

PRO  BRE
La Conexión Vital.™

Instalaciones de GAS EN BAJA PRESION

Nuestra misión es promover el uso del cobre, especialmente en Chile y en Latinoamérica, fomentando una disposición favorable hacia su utilización e impulsando la investigación y el desarrollo de nuevas aplicaciones.

Colaboramos y trabajamos coordinadamente con las empresas, el gobierno y los organismos relacionados con el cobre para materializar una acción convergente, con visión de largo plazo a nivel mundial.





INSTALACIONES DE GAS EN BAJA PRESION

E L • C O B R E • E S • E T E R N O

© Inscripción N° 103.135
I.S.B.N. 956-7776-01-6
Propiedad Intelectual - PROCOBRE
Santiago - Chile
4ª Edición 2001

INACAP
Capacitación para el Desarrollo
Confederación de la Producción y
de Comercio

Especialista en Contenido

JACINTO FUENTES ROJAS
JORGE CELIS R.

INACAP

Diseño de Instrucción

DENIS OSORIO S.

INACAP

INTRODUCCION

El propósito central de este manual es entregar a los instaladores especializados de gas natural un conjunto de datos y procedimientos, ordenados en forma lógica y descriptiva, que les permita resolver con rapidez y certeza los problemas que se presentan a su trabajo práctico.

También encontrarán en este manual toda la información técnica, descrita y desarrollada a través de cuadros y tablas actualizadas, normas vigentes y procedimientos prácticos para su aplicación, que les servirá para mantener al día sus conocimientos.

Esperamos que este manual de consulta sea un complemento a sus tareas habituales. ■

A decorative graphic on the left side of the slide. It consists of a vertical stack of copper pipes. The top pipe is partially cut off by a horizontal yellow banner. Below the banner, there are seven more pipes, each with a circular cutout on its side. The pipes have a metallic copper texture with horizontal lines and a slight gradient. The cutouts are arranged in an alternating pattern: the first is on the left, the second on the right, and so on.

LAS CAÑERÍAS DE COBRE SON GARANTÍA DE DURABILIDAD EN LAS INSTALACIONES

PRESENTACION

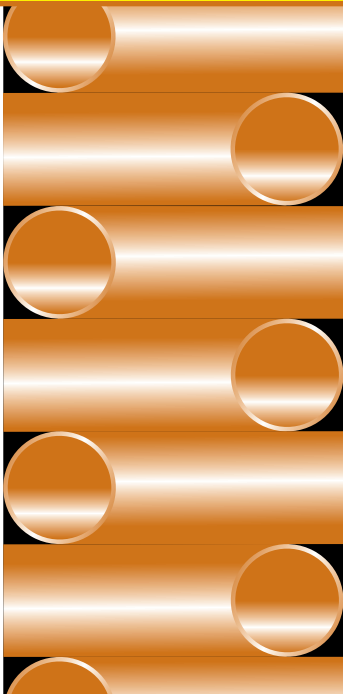
El Centro Chileno de Promoción de Usos del Cobre, PROCOBRE, pone a disposición de los trabajadores y empresas del área, el manual “Instalaciones de Gas Natural”, cuya información será de gran utilidad a los propósitos técnicos del instalador especializado.

Este manual complementa los contenidos entregados en el manual que lo antecede (“Instalaciones de Gas en Baja Presión”). El objetivo es colaborar con los especialistas del área, para lo cual pone a su disposición los conocimientos técnicos que tienen relación con esta actividad, respondiendo de manera precisa las consultas surgidas durante la planificación y la ejecución de una instalación.

Para lograr estos propósitos, este manual entrega al instalador la información técnica que requiere, presentándola en un formato apropiado, junto a un diseño dinámico y una diagramación moderna, como un real aporte para un eficiente servicio. ■



EL COBRE ES FACILMENTE SOLDABLE CON OTROS METALES



INDICE

DIMENSIONES Y PESOS DE CAÑERIAS DE COBRE./2

■ Cañerías de cobre en rollos./2

SOLDADURAS BLANDAS./5

■ Fundente para soldaduras blandas./5

DIMENSIONES DE LOS FORMATOS NORMALES DE LA SERIE A./6

■ Formatos y Escalas./6

INSTALACION DE CAÑERIAS PARA GAS DE CIUDAD./7

■ Diseño de la línea de consumo./7

Ejecución de la red./8

Sifones y cámaras sifón./9

Protecciones de la cañería bajo tierra./11

Profundidad de los arranques de la matriz interior./13

PRUEBA DE HERMETICIDAD EN INSTALACIONES DE GAS EN BAJA PRESION./14

■ Detección y reparación de escapes./17

Pruebas de escape./18

INSTALACION DE EQUIPOS DE GAS LICUADO./19

Cilindros de 45 kg./19

Medidas de instalación de los accesorios del equipo de gas licuado./20

Caseta para cilindros de 33 kg y 45 kg./20

MEDIDAS DE SEGURIDAD./21

Medidas de seguridad para los cilindros vacíos y de reposición./21

Distancias mínimas de seguridad para equipos de gas licuado ./22

Distancias mínimas de seguridad para estanques aéreos y subterráneos./23

Plano tipo de instalación subterránea de estanques./25

MEDIDORES UTILIZADOS HABITUALMENTE EN GASCO./26

Detalle base para el cálculo de los nichos para medidores de gas.

Plano P473. 11 - 001674./27/28/29

LLAVES DE PASO Y ALTURAS DE LOS ARTEFACTOS./30

Llaves de paso de los artefactos a gas./30

Alturas de la alimentación de los artefactos a gas licuado./30

REGULADORES PARA GAS LICUADO./31

ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO./33

Instrumentos de un estanque y su uso./34

APLICACION DE LA NORMA NSEC 12. GP.31./35

Razón de vaporización./35

Consumo diario./41

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CILINDROS DE 45 kg EN UNA INSTALACION INTERIOR DE GAS./43

- Suministro doméstico en viviendas con más de 75 m² de edificación./43
- Suministro doméstico en viviendas con menos de 50 m² de edificación./45

CALCULO DEL FACTOR DE SIMULTANEIDAD./48

- Aplicación de la fórmula general para obtener el factor de simultaneidad./49
- Aplicación de la tabla de factores de simultaneidad./53

PERDIDA DE CARGA./55

PRESIONES DE SUMINISTRO EN BAJA PRESION PARA LOS SERVICIOS DE GAS./65

DIMENSIONAMIENTO DE CAÑERIAS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES DE GAS EN BAJA PRESION./66

- Propiedades físicas y condiciones de referencia./66
- Pérdida máxima de presión./67
- Diámetros de las cañerías de cobre./68
- Material de las cañerías./70
- Dimensionamiento./70
- Variación de la presión con la altura./71
- Propiedades físicas fundamentales de los gases del carbón./73

EJEMPLO PRACTICO DE APLICACION DE LAS TABLAS EN BAJA PRESION./74

- Procedimiento para calcular el diámetro de las cañerías./74



FAMILIA DE GASES./81

Primera familia:

Los gases manufacturados./82

Segunda familia:

Los gases naturales./85

Tercera familia:

Los gases licuados del petróleo./87

Generalidades y composición de los gases licuados del petróleo./89

Características fisico-químicas./93

CURVAS PUNTO DE ROCIO./95

Propano./95

Butano./96

Procedimiento de lectura en el gráfico./97

Aplicación./98

INDICE DE WOBBE./99

Límites de inflamabilidad./104

APENDICE./111

CUADRO SIGNOS CONVENCIONALES./ 112

TABLA DE CONVENCIONES./ 114

CARACTERISTICAS DEL PROPANO Y BUTANO./ 116

LIMITES DE INFLAMABILIDAD DE UN GAS LICUADO DE PETROLEO./ 118

PESO ESPECIFICO DE UN GAS LICUADO DE PETROLEO A TEMPERATURA STANDARD./ 119

COMPARACION DE GASES COMBUSTIBLES DE USO DOMESTICO./ 120

INYECTORES GAS LICUADO. TABLA DE CAUDALES PARA GAS PROPANO./ 121

PRESIONES DE LOS VAPORES DE GASES LICUADO A PETROLEO./ 123

EL COBRE ES FACILMENTE SOLDABLE CON OTROS METALES



DIMENSIONES Y PESOS DE CAÑERÍAS DE COBRE

CAÑERÍAS DE COBRE EN ROLLOS

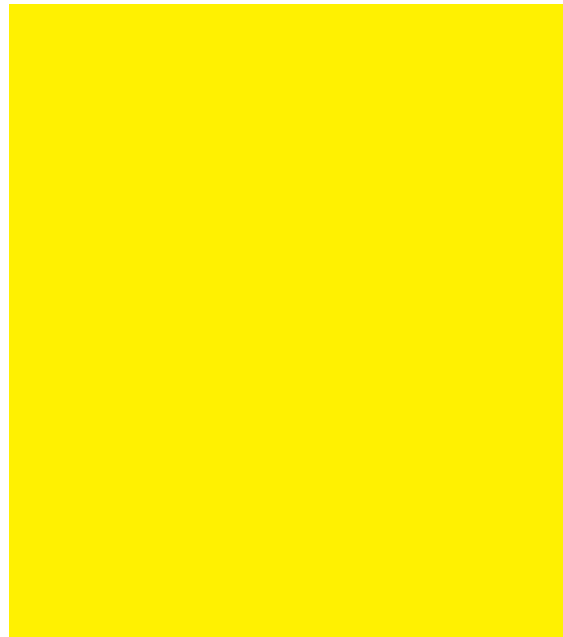
Las cañerías de **COBRE** suministradas en rollos de diferentes diámetros y una longitud de 18 metros. En caso de sobrepedido puede alcanzar los 45 metros o más.

Las cañerías en rollos se encuentran en el comercio en los tipos «K» y «L».

La medida de su diámetro (\emptyset) varía:

en milímetros: desde 9,53 a 22,23 mm

en pulgadas: 1/4"; 3/8"; 1/2"; 3/4"



CAÑERÍAS DE COBRE

Tipo: L

En Tiras Rectas (Temple Duro o Blando)



3

Diámetro Nominal pulg	Diámetro Ext. Real mm	Espesor pared mm	Presión Máxima Permitida		Peso kg/m	Largo Máximo m
			kg/cm ²	lb/pulg ²		
1/4	9.53	0.76	72	1.023	0.187	6.00
3/8	12.70	0.89	63	891	0.294	6.00
1/2	15.88	1.02	57	813	0.424	6.00
3/4	22.23	1.14	45	642	0.673	6.00
1	28.58	1.27	39	553	0.971	6.00
1 1/4	34.93	1.40	35	497	1.314	6.00
1 1/2	41.28	1.52	32	456	1.692	6.00
2	53.98	1.78	29	407	2.601	6.00
2 1/2	66.68	2.03	26	375	3.675	6.00
3	79.38	2.29	25	355	4.943	6.00
4	104.78	2.79	23	327	7.967	6.00
5	130.18	3.18	21	299	11.308	6.00

En Rollos, tipo Pancake (Temple Blando)

Diámetro Nominal pulg	Diámetro Ext. Real mm	Espesor pared mm	Presión Máxima Permitida		Peso kg/m	Largo Máximo m
			kg/cm ²	lb/pulg ²		
1/4	9.53	0.76	72	1.023	0.187	18.00
3/8	12.70	0.89	63	891	0.294	18.00
1/2	15.88	1.02	57	813	0.424	18.00
3/4	22.23	1.14	45	642	0.673	18.00

Tipo: K

En Tiras Rectas (Temple Duro o Blando)



Diámetro Nominal pulg	Diámetro Ext. Real mm	Espesor pared mm	Presión Máxima Permitida		Peso kg/m	Largo Máximo m
			kg/cm ²	lb/pulg ²		
1/4	9.53	0.89	85	1.212	0.215	6.00
3/8	12.70	1.24	89	1.272	0.398	6.00
1/2	15.88	1.24	70	1.000	0.508	6.00
3/4	22.23	1.65	67	948	0.951	6.00
1	28.58	1.65	51	727	1.244	6.00
1 1/4	34.93	1.65	41	589	1.537	6.00
1 1/2	41.28	1.83	39	552	2.021	6.00
2	53.98	2.11	34	484	3.064	6.00
2 1/2	66.68	2.41	31	447	4.337	6.00
3	79.38	2.77	30	431	5.941	6.00
4	104.78	3.40	28	400	9.651	6.00
5	130.18	4.06	27	384	14.337	6.00

En Rollos, tipo Pancake (Temple Blando)

Diámetro Nominal pulg	Diámetro Ext. Real mm	Espesor pared mm	Presión Máxima Permitida		Peso kg/m	Largo Máximo m
			kg/cm ²	lb/pulg ²		
1/4	9.53	0.89	85	1.212	0.215	18.00
3/8	12.70	1.24	89	1.272	0.398	18.00
1/2	15.88	1.24	70	1.000	0.508	18.00
3/4	22.23	1.65	67	948	0.951	18.00
1	28.58	1.65	51	727	1.244	18.00

SOLDADURAS BLANDAS

El término genérico «soldaduras blandas» se aplica a un grupo de aleaciones que tienen en común un punto de fusión inferior a 450°C.

