



Cálculo y Diseño de Líneas de Refrigerante



INDICE

- 0. INTRODUCCION
- 1. PRINCIPIOS BASICOS
- 2. MATERIAL
- 3. CALCULO Y DISEÑO DE LAS LINEAS DE REFRIGERANTE
 - 3.1. LINEA DE ASPIRACION
 - 3.1.1. PERDIDA DE PRESION
 - 3.1.2. RETORNO DEL ACEITE AL COMPRESOR
 - 3.1.3. DIMENSIONAMIENTO
 - 3.2. LINEA DE DESCARGA
 - 3.2.1. PERDIDA DE PRESION
 - 3.2.2. RETORNO DEL ACEITE AL COMPRESOR
 - 3.2.3. DIMENSIONAMIENTO
 - 3.3. LINEA DE LIQUIDO
 - 3.3.1. SUBENFRIAMIENTO
 - 3.3.2. PESO DE LA CLUMNA DE LIQUIDO
 - 3.3.3. DIMENSIONAMIENTO
 - 3.4. CONFIGURACIONES POSIBLES
 - 3.4.1. EQUIPOS "SOLO FRÍO"
 - 3.4.2. EQUIPOS "BOMBA DE CALOR"
 - 3.5. EJEMPLO PRACTICO DE CALCULO
- 4. OTRAS CONSIDERACIONES

0. INTRODUCCION

El tendido de la línea de refrigeración es el requisito más importante para el éxito de la instalación. El proyectista que efectúe el cálculo de carga y la selección de equipo, deberá también incluir en su proyecto el tamaño y disposición de las tuberías de líquido y aspiración o descarga.

1. PRINCIPIOS BASICOS

Hay ciertos principios básicos sobre el proyecto de instalación de líneas de refrigeración que deben siempre tenerse en cuenta.

- 1.- Las líneas deben ser lo más cortas y directas posible. Esto no sólo reducirá el costo, sino que producirá un funcionamiento mejor de todo el sistema al existir caídas de presión inferiores.
- 2.- Usar el mínimo número de juntas y acoplamientos posibles. Esto reduce el costo de la instalación y la posibilidad de fugas.
- 3.- Siempre que se pueda se evitará el exponer las tuberías a temperaturas extremas, altas o bajas. La transferencia de calor no deseada, al circuito o desde él, producirá normalmente problemas de funcionamiento.
- 4.- Colocar las líneas de forma que no interfieran con el uso normal del edificio y de sus dependencias.
- 5.- Colocar las líneas donde no puedan sufrir daños, o protegerlas cuando esto sea imposible de lograr.

2. MATERIAL

El material más económico y satisfactorio es la tubería de cobre, que debe usarse en espesores de pared medios o gruesos. Puede ser también dura o recocida y tubería de refrigeración (desoxidada y sellada). Se recomienda el empleo de esta última, ya que se logra con ello un sistema más limpio.

Las uniones entre la tubería y los accesorios deberán ser soldadas con varilla de aleación de plata en una atmósfera de nitrógeno seco, probándolas de fugas una vez terminadas.

3. CALCULO Y DISEÑO DE LINEAS DE REFRIGERANTE

Al efectuar el cálculo y diseño de las líneas de refrigerante para equipos remotos, hay que distinguir entre los equipos de "sólo frío" y los equipos de "bomba de calor", debido a las especiales características de funcionamiento reversible para estos últimos.

También hay que considerar las distintas configuraciones posibles en función de la posición de los equipos: unidad exterior por encima de la unidad interior, unidad exterior por debajo de la unidad interior o ambas unidades a la misma altura.

Pero, en primer lugar, hay que tener en cuenta las características que deben cumplir las líneas de gas (aspiración o descarga) y las líneas de líquido.

3.1. LINEA DE ASPIRACION

Para el diseño de la línea de aspiración hay que tener en cuenta dos condicionantes fundamentales: la pérdida de presión del gas refrigerante y el retorno del aceite al compresor.

3.1.1. Pérdida de presión

La pérdida de presión se produce como consecuencia del rozamiento del gas con las paredes del tubo y provoca una disminución de la densidad del refrigerante y, por tanto, una reducción de la capacidad del sistema.

Para conseguir un rendimiento aceptable se debe seleccionar una tubería que, para la longitud deseada, origina una caída de presión inferior a 3 psi ó 20 kPa.

Esta pérdida de presión aumenta con la longitud de la línea y es mayor cuanto más pequeño sea su diámetro.

3.1.2. Retorno del aceite al compresor

El refrigerante siempre contiene alguna cantidad de aceite (entre el 1% y el 4% en peso) circulando por el sistema, debido a su afinidad; pero en determinadas condiciones de presión y temperatura, como pueden ser las que se encuentran en el evaporador y la línea de aspiración, pueden dejar de ser miscibles.

Si el aceite no retornara al compresor, éste se iría quedando poco a poco sin lubricación. Por eso es importante asegurar que sea arrastrado por el refrigerante, para lo cual se necesitará una velocidad mínima de 6 m/s en los tramos ascendentes.

En los tramos descendentes u horizontales con pequeña inclinación no es tan importante la velocidad, ya que la gravedad mantiene la circulación del aceite. Si las líneas horizontales no tienen pendiente, deberán obtenerse velocidades de al menos 3 m/s.

En cualquier caso, la velocidad del gas refrigerante no debe pasar de 15 m/s, ya que a velocidades más altas se producirían ruidos molestos.

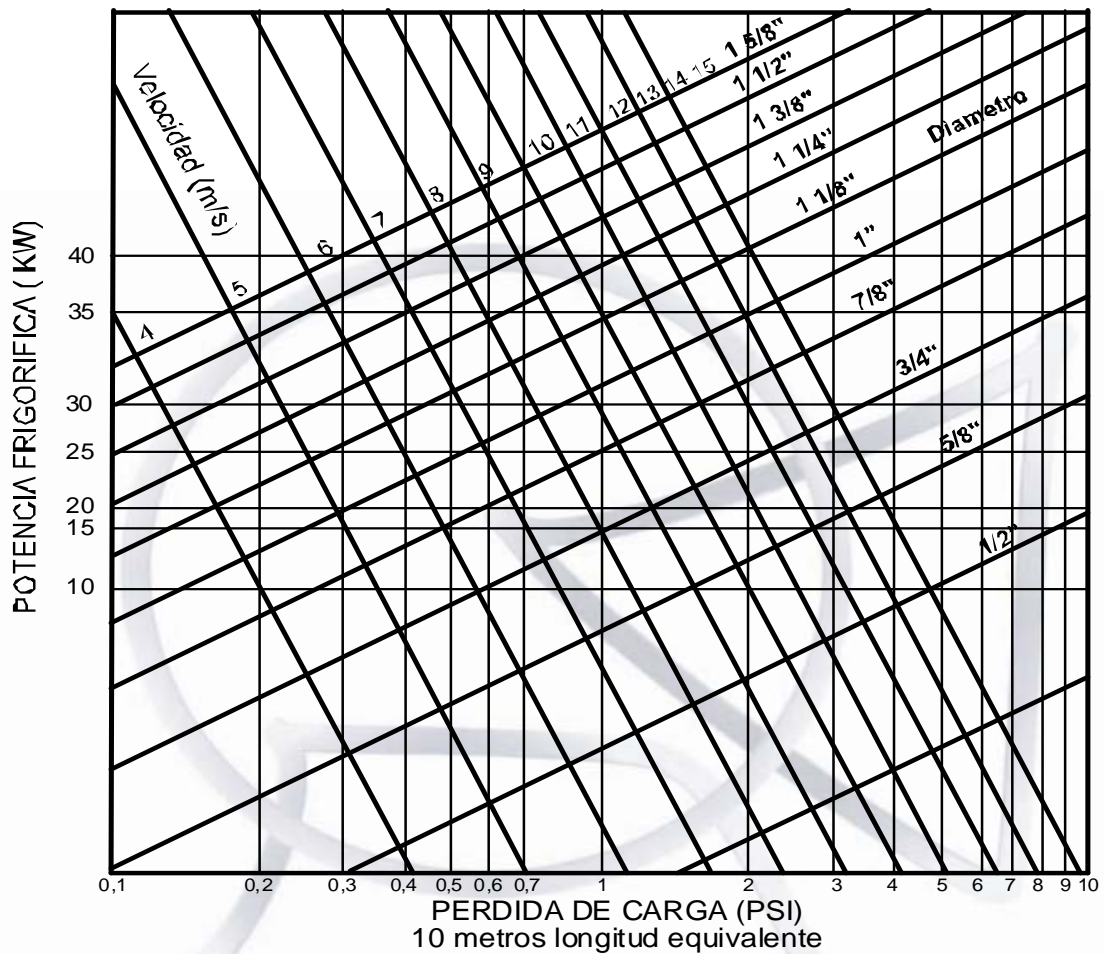
Para facilitar este retorno de aceite, los tramos horizontales deben tener una pendiente del 2%, con caída hacia el compresor. Además, en el caso de línea de aspiración ascendente debe realizarse un sifón en la base del tramo vertical y sifones intermedios cada 8 m. aproximadamente, que tienen como finalidad retener el aceite cerca del compresor en los momentos de reposo.

