventilación, ventiladores de refrigeración y un tipo diferente de acabado de pintura para reflejar el calor y aislar del mismo. Consulte a un distribuidor o instalador con experiencia en variadores de frecuencia y bombas, o a un fabricante de paneles de control de bombas con variador de frecuencia. Si no se dimensiona e instala correctamente un variador de frecuencia o un convertidor rotativo, puede producirse un fallo prematuro del variador o del motor. Tenga en cuenta que el motor seleccionado debe ser un motor "para inversor" o "clasificado para variador de frecuencia", o bien debe instalarse un sistema de escobillas de puesta a tierra del eje.

El cliente desea disponer de bombas redundantes, de modo que tenga una de reserva en caso de que falle una. ¿Hay alguna consideración especial al respecto?

- Muchas flotas están acostumbradas a la redundancia, ya que una flota simplemente no puede funcionar durante mucho tiempo sin capacidad de reabastecimiento de combustible. Por lo tanto, una segunda bomba "de reserva" es una buena idea. Sin embargo, hay que tener en cuenta varias cosas.
 1. Ambas bombas deben tener una tubería idéntica, igual en todos los aspectos tanto para la tubería del lado de succión como para la del lado de descarga. Es fundamental que la tubería de succión no "favorezca" a una bomba sobre la otra.
 2. Es recomendable disponer de un bypass para cada bomba, pero deben instalarse de tal manera que uno pueda aislarse del otro, pero que pueda funcionar con cualquiera de las dos bombas.
 3. Es una buena práctica poner en marcha ocasionalmente ambas bombas para garantizar que la bomba secundaria funcione como se espera cuando sea necesario. Esto se suele hacer con un temporizador o un relé de conmutación automática. Sin embargo, si ambas bombas funcionan durante el mismo tiempo, es razonable esperar que, si una falla por desgaste normal, la bomba secundaria pueda fallar poco después por el mismo desgaste. Por lo tanto, es recomendable limitar el funcionamiento de la bomba de reserva secundaria al 25 % del tiempo, lo justo para garantizar que esté en buen estado de funcionamiento cuando sea necesario.

Si se necesitan dos o más bombas para una aplicación con varios surtidores, ¿se puede utilizar la misma válvula de derivación? ¿O debería cada una tener una derivación independiente? Si ambas bombas alimentan la misma línea a los surtidores, ¿deberían aislarse las bombas con válvulas antirretorno en el lado de descarga?

- Es necesario utilizar válvulas de derivación independientes si cada bomba alimenta una tubería de descarga independiente y no interconectada a diferentes surtidores.
- Si dos o más bombas alimentan la misma tubería de descarga hacia los surtidores, el uso de múltiples válvulas de derivación

puede resultar difícil

de ajustar correctamente. Las válvulas de derivación, cuando se ajustan a la misma presión diferencial, pueden presentar histéresis o sus presiones pueden entrar en conflicto entre sí. Esto puede provocar pulsaciones y un control deficiente de la presión diferencial. Por lo tanto, es recomendable mantener una diferencia de 5 psi (0.34 bar) entre el ajuste de cada válvula. Además, puede ser beneficioso utilizar válvulas de derivación del siguiente tamaño superior. Si se utiliza una sola válvula de derivación, esta debe estar dimensionada para, como mínimo, la capacidad de caudal total de todas las bombas a las que da servicio. Sin embargo, si solo está funcionando una bomba y la válvula es demasiado grande, es posible que no controle adecuadamente las presiones. Por lo tanto, a menudo es mejor disponer de varias mangueras en un único manifold de suministro, y que cada bomba dé servicio a un manifold de suministro independiente.

- Si dos o más bombas alimentan la misma tubería de descarga a una isla de surtidores, es recomendable instalar una válvula antirretorno de paso completo en el lado de descarga de cada bomba, después de la tubería que va a la válvula de derivación. Esto evitará que una bomba provoque reflujos en la otra y también impedirá que las bombas compitan entre sí.

¿Se puede utilizar una bomba con un caudal superior al del medidor al que alimenta? Es decir, ¿una bomba de autogás de 24 gpm (90 lpm) con un medidor con un caudal nominal de 18 gpm (68 lpm)?