La soldadura blanda consiste en unir metales a través de una aleación, cuyo punto de fusión es menor que el metal base, no superando los 450°C. Se usa en las instalaciones de gas en baja presión.

Durante años se empleó la aleación de 50% estaño (Sn) y 50% de plomo con un punto de fusión aproximado de 183°C a 216°C. En la actualidad, el uso de plomo ha sido prohibido en la mayoría de los países desarrollados por su acción nociva para la salud humana.

Por lo tanto se deben usar soldaduras sin plomo

Las alternativas vigentes que ya se están utilizando son:

ALEACION	RANGO DE FUSION (Aprox.)
Sn-Sb5	232-240°C
Sn-Ag6	221-280°C
Sn-Ag5	221-245°C
Sn-Ag3,5	221°C

(Sn = Estaño; Sb = Antimonio; Ag = Plata)

FUNDENTE PARA SOLDADURA BLANDA

La pasta para soldar o fundente está elaborada con componentes químicos de alta pureza.

Básicamente, los fundentes pueden estar compuestos de:

- jalea de petróleo
- cloruro de amonio
- cloruro de zinc
- agua, agentes humectantes y otros

Por su composición, estos fundentes son aptos para ser usados con soldaduras blandas de estaño-plomo, cuyos puntos de fusión o soldabilidad oscilan entre los 180°C y 132°C.

El fundente para soldadura blanda se aplica en uniones de COBRE-latones-bronces-fierros o similares.

▼

**EL COBRE ES FACILMENTE
SOLDABLE CON OTROS METALES**

DIMENSIONES DE LOS FORMATOS NORMALES DE LA SERIE A

FORMATOS Y ESCALAS.

El formato estará de acuerdo con la tabla dada en la norma NCh 13.Of.65, formatos normales de la serie A.

El formato normal A0 será el tamaño máximo que se aceptará para el plano.

Sólo se aceptará para el plano las escalas siguientes:

1: 110; 1: 500 y 1: 1000, las de los dibujos complementarios, de 1: 10 y 1:20.

Para los casos no contemplados en esta norma, el formato y la escala serán fijados por SEC.

(Extractado de la norma NSEC. 5.G. n 74 Instalaciones interiores de gas. Planos. Procedimientos para la ejecución).

ALGUNOS FORMATOS DE LA SERIE A

Símbolo INN	Dimensiones formato normal mm	Márgenes mm	Equivalencia formato base
Formato base A0	841 x 1.189	10	1
A1	594 x 841	10	1/2
A2	420 x 594	10	1/4
A3	297 x 420	10	1/8
A4	210 x 297	5	1/16

INSTALACIONES DE CAÑERÍAS PARA GAS DE CIUDAD

DISEÑO DE LA LINEA DE CONSUMO

El punto inicial de la red interior de COBRE está determinado por la ubicación del medidor y el recorrido de las cañerías, hasta los artefactos.

La proyección de la línea de consumo y su ejecución se debe efectuar cumpliendo los siguientes requisitos:

- La línea de consumo debe ser instalada en lugares accesibles, de fácil ubicación en caso de ser necesarias revisiones o reparaciones.
- El recorrido entre el medidor y los artefactos deberá ser, en lo posible, corto.
- La red de cañerías de COBRE no debe interferir con otras instalaciones como las de agua, gas o alcantarillado.
- La red de cañerías de COBRE debe estar separada en lo posible a más de 0.60 m de las líneas eléctricas.
- En el interior de la vivienda, las cañerías de COBRE dispuestas en el piso no deben atravesar el dormitorio. Esto es válido para las cañerías horizontales y verticales. Atraviesan el dormitorio, sólo cuando la instalación está colocada en el entretecho del último piso de la edificación (techumbre ventilada).
- En el interior de la vivienda las cañerías de COBRE deben colocarse preferentemente en los pasillos y accesos hasta llegar a baños o cocina.
- Si se trata de conjuntos de instalaciones individuales como departamentos, oficinas, etc., cada una de estas instalaciones debe ser colocada exclusivamente en la propiedad de cada usuario. Si es necesario que en los edificios las cañerías de COBRE atraviesen los pisos, éstos se colocarán en los accesos comunes: pasillos, escalas, etc.

EJECUCION DE LA RED

Cañerías exteriores

Las cañerías de COBRE exteriores bajo tierra deben ser instaladas en una zanja, cuya medida de profundidad fluctúe entre 0.50 m a 0.60 m por 0.40 m de ancho, más o menos, con fondo plano y parejo, siguiendo la pendiente de la cañería.

Colocadas las cañerías de COBRE, se rellena la zanja con el material extraído en capas de 0.20 m para lo cual se tendrá la siguiente precaución:

- La primera capa debe estar compuesta del material más fino posible, es decir, sin piedras ni residuos duros que amenacen la constitución física de las cañerías.
- Luego, la tierra se apisona cuidadosamente. De este modo se tiene la seguridad que las cañerías quedan protegidas para recibir la segunda capa.

Cañerías interiores

Las cañerías de COBRE instaladas en el interior de la construcción pueden colocarse de diferentes formas:

- En el primer piso, las cañerías de COBRE se pueden colocar bajo el radier, para lo cual deberán estar protegidas.
- Si la instalación es por piso, las cañerías se colocarán sobre la losa o radier. En estos casos las cañerías de COBRE se ubican en el relleno del piso y no necesitan protecciones especiales.
- Cuando la instalación es entre losas, como en los casos de los edificios de varios pisos, la cañería de COBRE se coloca embutida en la losa, antes de la faena de hormigonado.
- En una instalación a la vista, las cañerías de COBRE se colocan afianzadas al muro con las correspondientes abrazaderas.

- Si la instalación es embutida en muros de hormigón armado, las cañerías de COBRE se colocarán antes de la faena de hormigonado.
- La instalación embutida en muro de albañilería podrá colocarse bajo el estuco.
- Las cañerías de COBRE pueden instalarse por el cielo siempre que éste corresponda a la vivienda del usuario.
- Una instalación se ubicará en el entretecho, si éste se realiza en el último piso y corresponda a la techumbre.

Pendiente de las cañerías

Las cañerías de COBRE instaladas bajo tierra deben tener una pendiente mínima del orden del 3%.

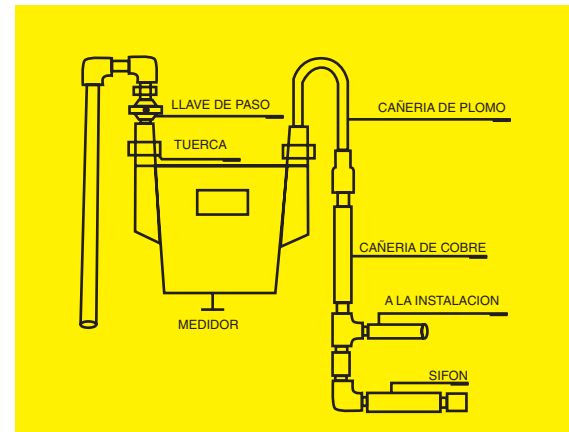
En el interior de la construcción, las cañerías instaladas por piso, como entrelosa, sobrelosa, etc., deben tener una pendiente mínima de 1 1%.

SIFONES Y CAMARA SIFON

Los sifones de COBRE son elementos instalados en los puntos bajos o quiebres de pendientes negativas, de la red de cañerías.

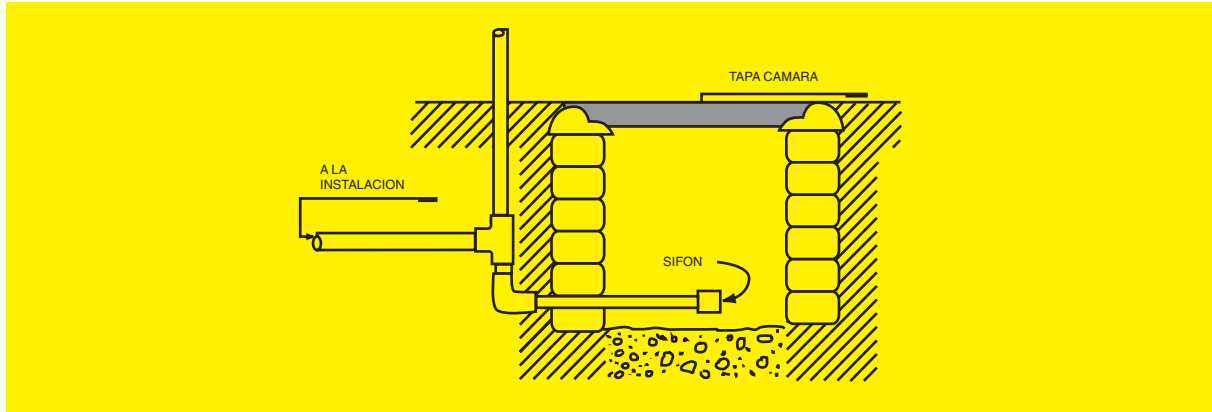
El sifón de COBRE consiste en un tubo de una longitud mínima de 0.30 metros con una tapa desmontable o tapa gorro o tornillo en el extremo.

Una de sus finalidades, entre otras, es recibir los residuos de gas de ciudad. Cumple también, el rol de registro.



Sifón subterráneo

El sifón de COBRE subterráneo es aquel instalado bajo tierra. Debe ser revisable en una cámara.



La cámara sifón es de sección cuadrangular de dimensiones variables.

Se ejecuta generalmente de albañilería, de ladrillo fiscal, sin estucar.

En el fondo, sin radier, se deja una capa de grava para que funcione el drenaje.

En la parte superior de la cámara sifón se coloca una tapa de hormigón de cemento prefabricada.