A pesar de todo ello, si la longitud de la línea es grande, puede ser necesario regular la carga de aceite del compresor.

3.1.3. Dimensionamiento

Para el dimensionamiento de la línea de aspiración, una vez definido su trazado, hay que conocer su longitud equivalente.

LINEA DE ASPIRACION



LINEA DE ASPIRACION
Gráfico 1

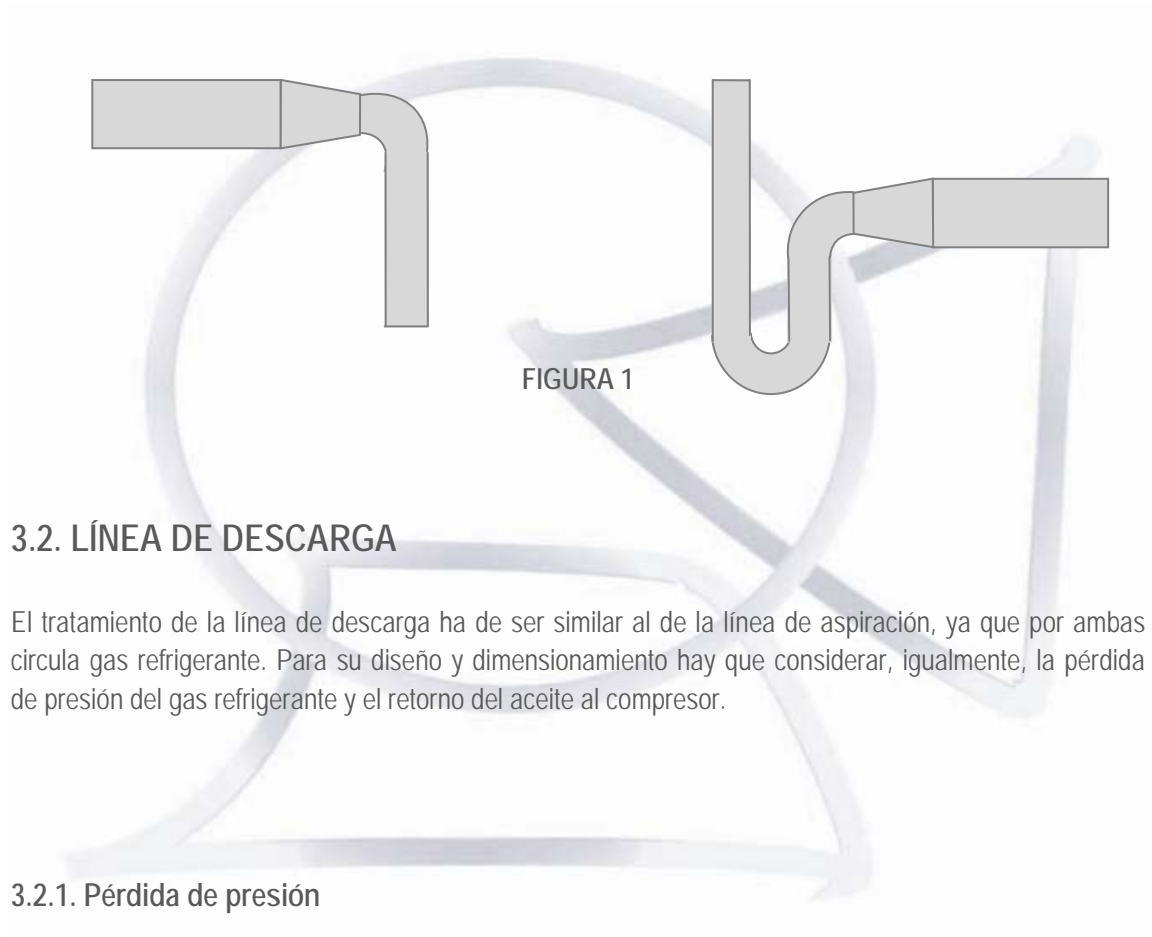
La longitud equivalente de la línea es la suma de su longitud física más la equivalente de los elementos singulares tales como codos, curvas, etc. (La longitud equivalente de cada uno de estos elementos es la longitud recta de tubo que daría la misma pérdida de presión que ellos).

Hay que calcular la longitud de los tramos horizontales y verticales por separado, pues su tratamiento puede ser distinto.

La pérdida de presión se calcula con ayuda del gráfico 1. Entrando en el gráfico por el equipo elegido, se obtiene para cada diámetro la pérdida de presión correspondiente a una línea de 10m de longitud equivalente. Para otras longitudes, la pérdida se obtiene por proporción directa.

Una vez obtenida la pérdida de presión para cada uno de los tramos (horizontal y vertical), la suma de ambas, que es la pérdida de presión total de la línea, no debe superar los 3 psi (20 kPa). Además hay que tener en cuenta que la velocidad, también hallada en el citado gráfico 1, debe ser superior a 6 m/s en los tramos verticales ascendentes.

A veces puede llegarse a soluciones en que, los tramos verticales ascendentes tengan un diámetro inferior a los horizontales. Entonces, el paso de uno a otro diámetro deberá efectuarse de forma suave (figura 1) para evitar que se produzca gran pérdida de presión.



3.2. LÍNEA DE DESCARGA

El tratamiento de la línea de descarga ha de ser similar al de la línea de aspiración, ya que por ambas circula gas refrigerante. Para su diseño y dimensionamiento hay que considerar, igualmente, la pérdida de presión del gas refrigerante y el retorno del aceite al compresor.

3.2.1. Pérdida de presión

En las líneas de descarga no es tan crítica la caída de presión como en las de aspiración, por lo que podrían aceptarse hasta 6 psi ó 40 kPa.

Sin embargo, desde el punto de vista del rendimiento frigorífico de la instalación, es deseable la mínima pérdida posible, por lo que se limita, también en éste caso, a 3 psi.

3.2.2. Retorno del aceite al compresor

La velocidad de circulación mínima para que el aceite retorne al compresor es la misma que en la línea de aspiración: 6 m/s en tramos ascendentes y 3 m/s en tramos horizontales y descendentes.

Igualmente, si la línea es ascendente es necesario un sifón en la base y sifones intermedios cada 8 m aproximadamente, para retener el aceite en las paradas, aunque a veces puede ser conveniente eliminar dichos sifones intermedios.

3.2.2. Dimensionamiento

La línea de descarga se dimensiona de forma similar a la de aspiración, pero utilizando el gráfico 2.

Hay que tener en cuenta que la pérdida de presión no sobrepase el límite establecido y que la velocidad sea suficiente para el arrastre de aceite.

Al ser la velocidad de descarga aproximadamente la mitad que la de aspiración, serán necesarios en general, para unas condiciones dadas, diámetros de líneas menores en descarga que en aspiración.