- **Es posible.** A menudo, un contador funciona mejor con una bomba con un caudal nominal ligeramente **SUPERIOR** al del contador que con una bomba con un caudal nominal inferior. Esto ayuda a garantizar una presión y un caudal constantes a través de la cámara de medición. El caudal nominal de un contador suele ser MAYOR que el de la aplicación a la que abastece. Por lo tanto, aunque un surtidor tenga una capacidad nominal de 18 gpm (68 lpm), al llenar cilindros o en aplicaciones de autogás, rara vez, si es que alguna vez, superará los 12-15 gpm (45-58 lpm) como máximo. El recipiente/cilindro que se está llenando, así como los límites de la válvula OPD y el diseño del sistema, son los que determinan en última instancia el caudal, no la bomba o el medidor. Al calibrar el medidor, el caudal debe limitarse mediante la válvula de entrada de la cámara de prueba hasta un valor inferior al caudal nominal (NCWM) del medidor. La válvula de derivación utilizada con la bomba **DEBE** estar dimensionada para admitir tanto el caudal total (cuando la boquilla está cerrada) como cualquier exceso de caudal que no sea necesario para la aplicación de dosificación.

Solución de problemas

Solución de problemas de la bomba

Desgaste excesivo de las paletas

La vida útil de las paletas de la bomba puede variar considerablemente, dependiendo de las condiciones de funcionamiento. Un desgaste inusualmente rápido de las paletas es indicativo de un diseño deficiente del sistema, un ajuste incorrecto de la válvula de derivación, una válvula de derivación atascada, un exceso de velocidad de la bomba o un uso indebido grave.

Un juego de paletas debería bombear entre 1 y 2 millones de galones (3.8 a 7.6 millones de litros) o más en condiciones normales de servicio. Por supuesto, el ciclo de trabajo afectará a la vida útil de las paletas. Un sistema que funcione las 24 horas del día, los 7 días de la semana, someterá a las paletas de la bomba a un mayor desgaste que un sistema de un solo turno o de funcionamiento intermitente.

Las causas más frecuentes del desgaste de las paletas son el exceso de velocidad de la bomba, la sobrepresión y el funcionamiento en seco. Otra causa puede ser el uso de una bomba demasiado grande o que funcione a una velocidad excesiva para el sistema de tuberías. Retire la válvula de alivio interna de la bomba y examínela. Si su superficie está brillante y desgastada, significa que el líquido ha estado recirculando a través de ella, lo que ha provocado un desgaste excesivo de las paletas.

Si el sistema carece de filtro o tiene uno demasiado grueso, la suciedad desgastará las paletas con marcas gruesas y dejará arañazos y surcos alrededor del revestimiento.

En ocasiones, un operador se olvida de desconectar la alimentación de la bomba y la deja en funcionamiento y/o en marcha durante largos periodos de tiempo. La bomba recirculará de vuelta al depósito y provocará

un desgaste prematuro de las paletas. La otra razón del rápido desgaste de las paletas es el bombeo de vapores excesivos, normalmente como resultado de una entrada restringida causada por:

1. Un tamaño inadecuado de la tubería.
2. Demasiados codos, tes y otros accesorios.
3. Una línea de succión demasiado larga.
4. Un filtro sucio, un filtro demasiado pequeño o una malla demasiado fina.
5. En las válvulas internas accionadas por palanca, a veces el cable que va desde el mando de control en el compartimento del medidor se desliza sobre la palanca, de modo que al tirar del mando la válvula no se abre completamente.
6. En las válvulas de salida internas accionadas por presión, la suciedad puede hacer que se atasquen en una posición parcialmente cerrada.

Para obtener más consejos sobre la resolución de problemas de las bombas de paletas y posibles soluciones, consulte las instrucciones

de instalación, funcionamiento y mantenimiento de la bomba.

Para las bombas Blackmer de la serie LGL150: instrucciones 501-K00.

Para las bombas Ebsray de la serie RC: instrucciones 551-A00.

Estos manuales de instrucciones se pueden encontrar en la pestaña «Documentación» de blackmer.com.

Apéndice

Apéndice	Descripción	Página
Apéndice A	Propiedades de los gases licuados	27
Apéndice B	Presión de vapor de los gases licuados	28
Apéndice C	Vapor de propano saturado en un tanque de 10,000 galones	28
Apéndice D	Pérdida por fricción en una manguera de GLP	29
Apéndice E	Pérdidas por fricción en tuberías	29
Apéndice F	Resistencia de válvulas y accesorios en pies equivalentes de tubería	30
Apéndice G	Otros materiales de referencia de Blackmer® y Ebsray®	30