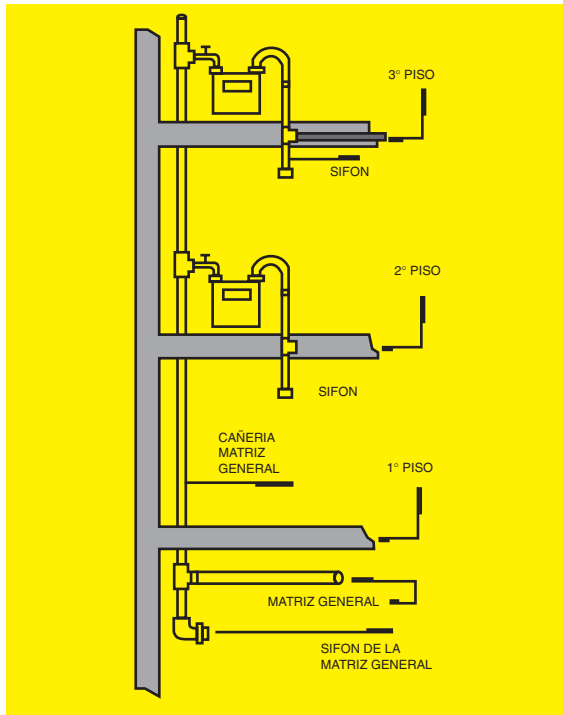
Las dimensiones de la cámara corresponden, generalmente, a las de la tapa:
0.40 x 0.40 ó 0.50 x 0.50 ó 0.60 x 0.60 m.

La profundidad no debe sobrepasar los 0.80 m.

Sifones aéreos

Los sifones de **COBRE** aéreos son aquellos que siempre están a la vista sobre la cota de piso, o bien, bajo el cielo.

Por ejemplo, las bajadas desde los medidores colocados en el interior de los edificios de varios pisos.



PROTECCIONES DE LA CAÑERÍA BAJO TIERRA.

La cañería de acero, negra o galvanizada, instalada en zanjas, debe protegerse contra la corrosión o impactos que pueda sufrir.

Esto no ocurre con las cañerías de COBRE que sólo deben protegerse contra impacto.

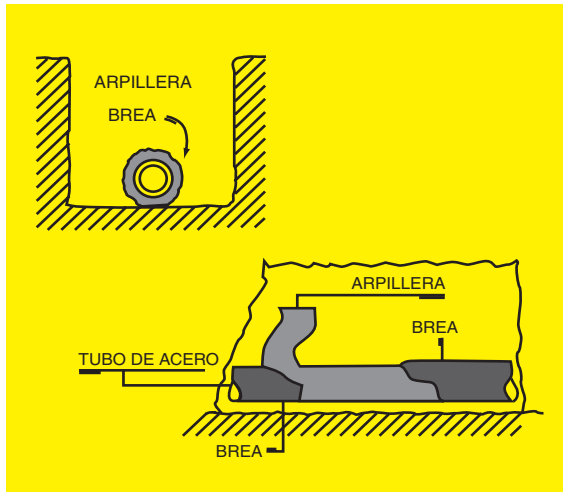
Entre las protecciones más corrientes se mencionan:

- **Canalón de brea:** Consiste en colocar la cañería en un cajón de madera y rellenarlo con brea fundida.



■ Revestimiento de arpillera y brea:

Consiste en pintar la tubería con brea caliente u otro material bituminoso. Luego se envuelve con arpillera y se remata con otra capa de brea hasta impregnar totalmente la arpillera.



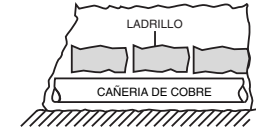
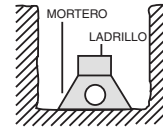
La cañería de cobre es resistente a la corrosión, pero es más blanda que la de acero.

Pero debe ser protegida contra los impactos de herramientas de excavación, de jardinería, piedras, etc.

De esto último, también hay formas de proteger la cañería:

■ Capa de ladrillos:

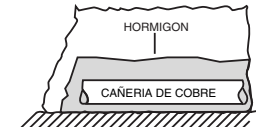
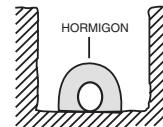
Se coloca una hilera de ladrillos, fiscales o de muralla, sobre la cañería, afianzado con una mezcla de hormigón pobre. No es necesario emboquillarlos.



■ Capa de hormigón:

Se cubre la cañería de **COBRE** con una capa de hormigón pobre de 140 kg./C/m³ de 8 a 10 cm de espesor.

Esta unidad de medida así descrita significa que la capa de hormigón pobre tendrá 140 kilos de cemento por metro cúbico considerando un espesor de 8 a 10 cm .



PROFUNDIDAD DE LOS ARRANQUES DE LA MATRIZ INTERIOR

El Reglamento de Instalaciones de Gas, establece que el arranque de la matriz interior deberá quedar a 50 cm de profundidad bajo la vereda.

La distancia mínima de seguridad para cañerías de gas enterradas, medida desde la parte superior de la cañería al nivel del terreno o pavimento, existente en el momento de la inspección son las siguientes:

- 50 cm para instalaciones interiores.
- 60 cm para redes de distribución de gas licuado en baja o media presión.
- 80 cm para redes de baja o media presión que atraviesen calles pavimentadas.

Además de la profundidad señalada para cada caso, las cañerías que se instalen bajo tierra sin pavimento o bajo jardines, se deben proteger con ladrillos o mezcla de cemento 1 x 6 (mezcla pobre).

Sólo se permitirán cañerías de gas de ciudad por el entretecho de los dormitorios, lo que estará prohibido para el gas licuado.

Se prohíbe destinar al suministro de gas licuado las instalaciones proyectadas y aprobadas para gas de ciudad.

PRUEBA DE HERMETICIDAD EN INSTALACIONES DE GAS EN BAJA PRESION

La prueba de hermeticidad es una prueba de presión reglamentaria, exigida por la Super-intendencia de Electricidad y Combustibles, SEC.

Esta prueba de hermeticidad se ejecuta en los siguientes casos:

- Para instalaciones de gas licuado con cilindros de 45 kg.
La ejecución de la prueba es en la te de prueba ubicada en el bastón del equipo.
- Para instalaciones de gas licuado en media presión.
La ejecución de la prueba se realiza desde la te de prueba a la salida de la cañería de alimentación del estanco, entre la futura instalación del regulador de primera y segunda etapa.
- Para instalaciones de gas de ciudad.
La ejecución se realiza a la entrada de la instalación, después del medidor de gas.

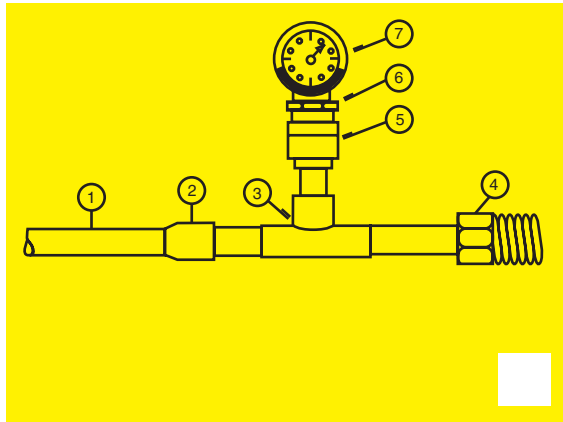
Para realizar la prueba de hermeticidad se utiliza una simple bomba de aire, aquella empleada para inflar las cámaras de los neumáticos y un manómetro.



El manómetro debe estar calibrado en divisiones no mayores de 1/100 de kgf/cm^2 , o bien, 1/10 lb/pulg^2 , graduado de 0 a 1 kgf/cm^2 ó 0 a 15 lb/pulg^2 .

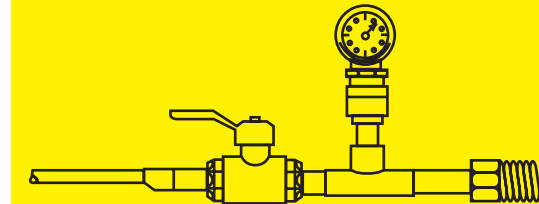
Nota: $1\text{lb/ pulg}^2 = 1\text{psi}$

Detalle constructivo de una bomba de prueba:



1. Válvula de aire cámara vehículo.
2. Copla reducción 3/8" x 1/4" SO.
3. Te de 3/8" SO.
4. Terminal 1/2" x 3/8" HE - SO.
5. Terminal 1/2" x 3/8" HI - SO.
6. Bushing 1/2" x 1/4" HE - HI.
7. Manómetro.

BOMBA DE PRUEBA CON VALVULA DE CORTE



La práctica demuestra que el resultado de la prueba de hermeticidad es en función de la presión y el tiempo.

La prueba de hermeticidad, para instalaciones de baja presión, se debe realizar de acuerdo con el siguiente procedimiento:

1. Los puntos de alimentación de los artefactos deben estar correctamente obturados.

2. En la cañería sin llave de paso y artefactos, se utiliza una presión igual o superior a 70 kPa, o su equivalente, 0,7 kgf/cm² a 10 lb/pulg².

Sin embargo, esta presión debe ser inferior a 100 kPa, o su equivalente, 1 kgf/cm² a 15 lb/pulg².

La presión elegida para la prueba debe mantenerse fija durante 5 minutos con 10 a 15 lb/pulg².

3. En la instalación terminada, con los artefactos conectados y las llaves de paso cerradas, se utiliza una presión igual o superior a 15 kPa ó 0,15 kgf/cm². Pero esta presión debe ser inferior a 20 kPa ó 0,2 kgf/cm².

La presión elegida debe mantenerse durante 10 minutos con 2,1 a 2,8 lb/pulg².

4. Cabe señalar que los puntos de unión de los artefactos deben estar debidamente conectados sin la instalación del regulador. Este punto debe estar correctamente obturado.

La prueba de hermeticidad debe realizarse sólo en forma individual, por departamento o casa-habitación.

Se prohíben las pruebas de hermeticidad colectivas, por el llamado sistema «peineta».

El sistema denominado «peineta» consiste en verificar, en conjunto, la hermeticidad de todas las instalaciones de los departamentos de un edificio previamente interconectados.

Las fugas de aire de las conexiones se localizan con una solución jabonosa. Esta se aplica a las conexiones empleando una brocha, a fin de que las burbujas detecten las fugas.

Una vez hecha la reparación y si aún hubiera escape, se repetirá la prueba de presión hasta que no decaiga la presión en un intervalo de 10 minutos.



DETECCION Y REPARACION DE ESCAPES

Para detectar escapes en una conexión:

1. Utilice agua jabonada o alguna solución preparada para ese uso (nunca debe usarse fósforos u otro elemento que proporcione llama)
2. Aplique el agua o la solución en cada acoplamiento de la cañería de acero y observe cuidadosamente si las burbujas aumentan, lo que indicaría la presencia de un escape. Un escape mayor puede soplar la solución antes de que se formen las burbujas.
2. Procure ajustar o lubricar la conexión en caso de que la cañería sea con uniones roscadas. Si el escape continúa, saque la conexión e inspeccione el roscado. De ser necesario haga un nuevo roscado.
3. En caso de continuar el problema después de haber efectuado las indicaciones anteriores, ubique porosidades y rajaduras en la cañería de acero. Cambie cualquier material defectuoso que encuentre.

Para reparar un escape:

1. Procure ajustar la conexión en caso de que la cañería sea de COBRE avellanada. Si esto no funciona avellánela de nuevo.