LINEA DE DESCARGA

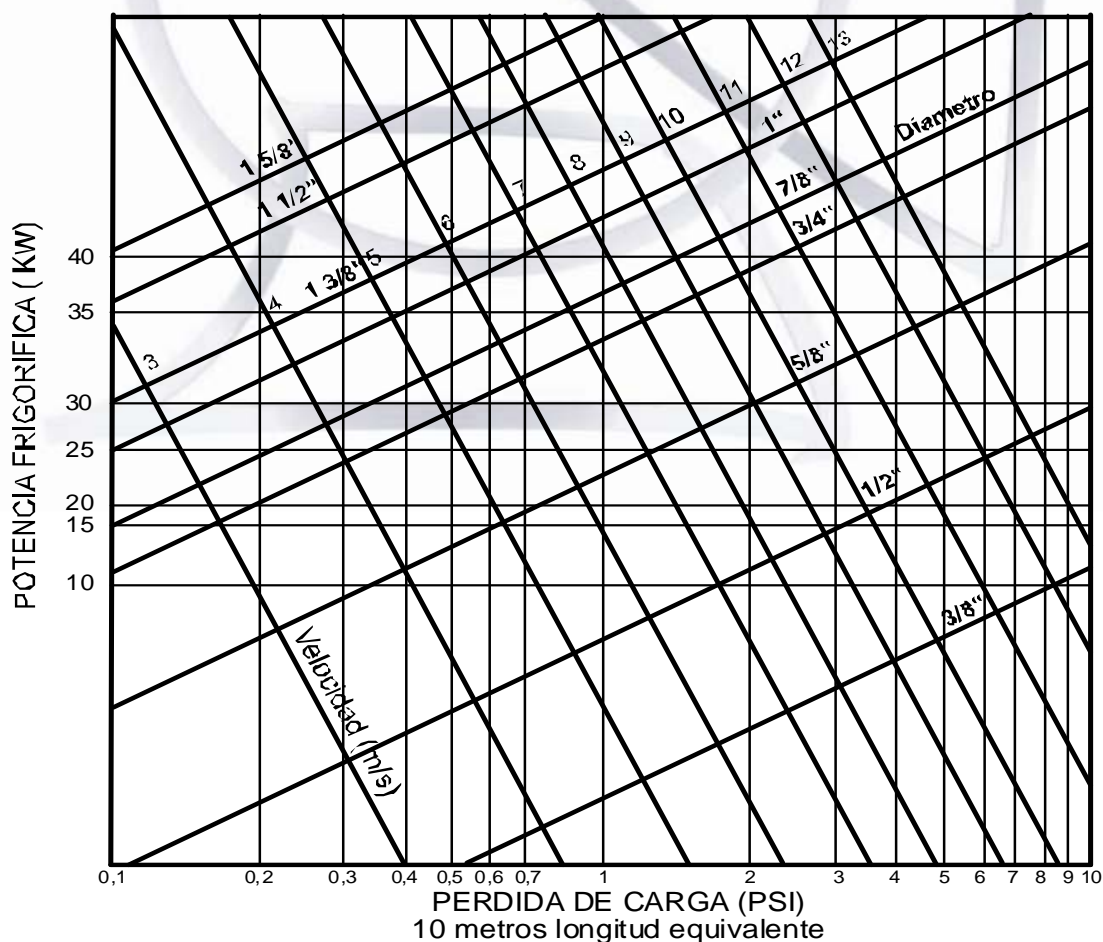


Gráfico 2

3.3. LINEA DE LIQUIDO

La Línea de líquido presenta menos problemas en funcionamiento que las de aspiración o descarga, ya que el aceite siempre circula por ella mezclado con el refrigerante, independientemente de la velocidad.

En esta línea no es importante la velocidad, pero hay que tener en cuenta otros factores: el subenfriamiento del líquido y el peso de la columna de refrigerante.

3.3.1. Subenfriamiento

Para el correcto funcionamiento de la válvula de expansión o tubo capilar, el líquido refrigerante que llega a ellos no debe contener burbujas de gas. Para ello el refrigerante debe tener al menos 1°C de subenfriamiento (t^a real 1 °C por debajo de la t^a de saturación correspondiente a la presión de condensación) a la entrada de la válvula o tubo capilar.

Debido a la caída de presión que se produce en la línea de líquido, éste llega al sistema de expansión con una presión inferior a la de salida del condensador, lo que puede llevar consigo la formación de gas. Para evitarlo, el líquido debe subenfriarse unos 5°C ó más.

La pérdida de presión tiene lugar por el rozamiento por circulación en la línea, pero también se produce, y en mayor proporción, debido a la diferencia de nivel entre los extremos de la línea cuando ésta es ascendente.

Para una t^a de condensación de 50°C, por ejemplo, hay una pérdida de subenfriamiento de 1 °C cada 4,2 m de subida aproximadamente. Por ello, cuando la altura es superior a 15 m hay que subenfriar 1 ° por cada 3,5 m de exceso.

Este subenfriamiento puede conseguirse en los equipos de "sólo frío" embridando las líneas de líquido y aspiración. La máxima longitud embridada se limita a 15 m, por el sobrecalentamiento de la línea de aspiración.

En los equipos de "bomba de calor" no es factible dicha solución, debiéndose recurrir a otros métodos, como pueden ser: introducir más carga de refrigerante en la unidad o enfriar la línea de líquido.

3.3.2. Peso de la columna de líquido

Cuando la línea de líquido es descendente el subenfriamiento está asegurado, ya que en este caso, en vez de pérdida de presión, el peso de la columna de refrigerante hace que ésta sea mayor que la salida del condensador.

Aquí el problema que se presenta es evitar una excesiva sobrepresión en la entrada del sistema de expansión. Para ello, si la altura de la línea de líquido es superior a 10, hay que colocar en la parte inferior un ecualizador de presión, que contrarreste el peso de la comuna.

En los equipos de "sólo frío" basta con una simple válvula manual, pero en los equipos de "bomba de calor" es necesario además disponer de una válvula antirretorno, para el funcionamiento en sentido inverso.

3.3.3. Dimensionamiento

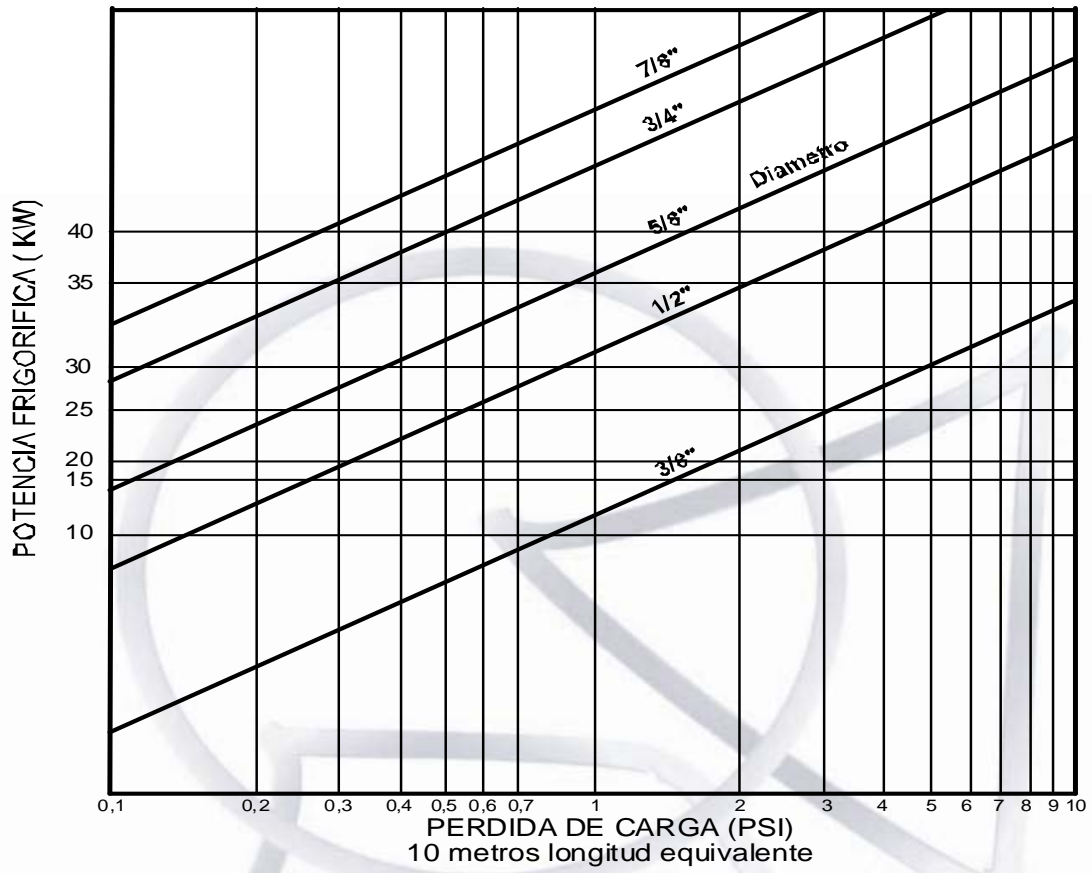
Para el dimensionamiento de línea de líquido, una vez conocida su longitud equivalente, bastará con elegir el diámetro adecuado en función de dicha longitud, de forma que la pérdida de presión no sea superior a 10 psi ó 68 kPa.

Esto puede realizarse utilizando el gráfico 3, en el que se obtiene la pérdida de presión por rozamiento. A ésta hay que sumar la pérdida de presión debida a la diferencia de nivel entre los dos extremos de la comuna de líquido cuando la línea es ascendente.

3.4 CONFIGURACIÓN POSIBLES

Dependiendo del tipo de equipo "sólo frío" o "bomba de calor" y de la disposición relativa de las unidades interior y exterior, existen distintas configuraciones posibles, que presentarán características particulares.

LINEA DE LIQUIDO



LINEA DE LIQUIDO
Gráfico 3

3.4.1. Equipos "sólo frío"

En estos equipos la unidad interior funciona siempre como evaporadora y la unidad exterior como condensadora.