Apéndice A

Propiedades de los gases licuados*

	PROPANO	BUTANO
Fórmula	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Punto de ebullición, °F	-44	32
Densidad del gas (aire = 1.00)	1.50	2.01
Densidad del líquido (agua = 1.00)	0.504	0.582
Libras por galón de líquido a 60 °F	4.20	4.81
BTU por galón a 60 °F	91,502	102,032
BTU por libra	21,548	21,221
BTU por pie cúbico de vapor a 60 °F	2,488	3,280
Pies cúbicos de vapor / galón de líquido a 60 °F	36.38	31.26
Pies cúbicos de vapor / libra de líquido a 60 °F	8.66	6.51
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición (BTU/galón)	773	808
Temperatura de ignición en aire, °F	920 – 1,120	900 – 1,000
Temperatura máxima de la llama en aire, °F	3,595	3,615
Límites de inflamabilidad, porcentaje de gas en la mezcla con aire		
En el límite inferior - %	2.15	1.55
En el límite superior - %	9.60	8.60
Índice de octano (ISO-Octano = 100)	Más de 100	92

*Calidad comercial. Las cifras que aparecen en este cuadro representan valores medios.

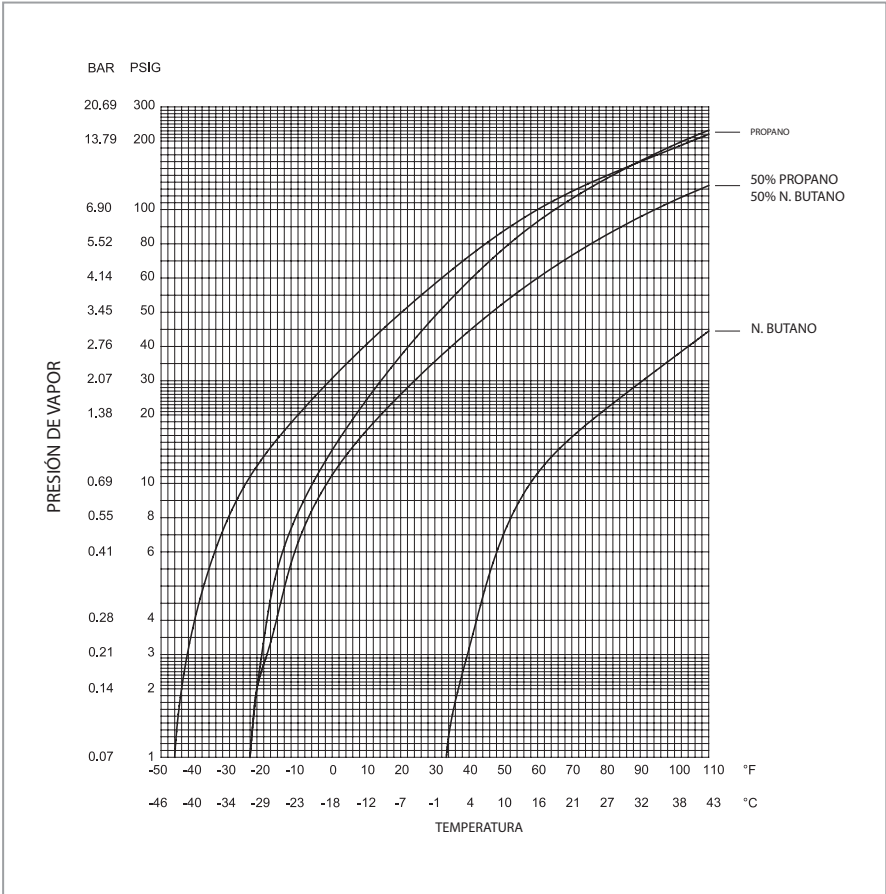
	PROPANO	BUTANO
Fórmula	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀
Punto de ebullición, °C	-42	0
Densidad del gas (aire = 1.00)	1.50	2.01
Densidad del líquido (agua = 1.00)	0.504	0.582
Kg por metro cúbico de líquido a 15.56 °C	504	582
Kilojoules por metro cúbico de vapor a 15.56 °C	92,430	121,280
Kilojoules por kilogramo de vapor	49,920	49,140
Kilojoules por litro a 15.56 °C	25,140	28,100
Metros cúbicos de vapor / litro de líquido a 15.56 °C	0.271	0.235
Metro cúbico de vapor / kilogramo de líquido a 15.56 °C	0.539	0.410
Calor latente de vaporización en el punto de ebullición, kilojulios/litro	216	226
Temperatura de ignición en aire, °C	493 – 549	482 – 538
Temperatura máxima de la llama en aire, °C	1,980	2,008
Límites de inflamabilidad, porcentaje de gas en la mezcla con aire		
En el límite inferior - %	2.15	1.55
En el límite superior - %	9.60	8.60
Índice de octano (ISO-Octano = 100)	Más de 100	92

*Calidad comercial. Las cifras que figuran en este cuadro representan valores medios.