NOTA: *Escapes producidos por elementos tales como llaves de gas, artefactos, válvulas, etc., requerirán de la reparación de la parte defectuosa o el cambio de todo el aparato.*

PRUEBAS DE ESCAPE

Método de baja presión

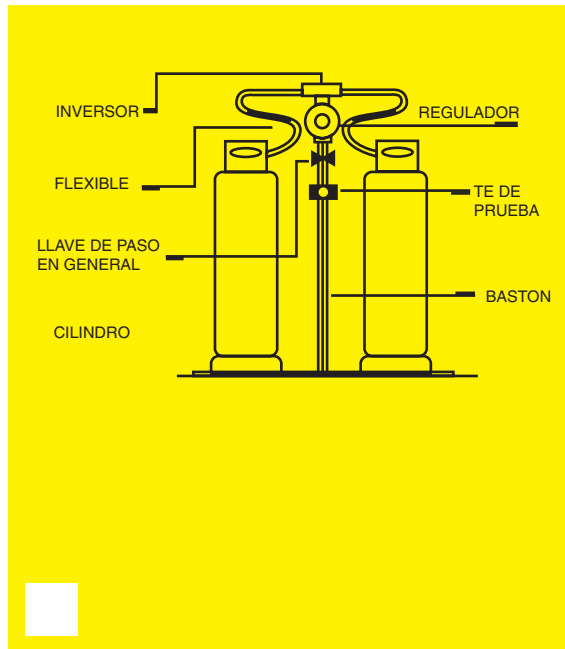
1. Inspeccione todas las conexiones y válvulas del artefacto para asegurarse que están ajustadas o cerradas. Esto incluye a las válvulas piloto.
2. Conecte un manómetro de baja presión (Fisher 5OP - 2 ó su equivalente) al orificio del quemador y abra la válvula.
3. Permita la entrada de presión al sistema abriendo la válvula de servicio. Cierre bien la válvula de servicio.
4. Cerciórese que el manómetro de baja presión marque por lo menos 11" columna de agua. Lentamente deje escapar presión abriendo la válvula de un quemador del artefacto a fin de reducir la presión exactamente a 10" columna de agua.
5. Observe la presión durante 10 minutos. Si ésta permanece en 10" columna de agua, se puede asegurar que no hay escape en el sistema.
6. Remítase a la página «Detección y reparación de escapes» en caso de que haya caída de presión.
7. Repita las indicaciones 1, 2 y 3 una vez subsanado el escape.



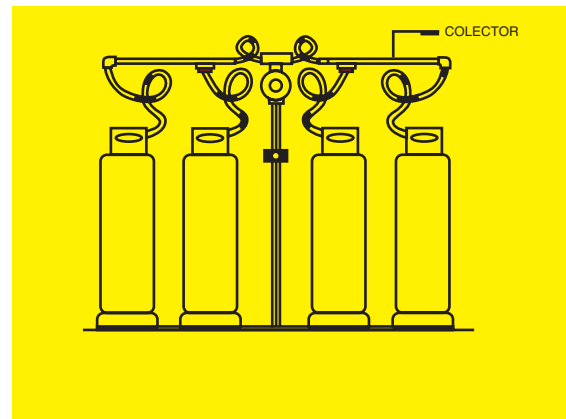
INSTALACION DE EQUIPOS DE GAS LICUADO

CILINDROS de 45 kg.

El equipo de dos cilindros está constituido por:



El equipo de cuatro cilindros tiene, además, otro elemento incorporado: el colector.



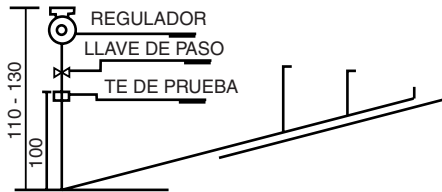
El colector es el dispositivo formado por una cañería de **COBRE**, tipo K, de 3/8" con terminales.

Uno de los terminales sirve para conectarlo al inversor y los otros a las conexiones flexibles.

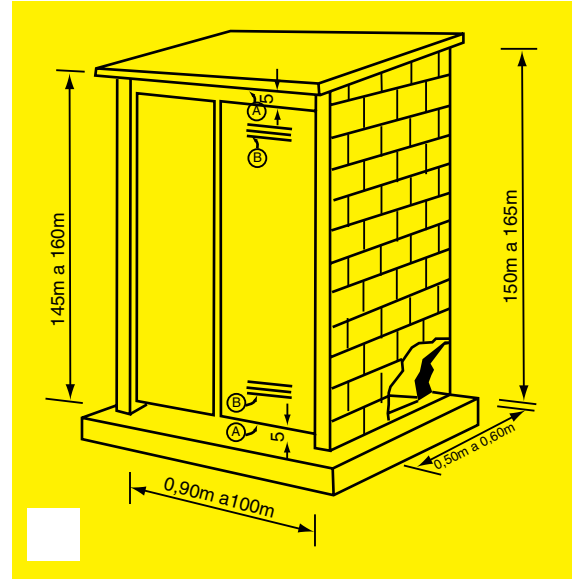
MEDIDAS DE INSTALACION DE LOS ACCESORIOS DEL EQUIPO DE GAS LICUADO.

Las alturas de la instalación de los accesorios del equipo a gas licuado son:

- Regulador: 1,10 m a 1,30 m sobre el nivel del radiador.
- Te de prueba: 1.0 m sobre el nivel del radiador.



CASETA PARA CILINDROS DE 33 kg y 45 kg .



- A: Aberturas de 5 cm para la ventilación en puertas, rejillas o perforaciones.
- B: Puertas de 145 cm de alto con rejillas o perforaciones para la ventilación.

La caseta debe ser de uso exclusivo de los cilindros.

Toda caseta destinada a proteger a los cilindros a gas licuado se construirá de material incombustible debiendo disponer las puertas de un cierre de fácil manejo.

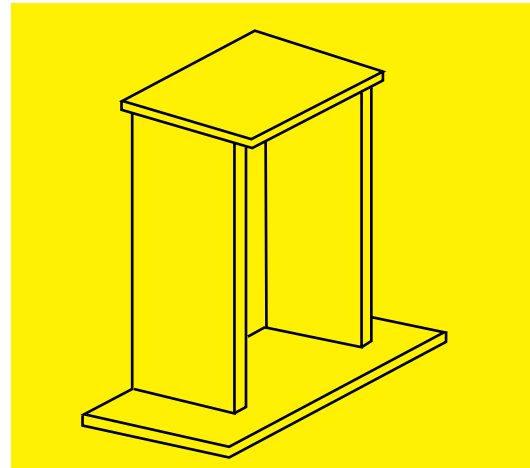
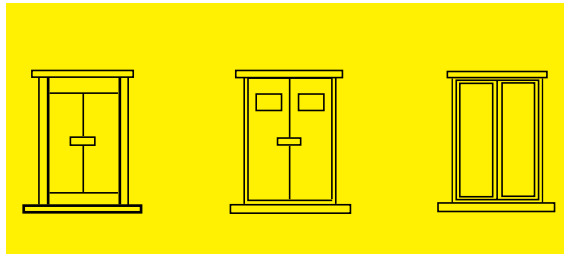
La caseta debe estar colocada sobre una base firme, debidamente nivelada, de concreto.

Su espesor fluctúa entre 0.05 m a 0.10 m sobre el nivel del piso.

Puertas para casetas

Las puertas deberán tener una capacidad de ventilación, en su parte superior e inferior, no menor de 150 cm².

Algunos tipos de puertas para casetas son los que se muestran en la siguiente ilustración:



MEDIDAS DE SEGURIDAD

MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA LOS CILINDROS VACIOS Y DE REPOSICION.

Se prohíbe guardarlos en subterráneos. Se deberán ubicar en posición normal, parados, a cierta distancia de los cilindros conectados, en un lugar adecuado y con buena ventilación. Se resguardarán de la acción del agua y de la manipulación de extraños.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA EQUIPOS DE GAS LICUADO

Equipo de GL		Distancias mínimas de seguridad, en metros, a:			
Total de cilindros Tipo 33/45		Abertura de edificios (a).(b).(c)	Conductores eléctricos (Volt.)		
Sobre	Hasta		V < 380	V > 380	
0	2	1	0.3	2	
2	4	2	0.3	2	
4	8	3	0.5	4	
8	12	5	0.5	4	

Cámara de alcantarillados y otras cámaras y vías públicas (d)	Interruptores, enchufes y otros elementos productores de chispas (c)
1	1
1	2
2	2
2	2

- a) Cualquier abertura que comunique el interior con el exterior del edificio. Por ejemplo: puertas, ventanas, sótanos, ductos de basura, etc. Incluye además, distancias a fuegos abiertos como quemadores, hogares, motores, etc.
- b) Para un equipo instalado en el interior de locales, se considerará sólo distancia a fuegos abiertos como quemadores, hogares, motores, etc., y aberturas que comuniquen con sótanos. La distancia para todos ellos será de 3 m.
- c) Para un material o equipo eléctrico que reúne las condiciones de antideflagrante (antiexplosivo), no se exige distancia mínima; lo mismo es válido para conductores eléctricos embutidos.
- d) No se requiere distancia de seguridad a piletas con sifón. Para piletas sin sifón esta distancia será mínimo de 1,5 m en los equipos de hasta 4 cilindros. Para equipos instalados en el interior de locales, las distancias a cámaras de alcantarillados y otras cámaras, será de mínimo 3 m.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD PARA ESTANQUES AEREOS Y SUBTERRANEOS, USO EN DOMICILIO, ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES, AGRICOLAS E INDUSTRIALES.

D1 : Distancia horizontal a partir de la envolvente o contorno del estanque.

D2 : Distancia horizontal a partir de los puntos de transferencia del estanque (válvula de llenado, retorno o de control de llenado al 80%).

Las distancias se miden en forma horizontal y los elementos en altura se proyectan hacia el suelo antes de medir.

Cornisas, aleros, marquesinas u otras salientes que no sean balcones no se consideran.

ITEM	D1 ENVOLVENTE DEL ESTANQUE			D2 (a) PUNTO DE TRANSFERENCIA		
	1 m ³	2 m ³	4 m ³	1 m ³	2 m ³	4 m ³
	1 A construcciones Edificaciones)	1,5	1,5	1,5	3	3
2 A líneas medianeras	1,5	1,5	1,5	3	3	4 (*)
3 A líneas oficiales municipales	1	1	1,5	1	1	4
4 A subterráneos	-	-	-	3	3	4 (*)
5 A vía férreas	-	-	-	3	3	4 (*)
6 A tableros eléctricos no antiexplosivos	-	-	-	3	3	4 (*)
7 A luces eléctricas	-	-	-	3	3	4 (*)
8 A cámaras de alcantarillado, sumideros, cloacas ...	-	-	-	2	2	2

ITEM	D1 ENVOLVENTE DEL ESTANQUE			D2 (a) PUNTO DE TRANSFERENCIA		
	1 m ³	2 m ³	4 m ³	1 m ³	2 m ³	4 m ³
9 A líneas de vapor	-	-	-	2	2	2
10 A otros estanques de combustible (Parafina, Petróleo) (b)	3	3	3	-	-	-
11 Entre estanques aéreos de Gas Licuado	1	1	1	-	-	-
12 A maleza; pasto seco o leña	3	3	3	-	-	-
13 A fuegos abiertos	-	-	-	4,5	4,5	4,5
14 A cajas de derivaciones no antiexplosivas	2	2	2	-	-	-
15 A motores de combustión interna, equipos de soldar.....	-	-	-	4,5	4,5	4,5
16 A cables eléctricos hasta 380 V	2	2	2	-	-	-
17 A cables eléctricos sobre 380 a 15.000 V.	6	6	6	-	-	-
18 Entre estanques y vaporizador	3	3	3	-	-	-
19 A estacionamiento o tránsito de vehículo	Si es cercano, deben ponerse protecciones y/o barreras.					
20 Condiciones de escurrimiento de aguas lluvias	Debe prevenir la inundación del capuchón.					

a) D² : Puede reducirse a la mitad en caso de edificios cuya muralla no tenga aberturas. Esto es válido para el Item 1 solamente.

b) : Esta distancia se asimila a materiales combustibles mencionado en el Decreto N°29. (3er. párrafo punto 3.2.2.)