En la mayoría de las ocasiones, la unidad condensadora lleva incorporado el compresor (motocondensadora), por lo que hace que la línea de gas sea de aspiración, estando la línea de descarga incluida dentro de dicha unidad.

De los tres casos posibles, la situación más desfavorable es la representada en la figura A, donde la línea de aspiración es ascendente y por tanto la velocidad del gas debe ser mayor de 6 m/s, necesitando además los correspondientes sifones. En la línea de líquido deberán adoptarse las medidas oportunas para compensar el peso de la comuna, si es necesario.

En el caso de la figura B, la aspiración no presenta problemas por ser descendente, y en la línea de líquido habrá que vigilar el subenfriamiento.

La situación de la figura C no tiene ninguno de los problemas mencionados, por ser ambas líneas horizontales.

En determinadas circunstancias, el compresor no está en la unidad condensadora, sino en la unidad evaporadora (motoevaporadora), y esto implica que la línea de gas es de descarga, ya que la línea de aspiración está en el interior de dicha unidad.

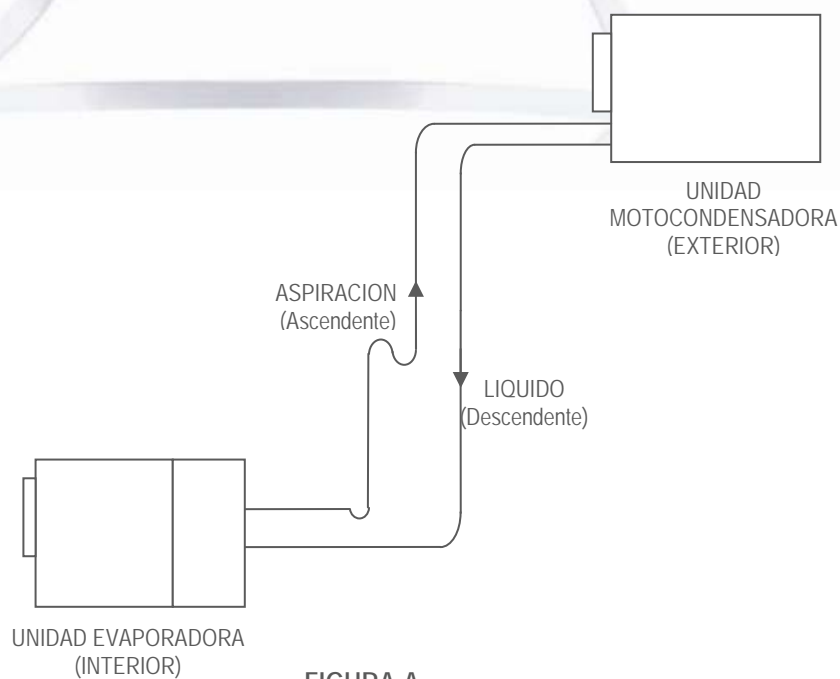
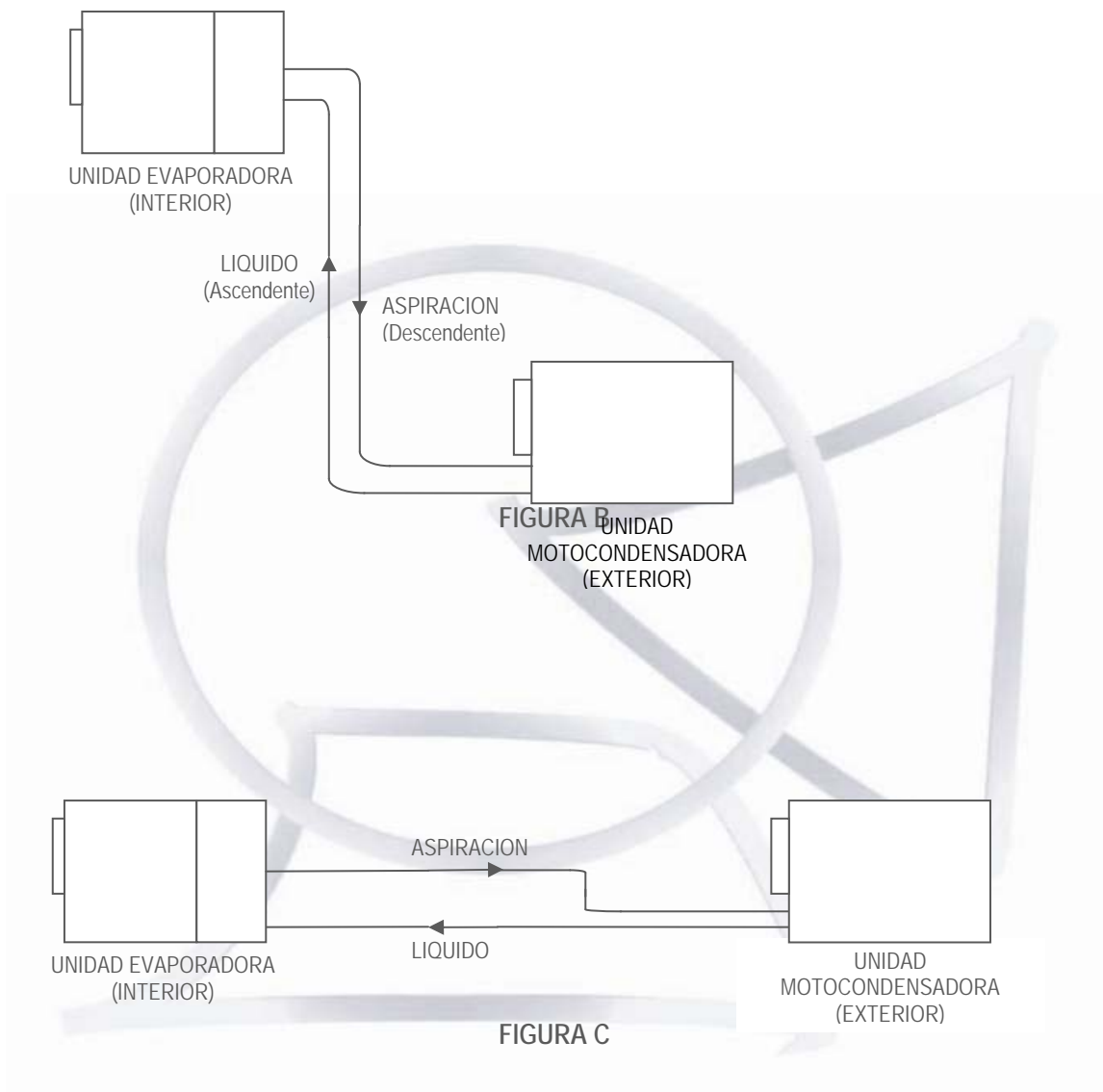


FIGURA A



También en este caso existen tres disposiciones posibles, similares a las representadas en las figuras A, B y C, con la única diferencia de la línea de aspiración, que pasa a ser de descarga.

La situación más desfavorable sigue siendo igualmente la disposición con la unidad exterior (condensadora) por encima de la unidad interior (motoevaporadora), con línea de descarga ascendente, en la que deben hacerse los sifones necesarios y mantener la velocidad por encima de 6 m/s.

3.4.2. Equipos “bomba de calor”

En estos equipos, tanto la unidad interior como la unidad exterior funcionan unas veces como evaporadora y otras como condensadora, dependiendo del ciclo de funcionamiento (frío o calor).

Debido a esta circunstancia, la línea de gas es, al mismo tiempo, de aspiración en un ciclo de funcionamiento y de descarga en el otro ciclo. De la misma forma, la línea de líquido es ascendente en un ciclo y descendente en el otro.

Existen, igualmente, tres configuraciones posibles, representadas en las figuras D, E y F.

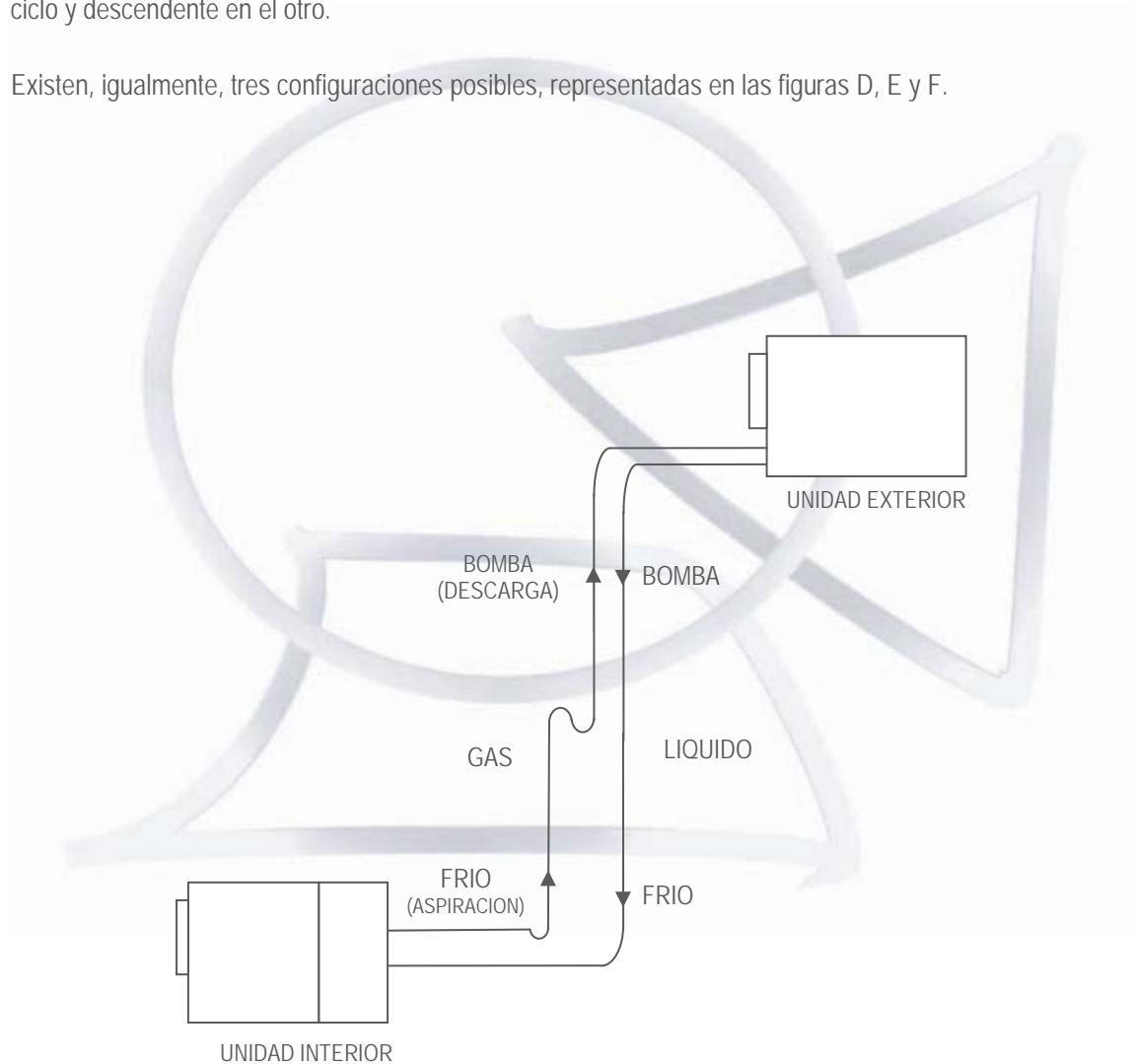
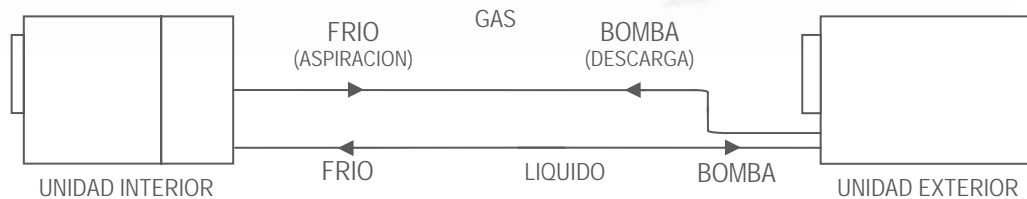
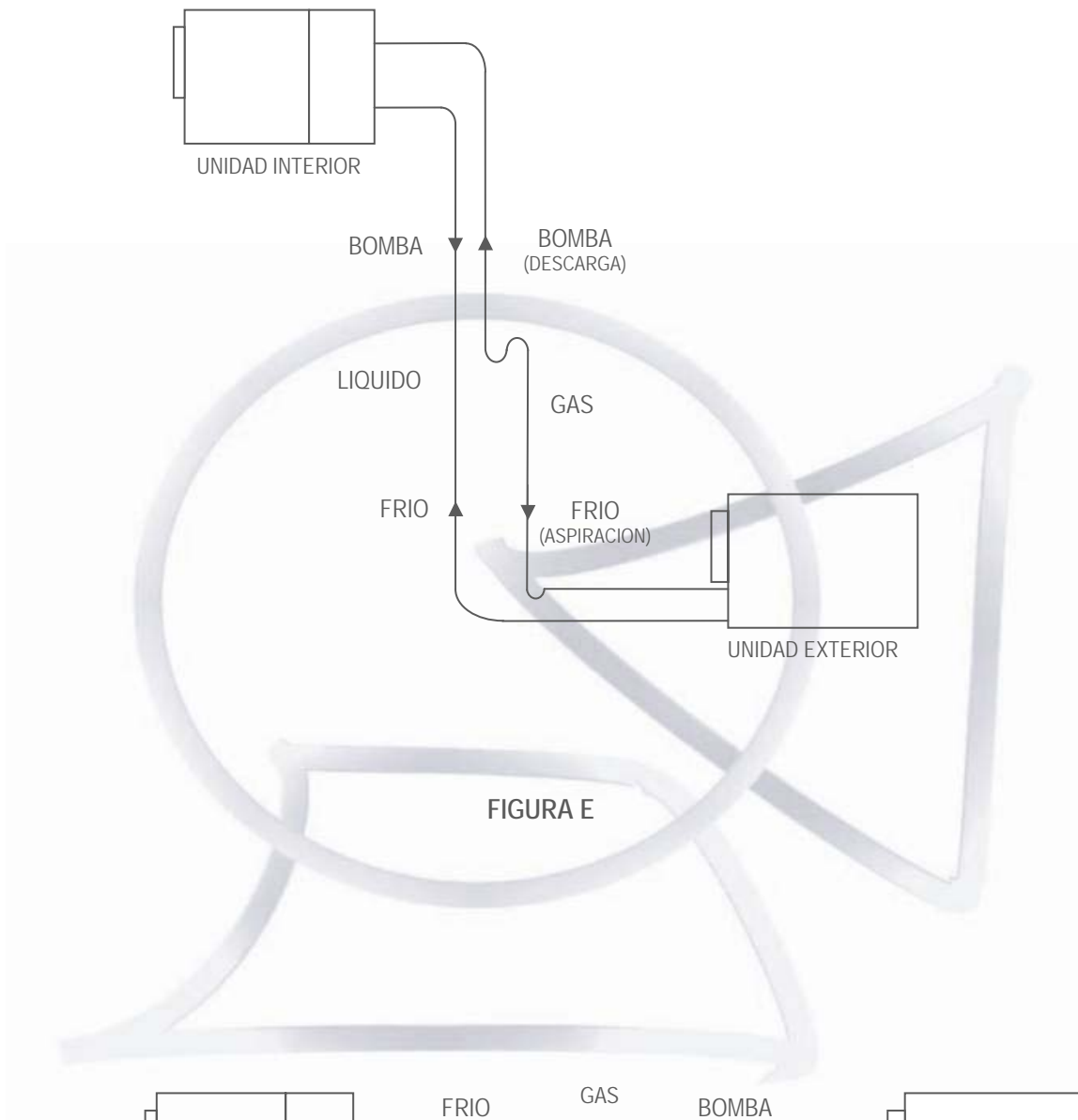


FIGURA D



En el primer caso (figura D), en que la unidad exterior está por encima de la interior, la línea de aspiración es ascendente y la línea de descarga es descendente. Por tanto, para su dimensionamiento hay que considerar la aspiración, que requerirá una velocidad del gas mayor de 6 m/s y necesitará los sifones de retención de aceite. La línea de descarga no supondrá ningún problema.

Por el contrario, en el caso de que la unidad exterior esté por debajo de la interior (figura E), es la líneas de descarga la ascendente y será esta la que hay que dimensionar consiguiendo una velocidad mayor de 6 m/s y con los correspondientes sifones. La línea de aspiración no tendrá problemas al ser descendente.

La situación es más desfavorable en el segundo caso, ya que la velocidad del gas en descarga es aproximadamente la mitad que en aspiración, por lo que resulta más difícil conseguir los 5 m/s requeridos para el arrastre de aceite.

Para la línea de líquido, en ambos casos, al ser unas veces descendente y otras ascendente, habrá que tener en cuenta las problemas que puedan presentarse tanto por subenfriamiento como por peso de la columna.

El último caso (figura F), con las unidades al mismo nivel, no es necesario considerarlo, ya que no aparece ninguno de los problemas descritos. Las líneas se dimensionan sólo teniendo en cuenta la pérdida de presión.

3.5. EJEMPLO PRACTICO DE CALCULO

A) "Sólo frío"

Supongamos la instalación representada en la figura 2:

- La unidad exterior está situada por encima de la unidad interior.

El compresor está incluido en la unidad exterior.

- La instalación tiene 21 m de línea vertical y 27 m de línea horizontal.

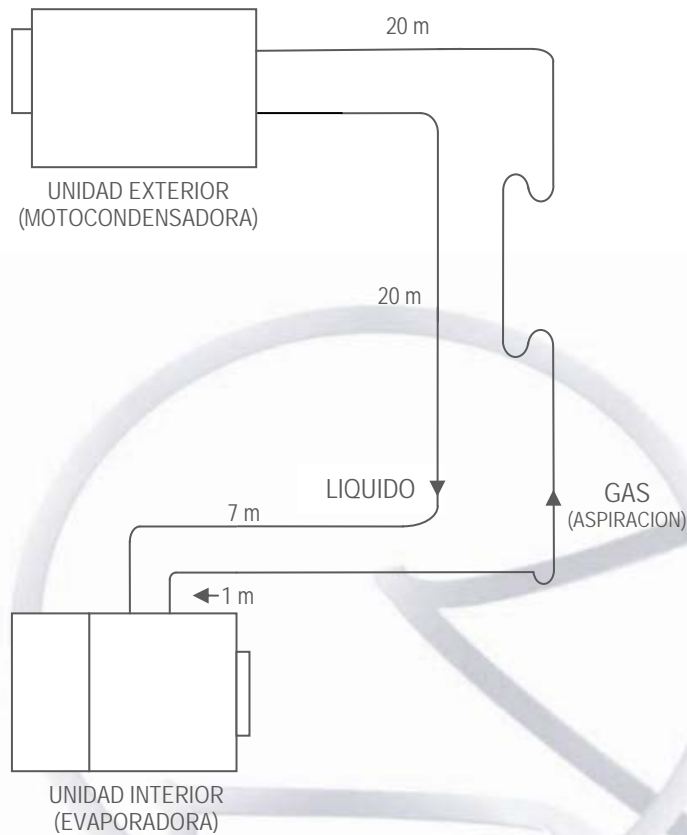


FIGURA 2

Línea de aspiración

En primer lugar hay que tener en cuenta que en el tramo vertical son necesarios dos sifones intermedios, además de otro más en la base del tramo. Puede considerarse que cada sifón tiene una longitud equivalente aproximada de 2 m. La longitud equivalente vertical será, por tanto, de:

$$V = 21 \text{ m} + (3 \times 2) \text{ m} = 27 \text{ m}$$

En cuanto al tramo horizontal, si se supone que entre los dos tramos hay cuatro curvas de radio amplio y se considera 0.5 m su longitud equivalente, la longitud equivalente horizontal total será:

$$H = 27 \text{ m} + (4 \times 0.5) \text{ m} = 29 \text{ m}$$

Una vez calculadas las longitudes equivalentes, se procede a seleccionar el diámetro de la línea, utilizando el gráfico 1. Entrando por el equipo correspondiente, se obtienen las siguientes pérdidas de carga en función del diámetro para un longitud equivalente de 10 m, por proporción las de los tramos en particular:

Diámetro	7/8"	1"	1.1/8"	1.1/4"	1.3/8"
Pérdida de carga / 10m (psi)	1,95	1,05	0,56	0,34	0,21
Pérdida de carga tramo vertical V=27 m (psi)	5,26	2,83	1,51	-	-
Pérdida de carga tramo horizontal H=29 m (psi)	5,65	3,04	1,62	0,99	0,61

Para el tramo vertical no pueden elegirse los diámetros de 1.1/4" y 1.3/8", debido a que la velocidad es muy pequeña (6,1 m/s y 5 m/s respectivamente). Los diámetros menores tampoco, por ser muy grande la pérdida de presión. Se escoge por tanto un diámetro de 1.1/8", que produce una pérdida de presión de 1,51 psi, y presenta una velocidad de 7,4 m/s.

Para el tramo horizontal pueden escogerse 1.1/4" y 1.3/8", ya que su pérdida de presión, sumada a la del tramo vertical, no sobrepasa los 3 psi. Para que dicha pérdida sea lo menor posible, elegimos 1.3/8".

Con ello, la solución obtenida es:

- Tramo vertical: 1.1/8".
- Tramo horizontal: 1.3/8".

La pérdida de carga total es:

$$1,51 \text{ psi} + 0,61 \text{ psi} = 2,12 \text{ psi},$$

Inferior a los 3 psi permitidos. La velocidad del gas ascendente es de 7,4 m/s y en el tramo horizontal es de 5 m/s, con lo que el aceite es arrastrado con seguridad.

Si la unidad exterior estuviese por debajo de la interior, la línea de aspiración sería descendente y, al no existir la restricción de la velocidad, podría ponerse toda la línea con diámetro 1.3/8", obteniendo una pérdida de presión de 1,18 psi y una velocidad de 5 m/s en ambos tramos.

Línea de líquido

La longitud total de la línea de líquido es:

$$L = 27 \text{ m} + 21 \text{ m} = 48 \text{ m}$$

Para seleccionar su diámetro se utiliza el gráfico 3, obteniendo para el equipo considerado las siguientes pérdidas de carga:

Diámetro	3/8"	1/2"	5/8"
Pérdida de carga /10 m (psi)	6,6	1,3	0,45
Pérdida de carga de línea de líquido L=48 m (psi)	31,68	6,24	2,16

Puede elegirse un diámetro de 1/2" o de 5/8" para la línea de líquido, no obteniéndose pérdidas de presión superiores a la permitida.

En este caso, al ser la línea de líquido descendente y la altura superior a 10 m, es necesario contrarrestar la sobrepresión mediante una válvula manual, por ejemplo.

Si, por el contrario, fuese la unidad interior la que estuviese por encima de la exterior, la línea de líquido sería ascendente, y al ser de más de 15 m, habría que subenfriar alrededor de 2°C para evitar la formación de gas. Esto podría hacerse embridando las líneas de líquido y aspiración.

B) "Bomba de calor"

Supongamos la instalación de la figura 3:

- La unidad exterior está por debajo de la unidad interior. El compresor está incluido en la unidad exterior.
- La instalación tiene 11 m de línea vertical y 17 m de línea horizontal.

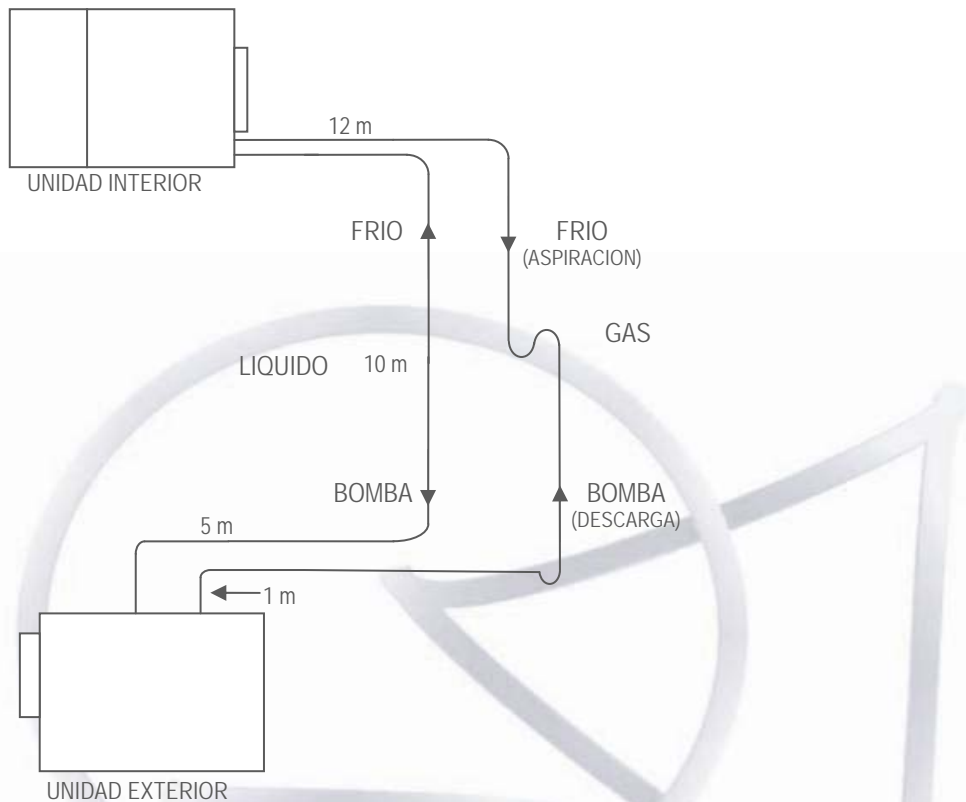


FIGURA 3

Línea de gas (aspiración/descarga)

Al tratarse de un equipo de "bomba de calor", la línea de gas es de aspiración descendente en el ciclo de funcionamiento en frío y de descarga ascendente en el funcionamiento en bomba.

En estos casos, hay que dimensionarla para el funcionamiento ascendente, que es el más desfavorable al necesitar una velocidad mayor para el arrastre del aceite. Es decir, se seleccionará el diámetro de la línea para la descarga, y se comprobará después que en aspiración funciona correctamente.

Para el cálculo de la longitud equivalente hay que tener en cuenta que se necesita un sifón en el tramo vertical, además de otro en la base de dicho tramo. Con ello, la longitud equivalente vertical será de:

$$V = 11 \text{ m} + (2 \times 2) \text{ m} = 15 \text{ m}$$

En el tramo horizontal se consideran cuatro curvas de radio amplio, al igual que en el caso anterior, con lo que la longitud equivalente horizontal es:

$$H = 17 \text{ m} + (4 \times 0,5) \text{ m} = 19 \text{ m}$$

Con las longitudes equivalentes se puede seleccionar el diámetro de la línea, utilizando en este caso el gráfico 2, por tratarse de una línea de descarga. Entrando por el equipo correspondiente se obtienen las pérdidas de carga en función del diámetro para 10 m de longitud equivalente, y por proporción para cada tramo en particular:

Diámetro	3/4"	7/8"	1"	1.1/8"	1.1/4"
Pérdida de carga /10 m (psi)	2,7	1,25	0,7	0,35	0,22
Pérdida de carga tramo Vertical V=15 m (psi)	4,05	1,87	1,05	-	-
Pérdida de carga tramo horizontal H=19 m (psi)	5,13	2,37	1,33	0,66	0,42

Para el tramo vertical no pueden elegirse los diámetros de 1.1/8" y 1.1/4", por ser la velocidad muy pequeña (4,9 m/s y 4,1 m/s, respectivamente). Tampoco el de 3/4", por la pérdida de presión elevada.

Con el diámetro de 1" la velocidad es de 6,5 m/s, que sería aceptable, pero por más seguridad se escoge el de 7/8", que produce una pérdida de presión de 1,87 psi y presenta una velocidad de 8,1 m/s.

Para el tramo horizontal pueden escogerse 1.1/8" y 1.1/4", para que la pérdida de presión total no supere los 3 psi. Elegimos, por ejemplo, el de 1.1/4".

La solución obtenida es, por tanto:

- Tramo vertical: 7/8"
- Tramo horizontal: 1.1/4"

La pérdida de carga total es:

$$1,87 \text{ psi} + 0,42 \text{ psi} = 2,29 \text{ psi},$$

Inferior a los 3 psi permitidos. La velocidad en el tramo vertical es de 8,1 m/s y en el tramo horizontal de 4,1 m/s, por lo que no hay problemas de arrastre de aceite.

Una vez elegida esta solución, se pasa a comprobar que sea adecuada para aspiración, cuando el equipo funciona en frío. Para ello hay que calcular la pérdida de carga que tiene dicha línea utilizando el gráfico 1, correspondiente a aspiración:

Diámetro	7/8"	1"	1.1/8"	1.1/4"
Pérdida de carga /10 m (psi)	3,5	1,9	1	0,6
Pérdida de carga tramo vertical V=15 m (psi)	5,25	2,85	1,5	0,9
Pérdida de carga tramo horizontal H=19 m (psi)	6,65	3,61	1,9	1,14

Como puede apreciarse, el diámetro de 7/8" elegido para el tramo vertical, daría lugar en aspiración a una pérdida de presión muy elevada (5,25 psi), por lo que dicha solución no es válida.

Una posible solución sería utilizar un diámetro de 1" para el tramo vertical, lo que llevaría consigo una pérdida de carga en aspiración algo superior a la permitida, que se traduciría en una cierta pérdida de rendimiento del equipo.

La solución final sería, en este caso:

	DESCARGA	ASPIRACIÓN
Velocidad vertical (1")	6,5 m/s	13 m/s
Velocidad horizontal (1.1/4")	4,1 m/s	8,1 m/s
Pérdida de carga vertical	1,05 psi	2,85 psi
Pérdida de carga horizontal	0,42 psi	1,14 psi
Pérdida de carga total	1,47 psi	3,99 psi

Otra posible solución, que no llevaría consigo dicha pérdida de carga elevada, puede ser utilizar un doble tramo vertical para aspiración, como se representa en la figura 4.

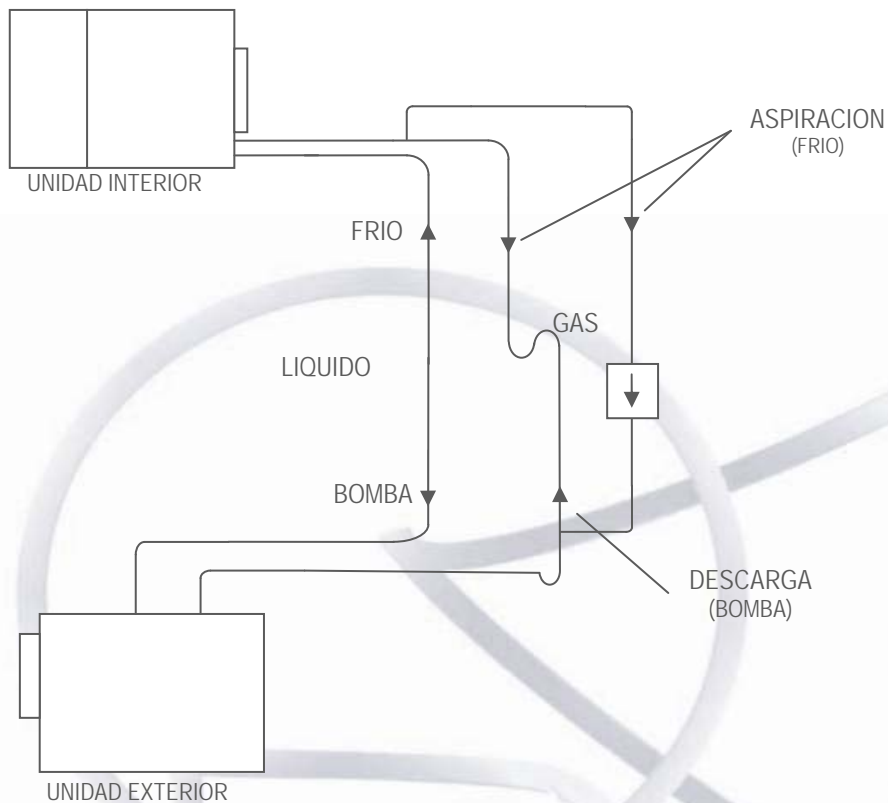


FIGURA 4

Al realizarse la aspiración por dos tramos, se produce el mismo efecto que si hubiese un tramo con una sección de área equivalente a la suma de las dos áreas individuales, con lo que la pérdida de presión es menor.

Por ejemplo, en este caso puede utilizarse un segundo tramo vertical de 5/8", con lo que el área equivalente para la aspiración sería de 1.1/2", que produciría una pérdida de presión del orden de 0,36 psi.

Es decir, la solución adoptada sería:

- Tramo horizontal: 1.1/4"
- Tramo vertical aspiración/descarga: 7/8"
- Tramo vertical aspiración: 5/8"

En este segundo tramo es necesario colocar una válvula antirretorno en sentido descendente, que no permita el paso del gas en sentido ascendente, con el fin de que la descarga se efectúe por un único tramo.

Línea de gas líquido

La longitud total de la línea de líquido es:

$$L = 11 \text{ m} + 17 \text{ m} = 28 \text{ m}$$

Se utiliza el gráfico 3 para seleccionar el diámetro, obteniéndose las siguientes pérdidas de carga:

Diámetro	1/2"	5/8"	3/4"
Pérdida de carga /10 m (psi)	2,35	0,8	0,3
Pérdida de carga de línea de líquido L=28 m (psi)	6,58	2,24	0,84

Puede elegirse un diámetro de 5/8" o de 3/4", sin obtenerse pérdidas de presión superiores a la permitida.

En este caso, no es necesario subenfriar, por ser la altura inferior a 15 m; pero sí es necesario contrarrestar el peso de la comuna de líquido, para lo cual hay que poner un sistema equalizador de presiones con válvula antirretorno, por tratarse de bomba de calor.

4. OTRAS CONSIDERACIONES

Una vez calculadas las líneas de refrigerante, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones de carácter general:

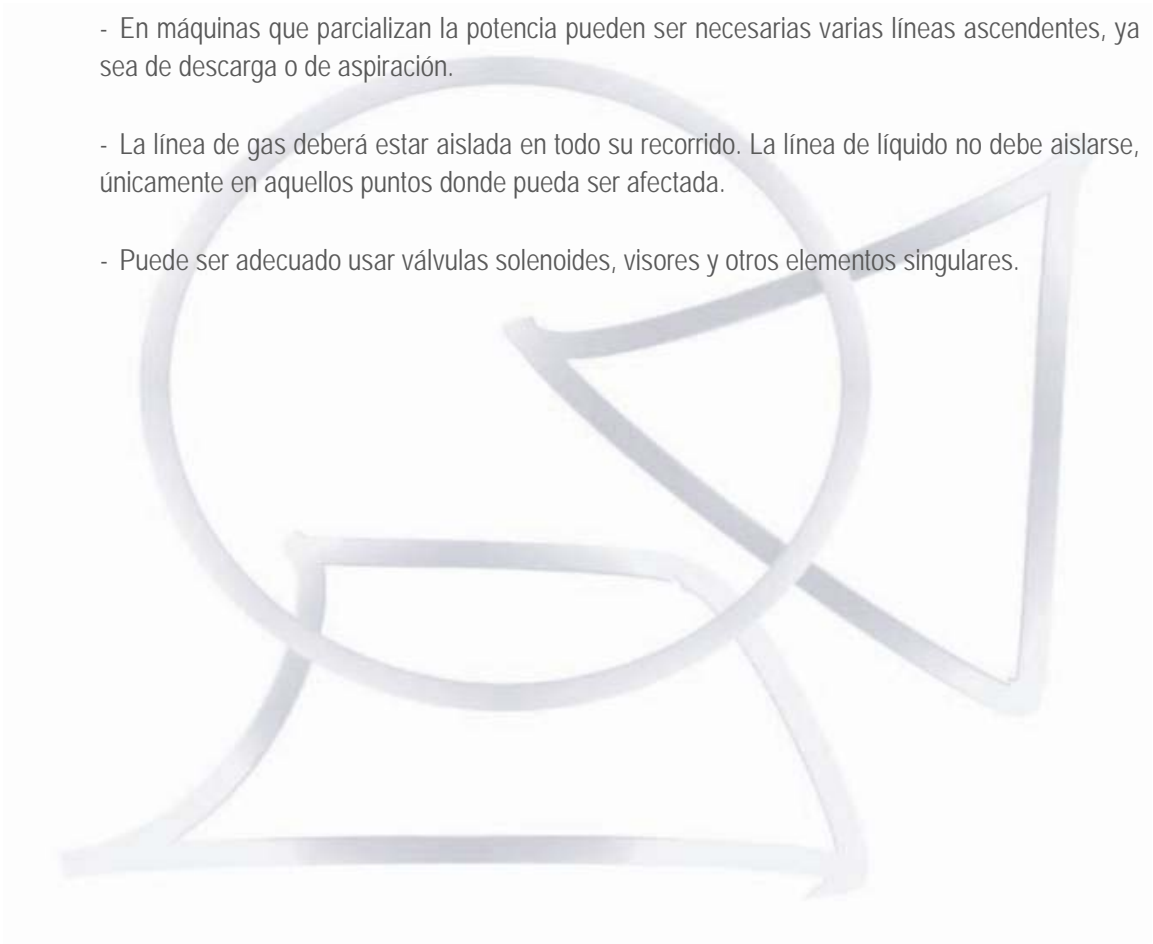
- En las instalaciones remotas es necesario introducir más carga de refrigerante, ya que debe ir por las líneas. La cantidad (en gramos por metro línea) viene dada por la siguiente tabla:

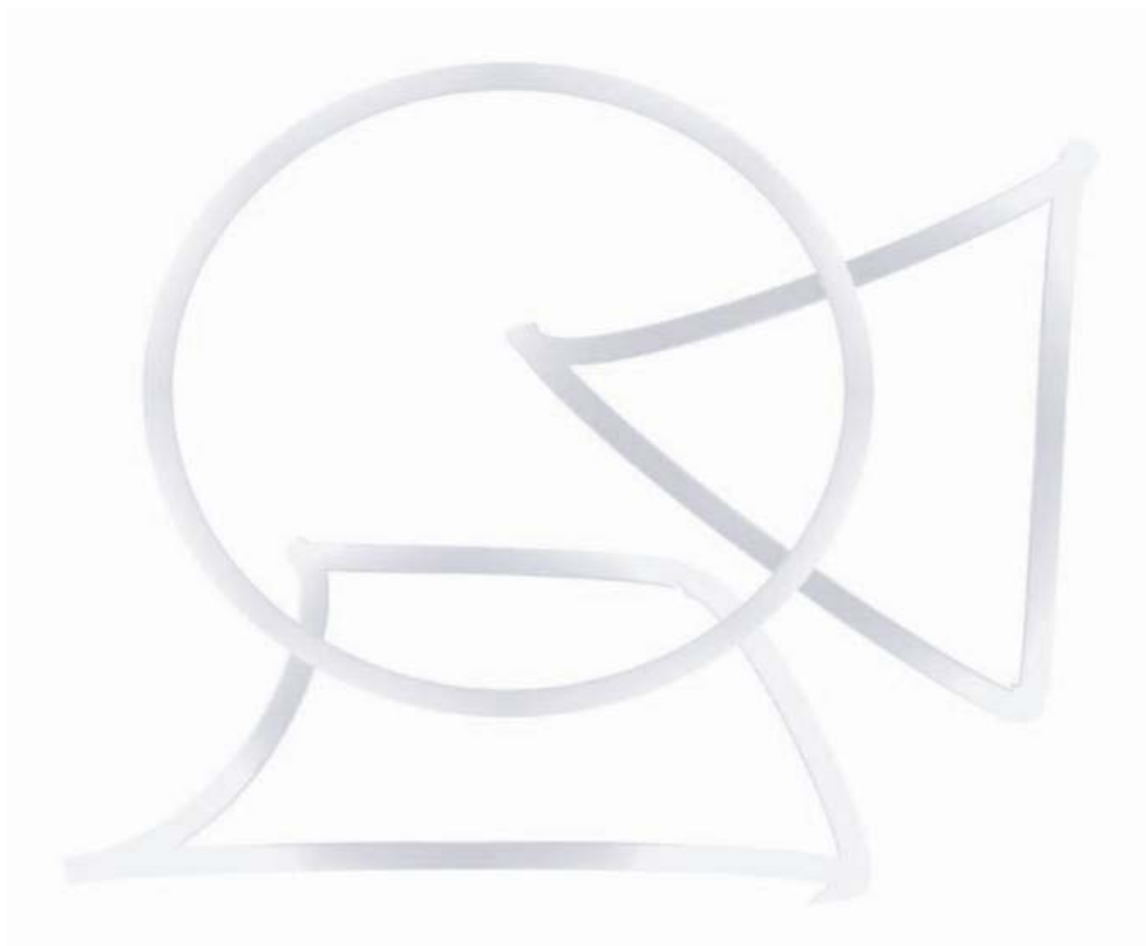
(gr/m)

DIAMETRO	1/4"	5/16"	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1 1/8"	1 1/4"	1 3/8"	1 1/2"	1 5/8"
LIQUIDO	15	25	40	75	120	180	580	420	525	645	775	915

GAS	-	-	6	14	23	34	47	81	110	123	159	174
-----	---	---	---	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----

En el caso de emplear líneas de refrigerante precargadas, opcionales, no es preciso calcular la carga de refrigerante.

- En máquinas que parcializan la potencia pueden ser necesarias varias líneas ascendentes, ya sea de descarga o de aspiración.
 - La línea de gas deberá estar aislada en todo su recorrido. La línea de líquido no debe aislarse, únicamente en aquellos puntos donde pueda ser afectada.
 - Puede ser adecuado usar válvulas solenoides, visores y otros elementos singulares.
- 



C/ Bronce, 5-7. 28510
Campo Real (Madrid)
Tel.: (34) 91 876 52 13
Fax: (34) 91 873 36 75
e-mail: comercial@termoven.es
www.termoven.es

F-CALC0111REV0