Anexos B y C

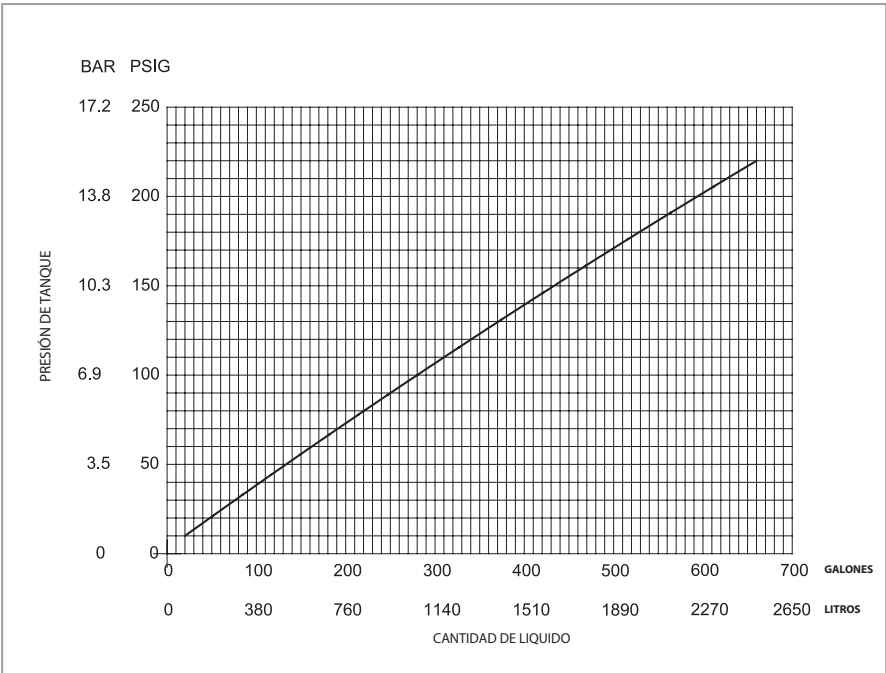
Apéndice B

Presión de vapor de los gases licuados



Apéndice C

Vapor de propano saturado en un tanque de 10,000 galones

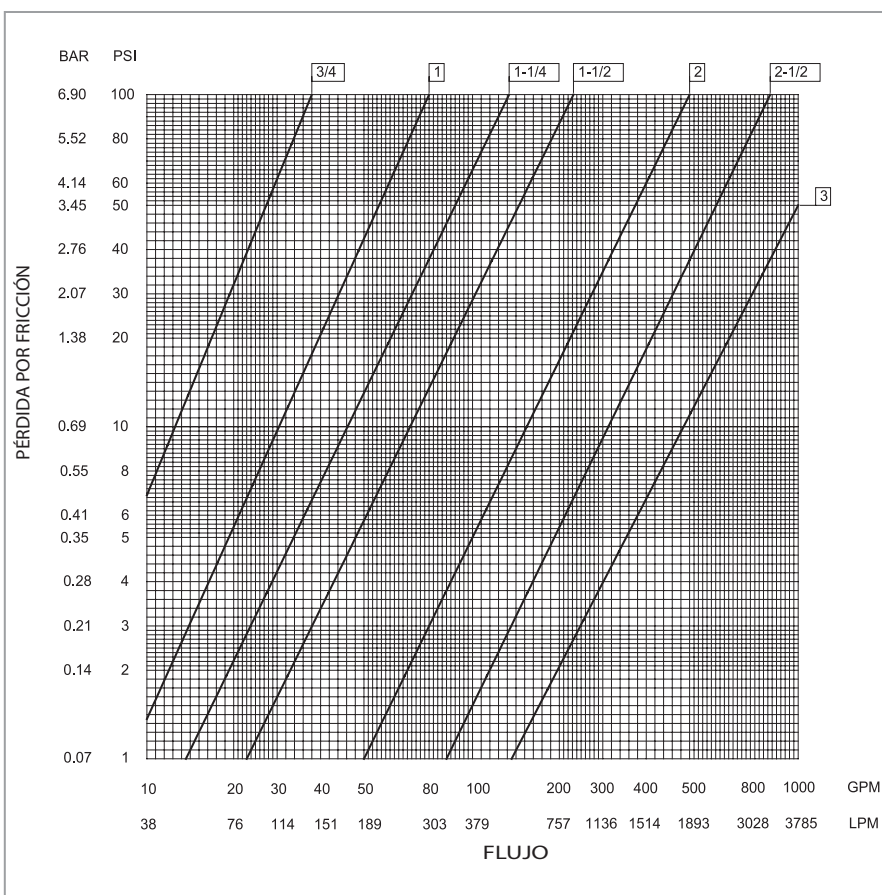


Apéndices D y E

Apéndice D

Pérdida por fricción en mangueras de GLP

Pérdida por fricción en la manguera, en psi, para una manguera de caucho de 100 pies de longitud y de paso liso con los diámetros interiores indicados, para propano. (Estos valores variarán debido a las tolerancias de fabricación en los diámetros de las mangueras).