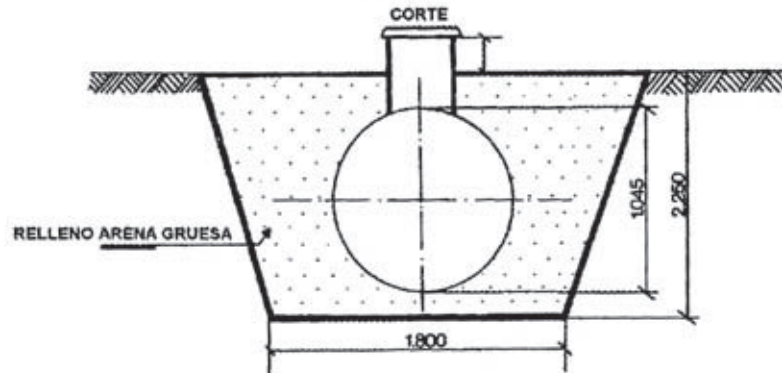
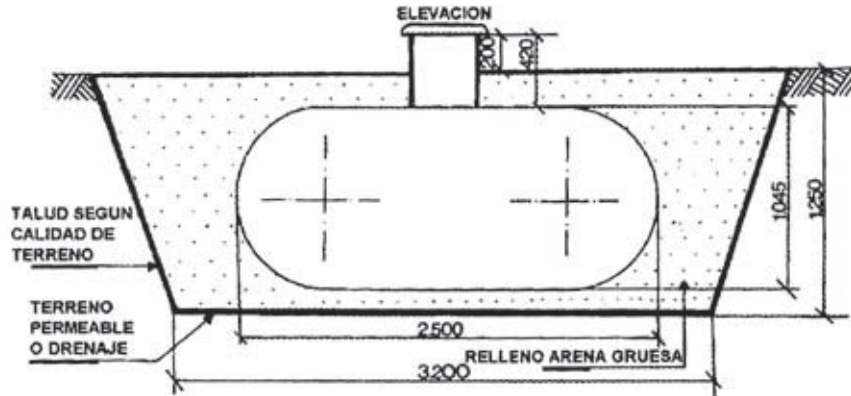
(*) : Esta distancia puede ser de 3 m. en caso de un solo estanque de 4 m³ Estanque subterráneo debe quedar 15 cm. como mínimo bajo tierra.

Otras situaciones no consideradas en este manual remitirse al Decreto N°29, de 1986 del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción publicado en el D.O. N°32.641 del 06.12.86, «Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Transporte y Expendio de Gas Licuado».

PLANO TIPO DE INSTALACION SUBTERRANEA DE ESTANQUES

Ejemplo de estanque de 2 m³

25



DISTANCIA DE MEDIDORES A LINEAS ELECTRICAS*

Líneas eléctricas		Distancia mínima de seguridad en m
Sobre:	Hasta:	
	1.000 V	2
1.000 V	15.000 V	6
15.000 V		20
* Aplicables a líneas aéreas o cajas de derivación		

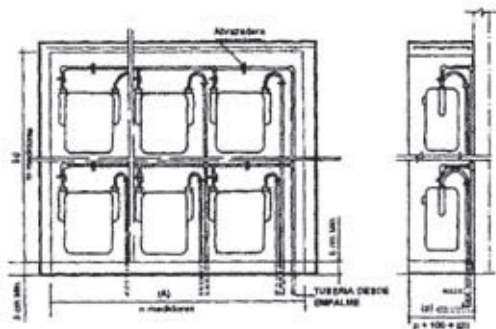
MEDIDORES UTILIZADOS HABITUALMENTE EN LA REGION METROPOLITANA

Tipo de medidor	Capacidad (m ³ /hr)	
	mínima	máxima
Remus 3 G. 1,6	0,016	2,5
Parkinson Cowan U-6	0,06	8,0
Elster NB-6	0,06	12,0
Elster G-16	0,16	25,0
Elster G-25	0,25	40,0
Elster G-65	0,65	100,0
Root 3 M	10,0	100,0
Root 5 M	14,0	140,0
Root 7 M	20,0	200,0
Root 16 M	45,0	450,0

DETALLE BASE PARA EL CALCULO DE LOS NICHOS PARA MEDIDORES DE GAS

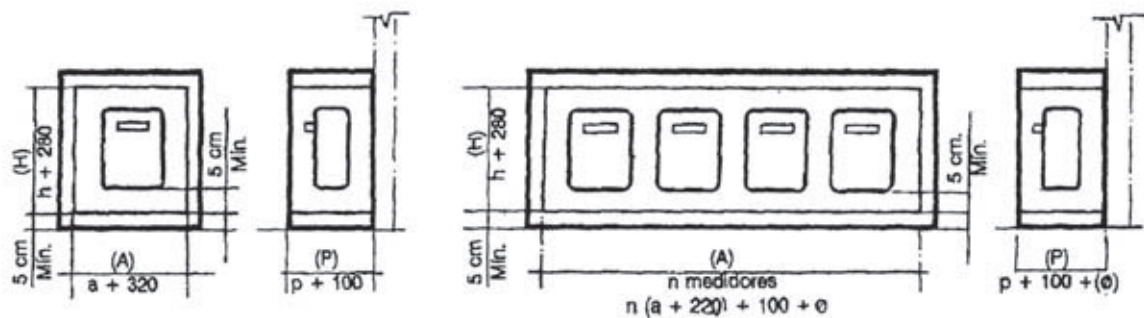
PLANO P 473.11 - 001674

27



BATERIA MIXTA DE n MEDIDORES HORIZONTALES Y m VERTICALES		
DIMENSIONES (mm)		
ALTURA (H)	ANCHO (A)	PROFUNDIDAD (P)
$(h + 180) m + 100$	$(a + 220) n + 100 + \varnothing$	$p + 100 + (\varnothing)$

1. Uniones roscadas deben ir con teflón o sellante equivalente o empaquetadura correspondiente a unión medidor.
2.
 - a) Ver observaciones de medida de seguridad.
 - b) Las dimensiones interiores libres del inicio en mm son:
H (Altura), A (Ancho) y P (Profundidad).
 - c) Las dimensiones de los medidores que se instalarán son:
h (Altura), a (Ancho) y p (Profundidad) en mm .
 - d) m y n son números enteros mayores que uno.
 - e) (\varnothing) es el diámetro exterior del empalme en mm .

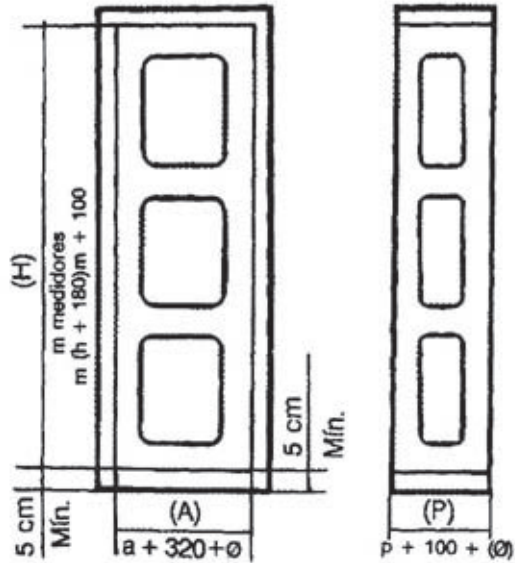


BATERIA HORIZONTAL DE n MEDIDORES

DIMENSIONES (mm)		
ALTURA (H)	ANCHO (A)	PROFUNDIDAD (P)
$h + 280$	$(a + 220) n + 100 + \varnothing$	$p + 100 + (\varnothing)$

MEDIDORES INDIVIDUALES

DIMENSIONES (mm)		
ALTURA (H)	ANCHO (A)	PROFUNDIDAD (P)
$h + 280$	$a + 320$	$p + 100$



BATERIA VERTICAL DE m MEDIDORES

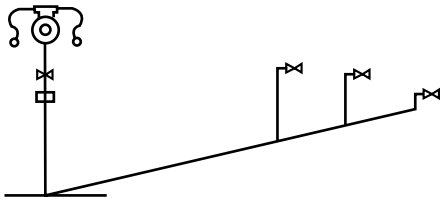
DIMENSIONES (mm)

ALTURA (H)	ANCHO (A)	PROFUNDIDAD (P)
$(h + 180) m + 100$	$a + 320 + \varnothing$	$p + 100 + (\varnothing)$

LLAVES DE PASO Y ALTURAS DE LOS ARTEFACTOS A GAS LICUADO

LLAVES DE PASO DE LOS ARTEFACTOS A GAS.

Todos los artefactos a gas deben tener una llave de paso. La finalidad de esta llave de paso es permitir el corte del suministro en una eventual emergencia, reparación o mantenimiento.

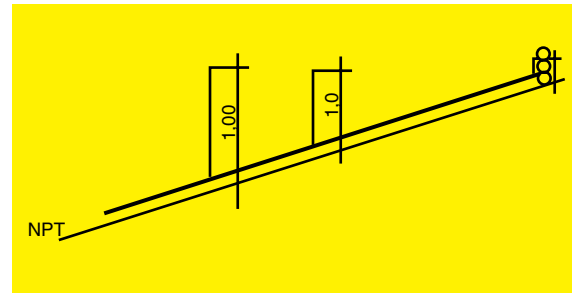


Es importante considerar que la llave de paso, fijada a la instalación de gas, permite cortar el suministro, y así poder desmontar el artefacto para su probable retiro.

De esta manera, se evita dejar sin suministro de gas a los demás artefactos.

Las llaves de paso deben quedar a la vista y ser accesibles a la operación de corte.

ALTURAS DE ALIMENTACION DE LOS ARTEFACTOS A GAS LICUADO.



Los artefactos a gas licuado se alimentan desde abajo hacia arriba.

La cañería de COBRE se instala a nivel de piso terminado.

Las alturas de alimentación de los artefactos a gas licuado son:

- Calefón : 1,00 m - 1,40 m
- Cocina : 1,00 m
- Calefactor : 0,30 m

REGULADORES PARA GAS LICUADO

31

REGULADORES DE 1ra. ETAPA	Mcal/h	kg/h	Entrada	Salida
Fischer 67/743	176,0	15	1/4"	1/4"
Fischer R-300-22 (C/adaptador)	315,0	27	1/4"	1/2"
Fischer R-922-H-26	315,0	27	H.IZ	1/2"
Fischer 722-H-51 (ex-722-V-104)	630,0	53	H.IZ	3/4"
Fischer 64-SR-23 (5 a 35 lb) (ex 64-6)	907,0	76	1/2"	1/2"
Fischer 64-SR-24 (30 a 60 lb)	1.046,0	88	1/2"	1/2"
Fischer 620-7810	2.621,0	186	1"	1"
Fischer 630-104-78	3.528,0	294	2"	2"
REGULADORES DE 2da. ETAPA				
Fischer 922-461	189,0	16	1/2"	1/2"
Fischer 932-41	315,0	27	1/2"	3/2"
Fischer 722-244 (ex-722-V-101)	630,0	53	3/4"	3/4"
REGULADORES DE SIMPLE ETAPA				
Fischer Y-200-3 c/pig-tail	31,5	2,7	1/4"	3/8"
Fischer 966-101 automático c/pig-tail	54,0	4,5	1/4"	3/8"
Fischer 922-25	121,0	10,1	1/4"	1/2"
Fischer 932-27	209,0	17,5	3/4"	3/4"
Fischer 932-26 POL x 3/4"	209,0	17,5	H.IZ	3/4"
Fischer 722-V/41 POL x 3/4"	428,0	35,7	H.IZ	3/4"
Fischer 922-21 POL x 1/2"	121,0	10,1	H.IZ	1/2"
REGULADORES DE DOBLE ETAPA				
Rego 2503 C POL x 3/4"	227,0	19,0		
Fischer 722 V/41 POL x 3/4"	428,0	36,9	3/4"	3/4"

Regulador 1era. Etapa color rojo
 Regulador 2da. Etapa color verde
 Regulador Etapa Simple color Plomo

De presión del estanque y entrega ideal 15 PSI.
 Recibe 15 PSI, entrega de 2,7 a 3,3 kPa (11" a 13,26 H₂O)
 De presión del estanque y entrega 2,7 a 3,3 kPa (11" a 13,26" H₂O)

TABLA N° 58.1
 SECCION INTERIOR DEL CONDUCTO COLECTIVO SEGUN POTENCIA INSTALADA (*) (**)

Consideran la potencia indicada en la placa de cada calefón y termo hasta 25 Mcal/h					Sección interior para conductos colectivos circulares en cm ² , según número de conductos de calefactores y termos hasta 25 Mcal/h que descarguen por piso	
Caudal de Gas			Potencia Total			
Ciudad	Natural	Licuido	Equivalente			
m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	Mcal/h	MJ/h	Uno	Dos
20	10,2	4,0	100 ó menos	4,2 ó menos	440	560
30	16,8	6,0	150	6,3	540	670
40	22,5	8,0	200	8,4	640	770
60	33,7	12,0	300	12,6	N.A.	960
80	45,0	16,0	400	16,7	N.A.	1150

NOTA: N.A.= No aceptable.
 (*) Esta tabla es aplicable a conductos colectivos de edificios de hasta 8 pisos.
 (**) Situaciones no contempladas en esta tabla deberán ser resueltas de acuerdo a prácticas reconocidas de ingeniería.

Norma N SEGTEL 11 G.n. 73, la cual establece los requisitos generales que deben cumplir los ductos de calefones o termos de una instalación interior.

ESTANQUES DE ALMACENAMIENTO

Los combustibles usados en estanques de gas licuado incluyen butano, propano y varias mezclas de los dos. Las presiones máximas de vapor encontradas pueden variar de una baja de 60 lb/pulg² o algo así para butano hasta una alta de más de 200 lb/pulg² para el propano. Para cubrir este alto rango de presiones el Ministerio de Econo-

mía, Fomento y Reconstrucción ha determinado que la presión mínima de diseño debe ser de 1,72 MPa (250 lb/pulg²).

Presiones de diseño inferiores, para instalaciones especiales, deberán ser aprobadas por el Ministerio referido.

TABLA DE PRESION DE VAPOR

PRESION DE VAPOR DE MEZCLAS DE GAS LICUADO COMERCIAL A 37,8°C.

COMBUSTIBLE			PRESION DE VAPOR MPa A NIVEL DEL MAR	
	BUTANO		0,258	MPa (37.5 lb/pulg ²)
90%	Butano	10% Propano	0,369	MPa (53.6 lb/pulg ²)
80%	Butano	20% Propano	0,48	MPa (69.6 lb/pulg ²)
70%	Butano	30% Propano	0,593	MPa (86.0 lb/pulg ²)
60%	Butano	40% Propano	0,703	MPa (102 lb/pulg ²)
50%	Butano	50% Propano	0,827	MPa (120 lb/pulg ²)
40%	Butano	60% Propano	0,91	MPa (132 lb/pulg ²)
30%	Butano	70% Propano	1,00	MPa (145 lb/pulg ²)
20%	Butano	80%Propano	1,117	MPa (162 lb/pulg ²)
10%	Butano	90% Propano	1,2	MPa (174 lb/pulg ²)
	PROPANO		1,31	MPa (190 lb/pulg ²)

INSTRUMENTOS DE UN ESTANQUE Y SU USO

34

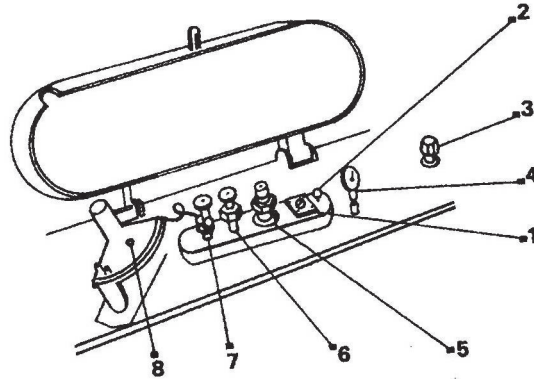


Fig.	INSTRUMENTO	PAPEL QUE DESEMPEÑA
1	INDICADOR DE VOLUMEN	Controlar el porcentaje del líquido del estanco %
2	INDICACION DE MAXIMO NIVEL DEL LIQUIDO	Controlar el máximo de nivel de líquido a que se debe llenar el estanco (80%).
3	VALVULA DE SEGURIDAD	Descargar la presión interna del estanco en caso de un aumento excesivo.
4	MANOMETRO	Controlar la presión interna del estanco.
5	VALVULA DE LLENADO	Llenar el estanco.
6	VALVULA RETORNO DE VAPOR	Establecer el circuito de retorno durante el llenado.
7	VALVULA DE SERVICIO	Abre o cierra el suministro de gas.
8	REGULADOR	Entregar una presión determinada a la instalación.

APLICACION DE LA NORMA NSEC 12.G.P.31.

El suministro para una instalación interior de gas licuado, generalmente se proyecta con un equipo de cilindros tipo 45; en cambio, para varias instalaciones interiores de gas licuado, el suministro se proyecta con estanques.

La capacidad de los envases se calcula de acuerdo con la razón de vaporización y el consumo.

RAZON DE VAPORIZACION

La razón de vaporización de los envases se obtiene de la tabla siguiente, la cual considera como consumo intermitente al suministro doméstico y como consumo continuo al suministro industrial y comercial (hospital, hotel, etc.).

RAZON DE VAPORIZACION								
Temperatura de cálculo °C	Consumo intermitente							
	Estanques						Cilindros tipos	
	Superficie m ³			Subterráneo m ³				
	1	2	4	1	2	4	15	45
15	180	280	530	-	-	-	17	38
10	179	250	470	100	140	270	16	35
5	140	210	400	-	-	-	15	32
0	120	180	350	-	-	-	14	29
-5	100	150	240	-	-	-	18	26
-10	80	120	230	-	-	-	12	24
-15	60	90	170	-	-	-	10	20
-20	40	60	170	-	-	-	8	15

Temperatura de cálculo °C	Consumo continuo							
	Estanques						Cilindros tipos	
	Superficie m ³			Subterráneo m ³				
	1	2	4	1	2	4	15	45
15	100	150	290	-	-	-	15	33
10	90	120	260	45	80	150	14	30
5	80	110	220	-	-	-	12	27
0	70	100	190	-	-	-	11	24
-5	60	80	160	-	-	-	10	21
-10	40	60	130	-	-	-	9	18
-15	30	50	90	-	-	-	7	14
-20	20	30	60	-	-	-	5	9

Nota : Los estanques subterráneos se calculan para una temperatura constante de 10° C.

La razón de vaporización de los envases depende:

- a) Del consumo, si es intermitente o continuo;
- b) Del tipo de envase, si es estanque o cilindro;
- c) Del estanque, si es de superficie o subterráneo y de su capacidad.
- d) Del cilindro, si es tipo 15 kg ó 45 kg.
- e) De la temperatura ambiente de cálculo en °C, de acuerdo con la tabla de la página siguiente:

TEMPERATURA DE CALCULO

Comunas por orden alfabético

Comunas de:	Temperatura de cálculo °C	Comunas de:	Temperatura de cálculo °C
Ancud	- 5	Cerrillos	5
Antofagasta	10	Cerro Navia	5
Arauco	0	Colina	5
Arica	10	Combarbalá	5
Aysen	- 5	Concepción	0
Balmaceda	- 20	Conchalí	5
Baquedano	10	Constitución	5
Batuco	5	Copiapó	5
Buín	5	Coquimbo	5
Calama	- 5	Coronel	0
Caldera	10	Coyhaique	5
Calera de Tango	5	Curacaví	5
Castro	- 5	Curicó	0
Catalina	10	Chanco	5
Cauquenes	0	Chañaral	10

TEMPERATURA DE CALCULO

Comunas por orden alfabético

Comunas de:	Temperatura de cálculo °C	Comunas de:	Temperatura de cálculo °C
Chillán	0	La Cisterna	5
El Bosque	5	La Florida	5
El Monte	5	La Granja	5
El Teniente	- 15	La Pintana	5
Estación Central	5	La Reina	0
Farellones	- 20	La Serena	5
Huara	10	Lampa	5
Huasco	10	Las Condes	0
Huechuraba	5	Lebu	0
Illapel	5	Linares	0
Independencia	5	Lo Barnechea	0
Iquique	10	Lo Espejo	5
Isla Juan Fernández	10	Lo Prado	5
Isla de Maipo	5	Lonquimay	-15
Isla de Pascua	10	Los Andes	0

TEMPERATURA DE CALCULO

Comunas por orden alfabético

Comunas de:	Temperatura de cálculo °C	Comunas de:	Temperatura de cálculo °C
Los Vilos	5	Pirque	0
Macul	0	Pisagua	10
Maipú	5	Potrerosillos	- 15
Malloco	5	Pozo Almonte	10
María Pinto	5	Providencia	5
María Elena	10	Pudahuel	5
Melipilla	5	Pueblo Hundido	5
Ñuñoa	5	Puente Alto	0
Ovalle	5	Puerto Montt	0
Paine	5	Puerto Natales	- 5
Pedro Aguirre Cerda	5	Punta Arenas	- 5
Peñaflor	5	Quilicura	5
Peñalolen	0	Quillagua	10
Pichilemu	5	Quinta Normal	5

TEMPERATURA DE CALCULO

Comunas por orden alfabético

Comunas de:	Temperatura de cálculo °C	Comunas de:	Temperatura de cálculo °C
Quintero	0	Talca	0
Rancagua	0	Taltal	10
Recoleta	5	Tocopilla	10
Refresco	10	Tomé	0
Renca	5	Talcahuano	0
San Antonio	5	Talagante	5
San Bernardo	5	Til - Til	5
San Felipe	5	Valdivia	0
San Joaquín	5	Valparaíso	5
San José de Maipo	0	Vallenar	5
San Miguel	5	Vicuña	5
San Pedro (Stgo.)	5	Viña del Mar	5
San Ramón	5	Vitacura	0
Santiago	5		

CONSUMO DIARIO

El consumo diario de un usuario es un cálculo muy complejo de determinar, por lo que los valores dado en la tabla siguiente son estimativos.

Se debe tener presente que:

1 mega caloría por día (Mcal/día) equivale a 1.000.000 de calorías por día (cal/día).

CONSUMO DIARIO EN Mcal/día SEGUN CLASE DE ARTEFACTOS, NIVEL DE CONSUMO Y TEMPERATURA DE CALCULO

Artefactos	Nivel	Temperatura de cálculo en °C						
		10	5	0	- 5	- 10	- 15	- 20
Calefactor	Bajo	1,5	3,0	6,0	9,0	12,0	15,0	18,0
	Medio	3,0	9,0	18,0	27,0	36,0	45,0	54,0
	Alto	3,0	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0
Calefón	Bajo	2,0	3,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
	Medio	6,0	9,0	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0
	Alto	6,0	12,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
Cocina	Bajo	3,0	4,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
	Medio	4,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
	Alto	6,0	7,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Calefón + Cocina	Bajo	5,0	7,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
	Medio	10,0	14,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0
	Alto	12,0	19,0	26,0	26,0	26,0	26,0	26,0

**CONSUMO DIARIO EN Mcal/día SEGUN CLASE DE ARTEFACTOS,
NIVEL DE CONSUMO Y TEMPERATURA DE CALCULO**

Artefactos	Nivel	Temperatura de cálculo en °C						
		10	5	0	- 5	- 10	- 15	- 20
Calefactor + Calefón + Cocina	Bajo	6,5	10,0	15,0	18,0	21,0	63,0	27,0
	Medio	13,0	23,0	36,0	45,0	54,0	86,0	72,0
	Alto	15,0	31,0	50,0	62,0	74,0	24,0	98,0
2 Calefones + Cocina	Medio	13,0	18,5	24,0	24,0	24,0	35,0	24,0
	Alto	15,0	25,0	35,0	35,0	35,0	69,0	35,0
Calefactor + 2 Calefones + Cocina	Medio	16,0	27,5	42,0	51,0	60,0	95,0	78,0
	Alto	18,0	37,0	59,0	71,0	83,0	8,0	107,0
2 Calefactores + Calefón + Cocina	Medio	14,5	27,5	45,0	58,5	72,0	85,5	93,0
	Alto	16,5	37,0	62,0	80,0	98,0	116,0	134,0
2 Calefactores + 2 Calefones + Cocina	Medio	17,5	32,0	51,0	64,5	78,0	91,5	99,0
	Alto	19,5	43,0	71,0	89,0	107,0	125,0	143,0

Los valores dados en la tabla CONSUMO DIARIO son estimativos y no pueden ser aplicados a casos especiales, comerciales ni industriales ya que dependen:

- Del tipo, potencia y cantidad de los artefactos que instale el usuario.
- De la superficie construida de la vivienda para clasificar a los usuarios en bajo, medio y alto nivel de consumo, de acuerdo con la tabla que mostramos a continuación.

CLASIFICACION DE LOS USUARIOS SEGUN LA SUPERFICIE CONSTRUIDA DE LA VIVIENDA

Superficie construida m ³	Nivel de consumo
Menos de 50	Bajo
Más de 50, hasta 75	Medio
Más de 75	Alto

- De la temperatura de cálculo en °C del ambiente, según la tabla dada para ello.

CALCULO DE LA CANTIDAD DE CILINDROS DE 45 KG EN UNA INSTALACION INTERIOR DE GAS

SUMINISTRO DOMESTICO EN VIVIENDAS CON MAS DE 75 m² DE EDIFICACION

Problema 1: Calcular la cantidad de cilindros que necesita una vivienda ubicada en Las Condes, con dos calefones de 20 Mcal/h cada uno; una cocina de 8 Mcal/h y dos calefactores de 3 Mcal/h cada uno.

Datos:

- Por ser suministro doméstico, el consumo se estima intermitente.
- Por tener la vivienda más de 75 m² de edificación, se considera que el usuario tendrá alto nivel de consumo.
- La vivienda está ubicada en Las Condes, por lo tanto, de acuerdo con la tabla correspondiente, la temperatura de cálculo se considera igual a 0°C.

- La potencia instalada total, PIT, es de 54 Mcal/h, es decir:

$$20 \text{ Mcal/h} \times 2 = 40 \text{ Mcal/h}$$

$$8 \text{ Mcal/h} \times 1 = 8 \text{ Mcal/h}$$

$$3 \text{ Mcal/h} \times 2 = 6 \text{ Mcal/h}$$

$$\text{Por lo tanto: PIT} = 54 \text{ Mcal/h}$$

- Cálculo según la razón de vaporización.

Según la tabla «Razón de vaporización», para una temperatura de cálculo de 0°C con consumo intermitente para cilindros tipo 45, ésta determina el valor $R_v = 29 \text{ Mcal/h}$.

Aplicando la fórmula y reemplazando los valores, se tiene:

$$N = \frac{\text{PIT}}{R_v} \Rightarrow N = \frac{54 \text{ Mcal/h}}{29 \text{ Mcal/h}}$$

Luego: $N = 1,86$

Este valor se aproxima al entero superior, obteniéndose: $N = 2$ cilindros.

- Cálculo según consumo.

Aplicando la fórmula simplificada para cilindros tipo 45:

$$N = 0,037 \text{ (c/día)}$$

La tabla «Consumo Diario» para 2 calefactores más 2 calefones más cocina, en usuarios con alto nivel de consumo y 0°C de temperatura de cálculo, ésta determina el valor c/día = 71 Mcal/día.

Reemplazando este valor en la fórmula, se tiene:

$$N = 0,037 \cdot 71 \Rightarrow N = 2,63$$

Este valor se aproxima al entero superior obteniéndose $N = 3$ cilindros.

- Criterio a determinar.

- a) De los dos valores calculados, seleccione el mayor. Este es $N = 3$.
- b) Para calcular la cantidad de cilindros del equipo de gas licuado el valor seleccionado se multiplica por dos; por lo tanto serán seis cilindros los que se necesitarán.
- c) Si durante el invierno, los cilindros de la instalación ya en servicio, entregan insuficiente cantidad de gas, baja razón de vaporización, se pueden tomar las dos alternativas siguientes:

- Usar al mismo tiempo el mínimo de artefacto a su mínima potencia durante las horas de más frío del día.
Esta solución es de emergencia.
- Aumentar a ocho el número de cilindros del equipo.

Esta es una solución definitiva.

SUMINISTRO DOMESTICO EN VIVIENDAS CON MENOS DE 50 m² DE EDIFICACION

Problema 2: Calcular la cantidad de cilindros que necesita una vivienda ubicada en Renca con un calefón de 20 Mcal/h, una cocina de 8 Mcal/h y un calefactor de 3 Mcal/h.

Datos:

- Por ser suministro doméstico, el consumo se estima intermitente.
- Por tener la vivienda menos de 50 m² de edificación, se considera que el usuario tendrá bajo nivel de consumo.
- La vivienda está ubicada en Renca, por lo tanto, de acuerdo con la tabla correspondiente, la temperatura de cálculo se considera igual a 5°C.
- La potencia instalada total, PIT, es de 18,5 Mcal/h, es decir:

$$20 \text{ Mcal/h} + 8 \text{ Mcal/h} + 3 \text{ Mcal/h} = 31 \text{ Mcal/h.}$$

- Cálculo según la razón de vaporización.

Este cálculo es análogo al descrito en el problema anterior.

Luego:

$R_v = 32 \text{ Mcal/h}$, valor calculado al aplicar la tabla «Razón de Vaporización», para una temperatura de cálculo de 5°C, con consumo intermitente y para cilindros tipo 45.

Aplicando la fórmula y reemplazando los valores se tiene:

$$N = \frac{\text{PIT}}{R_v} \Rightarrow N = \frac{31 \text{ Mcal/h}}{32 \text{ Mcal/h}}$$

Por lo tanto: $N = 0,97$

Este valor, se aproxima al entero superior, obteniéndose: $N = 1$ cilindro.

- Cálculo según consumo.

Cálculo análogo al descrito en el problema anterior.

Luego, aplicando la fórmula simplificada para cilindros tipo 45:

$$N = 0,037 \text{ (c/día)}$$

Luego:

C/día = 10 Mcal/día, valor calculado al aplicar la tabla «Consumo Diario», para calefactor + calefón + cocina, en usuario de bajo consumo y para 5°C de temperatura de cálculo.

Reemplazando este valor en la fórmula se tiene:

$$N = 0,037 \times 10 \Rightarrow N = 0,37$$

Este valor se aproxima al entero superior, obteniéndose: N = 1 cilindro.

- Criterio a determinar.

- a) De los dos valores calculados, seleccione el mayor. En este caso son coincidentes.
- b) Para calcular la cantidad de cilindros del equipo a gas licuado el valor seleccionado se multiplica por dos; por lo tanto, serán dos los cilindros que se necesitarán.
- c) Para este ejemplo no se produciría lo descrito en el problema anterior, ya que según la razón de vaporización, el cilindro se ocuparía en un 97% de su capacidad.

SUMINISTRO COMERCIAL

Problema 3: Calcular la cantidad de cilindros que necesita un edificio que funciona como Hotel ubicado en Puente Alto, con dos calefones de 20 Mcal/h cada uno, dos calefactores de 3 Mcal/h cada uno y una cocina industrial de 20 Mcal/h. Este Hotel posee calefacción central y agua caliente, por consiguiente, los calefactores y calefones son de emergencia.

Datos:

- Por ser suministro comercial, el consumo se estima continuo.
- El edificio es un Hotel ubicado en Puente Alto, por lo tanto, de acuerdo con la tabla correspondiente la temperatura de cálculo se considera igual a 0°C.
- La potencia instalada total, PIT, es de 66 Mcal/h.

- Cálculo según razón de vaporización.

Cálculo análogo al descrito en el problema 1.

Luego, si $PIT = 66 \text{ Mcal/h}$
y $Rv = 24 \text{ Mcal/h}$

Entonces, aplicando la fórmula se tiene:

$$N = \frac{PIT}{Rv} \Rightarrow N = \frac{66 \text{ Mcal/h}}{24 \text{ Mcal/h}} = 2,75$$

El valor 2,75 se aproxima al entero superior, obteniéndose: $N = 3$ cilindros.

- Cálculo según consumo.

En los suministros industriales o comerciales, como este ejemplo, no se puede aplicar la tabla que determina el consumo por día, sino que se debe calcular para cada caso específico.

Así se puede estimar que:

- Los dos calefactores de 3 Mcal/h cada uno, funcionarían durante cuatro horas al día, con un consumo total de 24 Mcal/día;
- Los dos calefones de 20 Mcal/h cada uno, funcionarían durante una hora al día, con un consumo total de 40 Mcal/día, y la cocina industrial de 20 Mcal/h, funcionaría durante 4 horas con un consumo de 80 Mcal/día total.
- Por lo tanto, se tendrá un consumo total de 144 Mcal/día.

En consecuencia, aplicando la fórmula para el cálculo de la cantidad de cilindros, se tiene que:

$$N = 0,037 \cdot (c/día) \Rightarrow N = 0,037 \cdot 144 \text{ Mcal/día}$$

Por lo tanto: $N = 5,3$

Este valor se aproxima al entero superior, obteniéndose: $N = 6$ cilindros.

● Criterio a determinar.

- a) De los dos valores calculados, seleccione el mayor. En este caso es 6 cilindros.
- b) El valor seleccionado se multiplica por 2 para obtener la cantidad de cilindros del equipo de gas licuado, resultando 12 cilindros.
- c) SEC permite mantener el valor obtenido en a) que responde a la vaporización y consumo de la instalación.

CALCULO DEL FACTOR DE SIMULTANEIDAD

Este factor se aplica para calcular la potencia de cálculo de varias instalaciones interiores de gas. Su valor se puede obtener a través de la aplicación de:

- La fórmula general, o
- La tabla de «Factores de Simultaneidad»

APLICACION DE LA FORMULA GENERAL PARA OBTENER EL FACTOR DE SIMULTANEIDAD

De esta fórmula general:

$$f_s = \frac{a \cdot (PIT)^b + c}{PIT}$$

se desprenden las fórmulas que sirven para determinar el factor de simultaneidad de los artefactos de una instalación interior, en donde:

- fs = Factor de simultaneidad
- PIT = Potencia instalada total
- a, b, c = Parámetros dependientes de los artefactos conectados.

Así, al aplicar la fórmula para calcular el factor de simultaneidad de instalaciones interiores se debe contemplar el o los artefactos conectados:

Cocina

$$f_s = \frac{1,05 \cdot (PIT)^{0,76} + 5,8}{(PIT)}$$

Cocina + Calefón
(o Termo)

$$f_s = \frac{1,01 \cdot (PIT)^{0,75} + 23}{(PIT)}$$

Otros artefactos
(Potencia total sobre 38\ Mcal/h)

$$f_s = \frac{0,95 \cdot (PIT)^{0,85} + 33}{(PIT)}$$

Para calcular el fs de instalaciones interiores que contemplan calefón o termo, cocina y calefactor se aplica la fórmula:

$$f's = \frac{f_s (\text{cocina} + \text{calefón}) + 0,12}{1,12}$$

OBSERVACION:

Las fórmulas señaladas se aplican para más de una instalación interior, ya que para una instalación interior el fs es igual a 1.

EJEMPLO 1

Calcular el factor de simultaneidad que generan cuatro instalaciones interiores en que cada una de ellas tiene conectada una COCINA de 8 Mcal/h de potencia nominal.

Del enunciado del problema se desprende que:

$$\text{PIT} = 32 \text{ Mcal/h}$$

Aplicando la fórmula correspondiente se tiene:

$$f_s = \frac{1,05 \cdot (\text{PIT})^{0,76} + 5,8}{(\text{PIT})} \Rightarrow f_s = \frac{1,05 \cdot (32)^{0,76} + 5,8}{(32)}$$

Luego: $f_s = 0,64$

EJEMPLO 2

Calcular el factor de simultaneidad que generan diez instalaciones interiores en que cada una de ellas tiene conectada una COCINA de 8 Mcal/h y un CALEFON de 20 Mcal/h.

Se desprende del problema que:

$$\text{PIT} = 280 \text{ Mcal/h}$$

Aplicando la fórmula correspondiente se tiene:

$$fs = \frac{1,01 \cdot (PIT)^{0,75} + 23}{(PIT)} \Rightarrow fs = \frac{1,01 \cdot (280)^{0,75} + 23}{(280)}$$

Luego: $fs = 0,33$

EJEMPLO 3:

Calcular el factor de simultaneidad que generan veinte instalaciones interiores en la cual cada una de ellas tiene conectada una COCINA de 8 Mcal/h de potencial nominal, dos CALEFONES de 20 Mcal/h cada una de potencia nominal y una CALDERA de 30 Mcal/h de potencia nominal.

Del enunciado sabemos que:

$$PIT = 1560 \text{ Mcal/h}$$

Aplicando la fórmula correspondiente a potencia total sobre 38 Mcal/h se tiene:

$$fs = \frac{0,95 \cdot (PIT)^{0,85} + 33}{(PIT)} \Rightarrow fs = \frac{0,95 \cdot (1560)^{0,85} + 33}{(1560)}$$

Luego: $fs = 0,34$

EJEMPLO 4

Calcular el factor de simultaneidad que generan 15 instalaciones interiores en la que cada una de ellas tiene conectada una COCINA de 8 Mcal/h, un CALEFON de 20 Mcal/h y un CALEFACTOR de 3 Mcal/h.

Previamente se debe calcular fs (cocina + calefón) sabiendo que PIT = 420 Mcal/h

Entonces:

$$fs = \frac{1,01 \cdot (PIT)^{0,75} + 23}{(420)} \Rightarrow fs = \frac{1.01 \cdot (420)^{0,75} + 23}{(PIT)}$$

Luego: $fs = 0,28$

Aplicando la fórmula para calcular f's se tiene que:

$$f's = \frac{fs \text{ (cocina + calefón)} + 0,12}{1,12} \Rightarrow f's = \frac{0,28 + 0,12}{1,12} = 0,36$$

Por lo tanto: $f's = 0,36$

APLICACION DE LA TABLA DE «FACTORES DE SIMULTANEIDAD»

La tabla expuesta en la página siguiente contempla los valores calculados para los factores de simultaneidad, en la cual se han considerado desde dos instalaciones interiores hasta 200 y de acuerdo con las siguientes potencias por artefactos:

Cocina= 8 Mcal/h; Calefón= 18 Mcal/h; Calefactor= 3 Mcal/h y otros artefactos de potencia diferente a la indicada.

En caso de dudas o divergencias, se deberá calcular el fs aplicando la fórmula respectiva. Este cálculo primará sobre los valores dados en la tabla.



Los factores de simultaneidad están dados en la siguiente tabla de acuerdo con la cantidad de instalaciones interiores y artefactos conectados.

FACTORES DE SIMULTANEIDAD

Abreviatura: C = Calefactor, Ca = Calefón y Co = Cocina

Cantidad de instalaciones interiores	Co	Ca - Co	Ca - Co - C	Otros
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,50	0,82	0,84	0,93
3	0,73	0,63	0,57	0,76
4	0,64	0,54	0,59	0,66
5	0,58	0,43	0,54	0,61
6	0,54	0,43	0,49	0,57
7	0,50	0,40	0,46	0,54
8	0,43	0,38	0,45	0,51
9	0,46	0,36	0,43	0,49
10	0,44	0,34	0,41	0,48
11 - 15	0,40	0,31	0,38	0,44
16 - 20	0,35	0,27	0,35	0,40
21 - 30	0,32	0,24	0,32	0,38
31 - 44	0,28	0,21	0,29	0,35
45 - 53	0,26	0,19	0,28	0,32
59 - 72	0,24	0,18	0,27	0,31

Cantidad de instalaciones interiores	Co	Ca - Co	Ca - Co - C	Otros
73 - 86	0,23	0,17	0,26	0,30
87 - 100	0,22	0,16	0,25	0,29
101 - 133	0,20	0,15	0,24	0,28
134 - 166	0,19	0,14	0,23	0,27
167 - 200	0,18	0,13	0,22	0,26

PERDIDA DE CARGA

Con el fin de asegurar que la presión con que llega el gas extremo o final de la cañería de **COBRE**, donde suponemos está el artefacto de consumo, sea suficiente, se deben respetar las caídas máximas acumuladas de presión. Estas caídas de presión son normadas por SEC, las cuales son:

GC Y GN = 120 Pascal en baja presión
 Gas licuado = 150 Pascal en baja presión

Para determinar el valor de pérdida de carga que se produce en una cañería de **COBRE** se incluyen las tablas que se presentan en las siguientes páginas, para ser usadas con el valor de las potencias calóricas nominales de los artefactos.

TABLA 1
GAS LICUADO EN BAJA PRESION
COBRE TIPO L

Long en m	Δp . PERDIDA DE PRESION EN Pa																		
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	53	60	68	75
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	70	80	90	100
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	88	100	113	125
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	105	120	135	150
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	123	140	158	
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120	140	160		
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126	135	158			
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150				
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120	132	144	156	168					
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126	140	154	168							
16	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160									
18	18	36	54	72	90	108	126	144	162										
20	20	40	60	80	100	120	140	160											
22	22	44	66	88	110	132	154												
24	24	48	72	96	120	144													
26	26	52	78	104	130	156													
28	28	56	84	112	140														
30	30	60	90	120	150														
35	35	70	105	140															
40	40	80	120	160															
45	45	90	135																
50	50	100	150																

Fórmula de Pole modificada:
 $P = 0,0017621 \times K (\Delta p/L)^{1/2} \times (D^2)^{1/2}$
P= potencia a consumir en Mcal/h
K= factor en función del Ø
D= diámetro interior de la cañería en cm
 Δp = pérdida de presión en Pa
L= longitud de la cañería en m

Ø nom	POTENCIA EN Mcal/h																		
3/8	4	6	7	8	9	10	11	11	12	13	13	14	14	15	15	17	18	19	20
1/2	7	10	12	14	16	18	19	20	21	23	24	25	26	27	28	30	32	34	36
3/4	18	25	31	36	40	44	47	50	54	56	59	62	64	67	69	75	80	85	89
1	35	49	60	69	78	85	92	98	104	110	115	120	125	130	134	145	155	165	173
1.14	65	91	112	129	144	158	171	183	194	204	214	224	233	241	250	270	289	306	323
1.12	100	141	173	199	223	244	264	282	299	315	331	345	360	373	386	417	446	473	499
2	217	307	376	434	486	532	575	614	652	687	720	752	783	813	841	909	971	1030	1086
2.12	373	528	647	747	835	915	988	1056	1120	1181	1238	1294	1346	1397	1446	1562	1670	1771	1867
3	631	892	1093	1262	1411	1545	1669	1784	1893	1995	2092	2185	2275	2360	2443	2639	2821	2992	3154
4	1322	1869	2289	2643	2955	3237	3496	3738	3965	4179	4383	4578	4765	4945	5118	5528	5910	6268	6608

TABLA 2
GAS CIUDAD EN BAJA PRESION
REGION METROPOLITANA (COBRE TIPO L)

Long en m	Δp . PERDIDA DE PRESION EN Pa																		
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	53	60	68	75
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	70	80	90	100
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	88	100	113	125
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	105	120		
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	123			
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120				
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126					
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120							
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120									
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126										
16	16	32	48	64	80	96	112	128											
18	18	36	54	72	90	108	126												
20	20	40	60	80	100	120													
22	22	44	66	88	110														
24	24	48	72	96	120														
26	26	52	78	104															
28	28	56	84	112															
30	30	60	90	120															
35	35	70	105																
40	40	80	120																
45	45	90																	
50	50	100																	

Fórmula de Pole modificada:
 $P = 0,0053417 \times K (\Delta p/L)^{1/2} \times (D^2)^{1/2}$
 P = potencia a consumir en Mcal/h
 K = factor en función del Ø
 D = diámetro interior de la cañería en cm
 Δp = pérdida de presión en Pa
 L = longitud de la cañería en m

Ø nom	POTENCIA EN Mcal/h																		
1/2	2	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7	8	8	8	8	9	10	10	11
3/4	5	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23	24	26	27
1	11	15	18	21	24	26	28	30	32	33	35	36	38	39	41	44	47	50	53
1 1/4	20	28	34	39	44	48	52	55	59	62	65	68	71	73	76	82	87	93	99
1 1/2	30	43	52	60	67	74	80	86	91	96	100	105	109	113	117	126	135	143	151
2	66	93	104	132	147	161	174	186	198	208	218	228	237	246	255	275	294	312	329
2 1/2	113	160	196	226	253	277	299	320	340	358	375	392	408	424	438	474	506	537	666
3	191	270	331	382	428	460	506	541	574	605	634	682	690	716	741	800	855	907	956
4	401	567	694	801	896	981	1060	1133	1202	1267	1329	1389	1444	1499	1552	1676	1792	1900	2003

TABLA 3

GAS CORRIENTE EN BAJA PRESION
VIII REGION (COBRE TIPO L)

Long en m	Δp . PERDIDA DE PRESION EN Pa																		
2	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	35	40	45	50
3	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	53	60	68	75
4	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	70	80	90	100
5	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	88	100	113	125
6	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66	72	78	84	90	105	120		
7	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	105	123			
8	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80	88	96	104	112	120				
9	9	18	27	36	45	54	63	72	81	90	99	108	117	126					
10	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120							
12	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120									
14	14	28	42	56	70	84	98	112	126										
16	16	32	48	64	80	96	112	128											
18	18	36	54	72	90	108	126												
20	20	40	60	80	100	120													
22	22	44	66	88	110														
24	24	48	72	96	120														
26	26	52	78	104															
28	28	56	84	112															
30	30	60	90	120															
35	35	70	105																
40	40	80	120																
45	45	90																	
50	50	100																	

Fórmula de Pole modificada:

$P = 0,00052444 \times K (\Delta p/L)^{1/2} \times (D^5)^{1/2}$

P= potencia a consumir en Mcal/h
K= factor en función del Ø
D= diámetro interior de la cañería en cm
 Δp = pérdida de presión en Pa
L= longitud de la cañería en m

Ø nom	POTENCIA EN Mcal/h																		
1/2	2	3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	8	9	10	10	11
3/4	5	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	20	21	22	24	25	27
1	10	15	18	21	23	25	27	29	31	33	34	36	37	39	40	43	46	49	52
1.1/4	19	27	33	38	43	47	51	54	58	61	64	67	69	72	74	80	86	91	96
1.1/2	30	42	51	59	66	73	79	84	89	94	99	103	107	111	115	124	133	141	148
2	65	91	112	129	145	158	171	183	194	204	214	224	233	242	250	270	289	307	323
2.1/2	111	157	192	222	249	272	294	314	333	351	369	385	401	416	430	465	497	527	556
3	188	266	325	376	420	460	497	531	563	594	623	650	677	703	727	785	840	891	939
4	393	556	681	787	879	963	1041	1112	1180	1244	1305	1362	1418	1472	1523	1645	1759	1866	1967