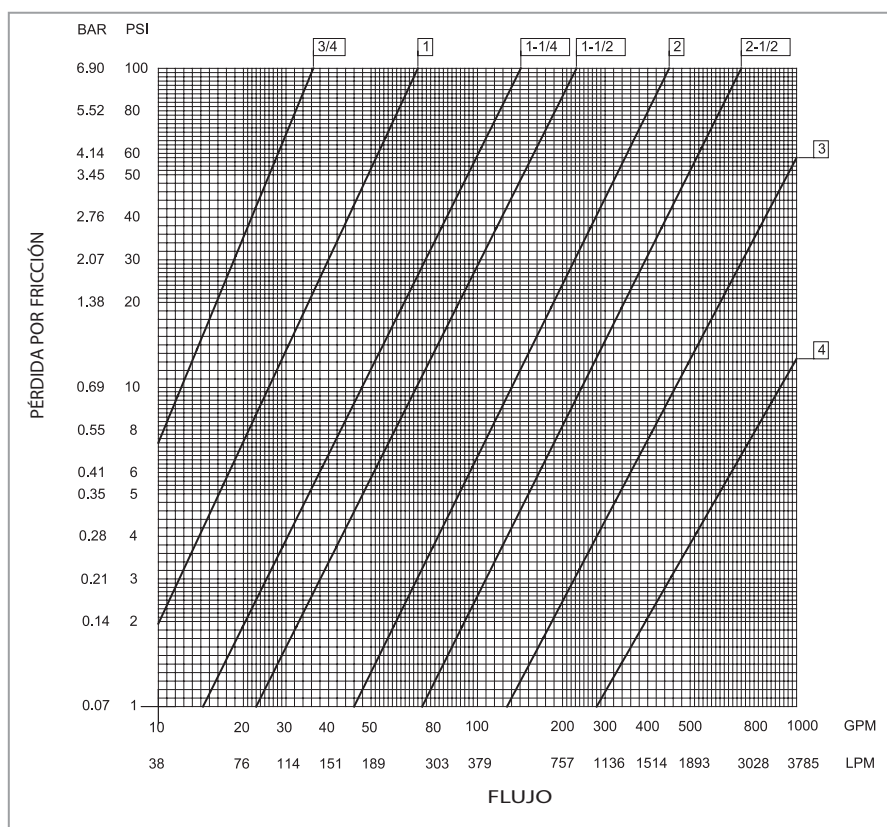


Apéndice E

Pérdida por fricción en tuberías

Pérdida por fricción en tuberías, en psi, para una tubería nueva de 100 pies, limpia y extra resistente.

Tubería cedula 80 para propano.



Apéndices F y G

Apéndice F

Resistencia de válvulas y accesorios en pies equivalentes de tubería

	DIÁMETRO DE LA TUBERÍA						
	1	1.25	1.5	2	2.5	3	4
Codo de 90°	4	4.5	5	6	8	9	11
Codo de 45°	1	2	2	2.5	3	4	5
Tee a través del lateral	6	8	9	12	14	17	22
Filtro en Y del mismo tamaño que la tubería	25	25	25	42	42	42	60
Filtro en Y del siguiente tamaño superior	16	16	16	16	14	20	
Válvula de bola	28	35	45	60	65	85	120
Válvula angular	15	19	22	28	35	42	57
Válvula de bola	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Compuerta de cierre rápido	3	3	3	3	3	3	3

Los valores anteriores son aproximados y pueden variar de un fabricante a otro

Apéndice G

Otros materiales de referencia de Blackmer

- 500-001 Manual de gas licuado
- 500-002 Guía de aplicación: bombeo desde tanques subterráneos
- CB254 Manual de formación sobre equipos de GLP

Mantenimiento de bombas LGL, presentación de PowerPoint

Notas:



PSG® Grand Rapids 1809
Century Avenue SW
Grand Rapids, MI 49503-1530 EE. UU.
T: +1 (616) 241-1611
F: +1 (616) 241-3752
blackmer.com

Donde fluye la innovación



PSG® se reserva el derecho a modificar la información y las ilustraciones contenidas en este documento sin previo aviso. Este es un documento no contractual. 08-2026

Socio autorizado de PSG: