

INDICADORES DE LIQUIDO - HUMEDAD

Definición.	26
Funcionamiento.	26
Indicación de Humedad.	26
Indicación de Líquido.	27
Tipos	29

Definición

El indicador de líquido y humedad es un accesorio ampliamente utilizado en los sistemas de refrigeración, principalmente en refrigeración comercial y aire acondicionado. Es un dispositivo de metal con una mirilla de vidrio, que permite observar la condición del refrigerante. Anteriormente, se utilizaba como indicador de líquido únicamente, una simple mirilla. Posteriormente, surgió la idea de aprovechar esa ventana al interior para indicar humedad, y en la actualidad, todos los fabricantes lo hacen con ese doble propósito (Figura 3.1).

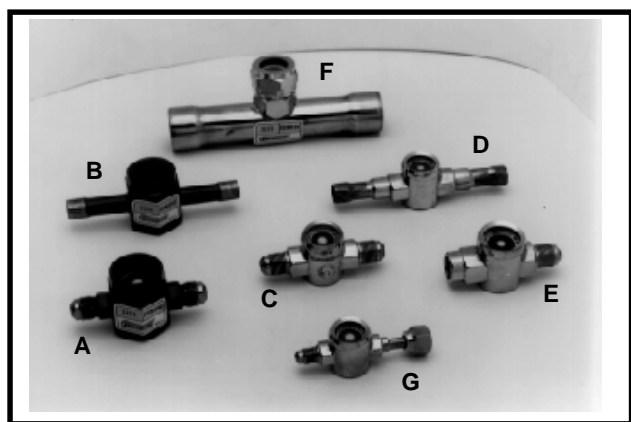


Figura 3.1 - Indicadores de líquido y humedad típicos

- A. Cuerpo de acero, conexiones flare.
- B. Cuerpo de acero con extensiones de tubo de cobre soldables.
- C. Cuerpo de latón forjado, conexiones flare.
- D. Cuerpo de latón forjado, con extensiones de cobre soldables.
- E. Cuerpo de latón forjado, conexiones flare hembra y macho.
- F. Cuerpo de tubo de cobre soldable.
- G. Cuerpo de latón con conexión flare macho y tuerca.

Un indicador de líquido y humedad, es en realidad, la herramienta de mantenimiento preventivo más barata, que se puede instalar en el sistema de manera permanente. El indicador de líquido y humedad elimina la incertidumbre, de que el contenido de humedad del sistema pueda estar abajo de un nivel seguro, o lo suficientemente alto para causar problemas. También indica si falta refrigerante al sistema, o si hay alguna caída de presión en la línea de líquido.

Funcionamiento

La función más importante de un indicador de líquido y humedad, es revelar la presencia de exceso de humedad

en el refrigerante, el cual puede ser nocivo para el dispositivo de expansión y al sistema completo.

La otra función, es observar a través del cristal el paso de refrigerante, el cual debe estar totalmente líquido.

Indicación de Humedad

Para realizar la primer función, o sea, indicación de humedad, cuentan con un elemento indicador. Este elemento sensor de humedad, consiste generalmente de un papel filtro poroso, impregnado con una sal anhidra de cobalto. Esta sal es única, en que tiene la capacidad de cambiar de color en presencia o ausencia de pequeñas cantidades de humedad. Este elemento está protegido contra aceite, lodo y suciedad, para que no pierda su propiedad; sin embargo, un exceso de humedad "libre" o una temperatura alta, pueden decolorarlo o dañarlo permanentemente. También, un exceso de aceite en el sistema, puede cambiar el color del elemento al color del aceite. El elemento indicador está calibrado para que cambie de color, de acuerdo con lo que se consideran niveles seguros o inseguros de humedad. Como ya sabemos, los niveles de seguridad de humedad varían con cada tipo de refrigerante, y por lo tanto, los puntos de cambio de color en el indicador de humedad, también varían con cada refrigerante (Ver tabla 3.2).

Es importante mencionar que todos los indicadores de humedad operan sobre el principio de saturación relativa, por lo tanto, debe considerarse la temperatura del refrigerante al evaluar el color del elemento indicador.

Es obvio también, que el indicador de humedad sólo muestra si un sistema contiene más o menos de cierta cantidad de humedad. "Qué tanta menos", no importa, puesto que el sistema está seguro. "Cuanta más", tampoco lo muestra el indicador, sólo que el sistema está húmedo o inseguro y se deben seguir los pasos para remover el exceso de humedad.

El elemento indicador de humedad debe tener la característica de reversibilidad de color, es decir, que marque "húmedo" cuando haya humedad, y que retorne a "seco" al eliminar la humedad. Esta capacidad debe operar cuantas veces sea necesario, y con la mayoría de los refrigerantes halogenados. Hay algunas marcas de indicadores de líquido y humedad, cuyos elementos indicadores no lo son en realidad, y sólo colocan un papel de color para competir en el mercado.

Algunos fabricantes emplean dos elementos indicadores, uno para refrigerante R-12 y otro para el R-22. La mayoría emplean sólo uno. Otros fabricantes emplean

las palabras “WET” (húmedo) y “DRY” (seco), las cuales se vuelven legibles al momento en que el elemento cambia de color.

Cuando se adquieren nuevos, los indicadores de líquido y humedad siempre van a indicar “húmedo”, pero esto es normal. Una vez instalados en el sistema y puestos en operación, los elementos indicarán la condición correcta del refrigerante. Toma aproximadamente una hora para obtener una lectura confiable, pero es hasta después de 8 a 10 horas cuando se estabiliza y muestra el color con más precisión.

Como ya mencionamos, la temperatura es importante porque, mientras más alta la temperatura del líquido, más alto es el contenido de humedad que se necesita para producir el cambio de color. Si un indicador está caliente, digamos, a 52°C, puede mostrar un color de “seco”, aunque el sistema contenga mucha más agua; quizá de dos a tres veces más de la indicada. Para una indicación precisa y confiable, el refrigerante de la línea de líquido debe estar cercano a los 25°C.

Por otro lado, la concentración real del agua será diferente para cada refrigerante, esto se debe a que la solubilidad del agua es diferente para cada refrigerante. En realidad, no es necesario conocer el contenido real del agua, puesto que el color da una indicación confiable de que está en un nivel seguro. La concentración de agua indicada puede variar ligeramente de un indicador a otro, según el fabricante.

Valycontrol, S.A. de C.V., emplea en todos sus indicadores, elementos indicadores de líquido y humedad fabricados a base de sal de cobalto anhidra, son de un color azul intenso cuando el sistema está “seco”, y cuando el contenido de agua está por arriba de un nivel seguro, cambian a un color rosa. Cualquier tono de color intermedio de estos dos, indica una concentración de agua entre el nivel seguro y un exceso, por lo que se deben tomar precauciones. La indicación más precisa, se obtiene cuando la temperatura del refrigerante líquido se encuentra cercana a los 25°C, que es la temperatura de referencia para calibrar los elementos indicadores.

A continuación, se presentan en la tabla 3.2, los cambios de color de acuerdo a los contenidos de humedad en el sistema, a diferentes temperaturas y para diferentes refrigerantes. No es necesario medir con precisión la temperatura en la línea de líquido. Tan sólo con el tacto, si se siente fresca, se usa la temperatura de 25°C, si está muy caliente, se usa la de 55°C, y si está tibia, se usa la de 40°C.

Analizando los datos de la tabla 3.2, es evidente que el cambio de color no ocurrirá al mismo nivel de humedad con todos los refrigerantes, debido a que la solubilidad del agua es diferente para cada refrigerante.

También habrá variaciones en el cambio de color, debido

COLOR INDICADOR TEMP. LINEA DE LÍQUIDO	R-11 & R-12			R-22			R-134a		
	24°C (75°F)	38°C (100°F)	52°C (125°F)	24°C (75°F)	38°C (100°F)	52°C (125°F)	24°C (75°F)	38°C (100°F)	52°C (125°F)
Azul Seco	ABAJO 5	ABAJO 10	ABAJO 20	ABAJO 30	ABAJO 45	ABAJO 60	ABAJO 50	ABAJO 80	ABAJO 110
Azul Tenue PRECAUCION	5 - 15	10 - 30	20 - 50	30 - 90	45 - 130	60 - 180	50 - 200	80 - 225	110 - 310
Rosa HUMEDO	ARRIBA 15	ARRIBA 30	ARRIBA 50	ARRIBA 90	ARRIBA 130	ARRIBA 180	ARRIBA 200	ARRIBA 225	ARRIBA 310

Las cantidades en negrillas corresponden a las condiciones de diseño promedio de líneas de refrigerante líquido operando a 38°C (100°F). Dado que la temperatura real no es crítica, se puede realizar una estimación comparándola con la temperatura del cuerpo. Si se siente fría al tacto, use la columna de 24°C (75°F), si se siente caliente, utilice la columna de 52°C (125°F).

Tabla 3.2 - Contenido de humedad en partes por millón (ppm) para varios refrigerantes a varias temperaturas.

a la temperatura del refrigerante.

La ubicación del indicador de líquido y humedad en la línea de líquido, para efecto de indicación de humedad, no es muy importante, puesto que la carga completa de refrigerante llegará a un equilibrio, y por lo tanto, el indicador dará una indicación verdadera en cualquier punto.

Sin embargo, el punto preferido por fabricantes de equipo como por técnicos de servicio, es inmediatamente después del filtro deshidratador de la línea de líquido, con el objeto de estar verificándolo con relación a su capacidad de retención de agua (Figura 3.3).

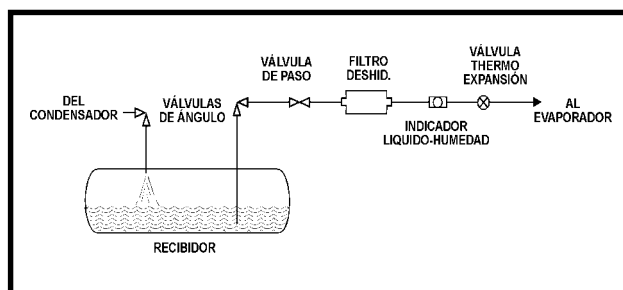


Figura 3.3 - Ubicación más usual de un indicador de líquido y humedad.

Inclusive, en ciertas medidas de conexiones, algunos indicadores de líquido y humedad, tienen conexión hembra para instalarse directamente en la conexión de salida del filtro deshidratador (Figura 3.1. E y G).

Al instalar un filtro deshidratador nuevo, al arranque del compresor algunas veces puede ocurrir un cambio rápido de color. Aquí se recomienda dejar operar el equipo entre 10 y 12 horas, permitiendo que el sistema alcance un equilibrio, antes de decidir si requiere cambiar el filtro deshidratador.

Indicación de Líquido

La otra función importante de un indicador de líquido y humedad, es la de mostrar el flujo de refrigerante en la línea de líquido.

Como es sabido, el refrigerante debe llegar al dispositivo de expansión en forma pura y totalmente líquida, para que este componente trabaje a su máxima eficiencia. Si por alguna razón llega menor cantidad de líquido, o

una mezcla de líquido y vapor, la eficiencia del dispositivo de expansión se ve disminuida, y generalmente afecta la eficiencia de todo el sistema.

Existen varias causas por las que puede suceder esto:

1. Falta de refrigerante.
2. Filtro deshidratador obstruido parcialmente por suciedad.
3. Restricciones en la línea de líquido.
4. Línea de líquido excesivamente larga.
5. Falta de sub-enfriamiento en el refrigerante.

Si en un sistema de refrigeración existe una o varias de estas condiciones, se manifestarán en el indicador de líquido por la presencia de burbujas o vapor, esto es, suponiendo que el indicador está instalado en un punto de la línea de líquido, entre el filtro deshidratador y el dispositivo de expansión. Estas burbujas, en realidad, indican que el refrigerante líquido se está evaporando parcialmente en alguna parte de la línea. Cuando esto sucede, es necesario determinar cuál es la verdadera causa antes de tomar alguna acción correctiva. Cabe aclarar, que en algunos sistemas pueden aparecer burbujas en el indicador, al arrancar o al detenerse el compresor. Estas son acciones de igualación normales, y no deben confundirse con ninguna de las mencionadas arriba.

A continuación, analizaremos cada una de las causas por las que pueden aparecer burbujas en el indicador de líquido, considerando que su ubicación es la que ya mencionamos, entre el filtro deshidratador y el dispositivo de expansión. También, mencionaremos las acciones correctivas que pueden tomarse.

1. Falta de Refrigerante. Generalmente, ésta es la causa más común de la presencia de burbujas en el indicador de líquido. La falta de refrigerante puede ser porque no se cargó suficiente durante el montaje o servicio, o se debe a alguna fuga. La solución es cargar más refrigerante, hasta que poco a poco vayan desapareciendo las burbujas en el indicador, y se observe el paso de refrigerante completamente líquido. Algunos indicadores de líquido usan un ensamble especial que muestra la palabra "FULL" (lleno), indicando que en ese punto hay suficiente refrigerante en el sistema.

Antes de proceder a cargar más refrigerante, es vital que se cerciore que realmente la causa de las burbujas es la falta del mismo; ya que si el técnico procede a agregar una carga extra, cuando realmente no la necesita, el refrigerante se acumulará en el condensador, aumentando drásticamente la presión.

La forma de verificar si falta refrigerante en el sistema, es eliminando posibilidades de una por una. Si no hay restricciones en la línea de líquido, las opciones son la 1, 2 y 5. Respecto a la No. 5, falta de sub-enfriamiento, es conveniente mencionar que esto se requiere sólo en sistemas de baja temperatura, o cuando el evaporador está a mayor altura que el receptor. Para saber si no es el filtro, éste puede retirarse, o instalarse un indicador de

líquido antes del filtro. Si persisten las burbujas, definitivamente es falta de refrigerante.

2. Filtro Deshidratador Parcialmente Obstruido. De acuerdo a lo analizado en el punto anterior, es fácil deducir que si se retira el filtro o se instala uno nuevo, y las burbujas desaparecen, entonces es acertado el diagnóstico. Si después de cambiar el filtro deshidratador continúan las burbujas, debe buscarse otra causa.

3. Restricciones en la Línea de Líquido. Si existe alguna restricción en la línea debido a tubos golpeados o doblados, el refrigerante estará sufriendo una ligera expansión al pasar por ese punto, lo que le provocará una caída de presión, y por lo tanto, de temperatura. Parte del líquido se evaporará formando burbujas, las cuales son visibles en la mirilla de vidrio. Obviamente, la solución aquí no es tratar de enderezar o desdoblar los tubos, sino de cambiarlos por otros nuevos.

4. Línea de Líquido Excesivamente Larga. En un caso como éste, si el indicador de líquido está instalado inmediatamente después del filtro deshidratador, existe la posibilidad de que no se vean burbujas, pero, debido a la longitud de la línea, puede haber una caída de presión en algún punto cercano al dispositivo de expansión, la cual no sería detectada por el indicador. Cuando la línea de líquido sea demasiado larga, se recomienda instalar el indicador de líquido lo más cercano posible a la válvula de expansión; ya que éste es el componente que sería afectado por la caída de presión.

Para efecto de indicación de humedad, ya vimos que no es necesario que el indicador esté cercano al filtro deshidratador, pero si se prefiere, se pueden instalar dos indicadores, uno después del filtro deshidratador y otro cercano a la válvula de expansión. La pérdida de presión en la línea se puede compensar con un sub-enfriamiento del líquido como se explica en el punto 5. Otra solución es rediseñar la línea de líquido calculando el diámetro óptimo para compensar la caída de presión. Se deberá hacer un balance económico para elegir una opción.

5. Falta de Sub-enfriamiento. Idealmente la presión y temperatura del refrigerante líquido que llega a la válvula de expansión deben ser las mismas que existen en el condensador o el receptor; esto es, la presión y temperatura deben ser las de saturación. Normalmente existe una caída de presión a lo largo de la línea de líquido debido a los accesorios, conexiones y fricción en la tubería, la cual debe ser considerada al diseñar la tubería y no debe influir en el funcionamiento de la válvula de expansión. Si la presión del líquido al llegar a la válvula de expansión es considerablemente menor que la que se tiene en el receptor o el condensador, el refrigerante se evaporará instantáneamente (Flash Gas). Si se sub-enfría el líquido que sale del receptor unos cuantos grados abajo de su temperatura de saturación correspondiente a la presión, se asegura que no se evapore el líquido en la línea y se aprovecha la válvula de expansión al máximo. La cantidad mínima de sub-enfriamiento requerida es la diferencia de temperaturas

entre la de condensación y la de saturación correspondiente a la presión de saturación en la válvula de expansión. Sin embargo, un sub-enfriamiento excesivo reducirá la presión en la línea y reducirá el flujo a través de la válvula. Por ejemplo, si en un sistema con R-22, con una presión de condensación de 208 psig (lb/pulg²), la temperatura de saturación en el condensador será de 40°C. Si por alguna razón existe una caída de presión en la línea de líquido digamos de 15 psig, el refrigerante llega a la válvula de expansión con una presión de 193 psig, a la que corresponde una temperatura de saturación de 37°C. El sub-enfriamiento mínimo requerido es $40 - 37 = 3^\circ\text{C}$.

Si después del recibidor se sub-enfría el líquido digamos unos 6°C , éste llegará a la válvula de expansión a la misma presión de 193 psig pero con una temperatura de $40 - 6 = 34^\circ\text{C}$ que es menor que la de saturación y corresponde a una presión de 177 psig. Esto significa que la caída de presión de 15 psig se puede compensar fácilmente ya que se tiene un diferencial de presión de $193 - 177 = 16$ psig, lo que permite que el líquido pueda llegar a la válvula de expansión con una presión de hasta 177 psig y no se forme vapor (Flash Gas).

Si la caída de presión no es debida a las causas mencionadas en los puntos 1, 2 y 3, entonces las causas pueden ser:

- Líneas demasiado largas.
- Diámetro de la tubería de líquido muy chico.
- Que el evaporador esté arriba del recibidor, creándose una presión estática en la línea de líquido vertical (Figura 3.4).

Cuando sea alguna de estas causas lo que provoque la caída de presión, es necesario sub-enfriar el refrigerante líquido después de que sale del recibidor.

En la Figura 3.5 se muestra un método común para proporcionar líquido sub-enfriado en sistemas con

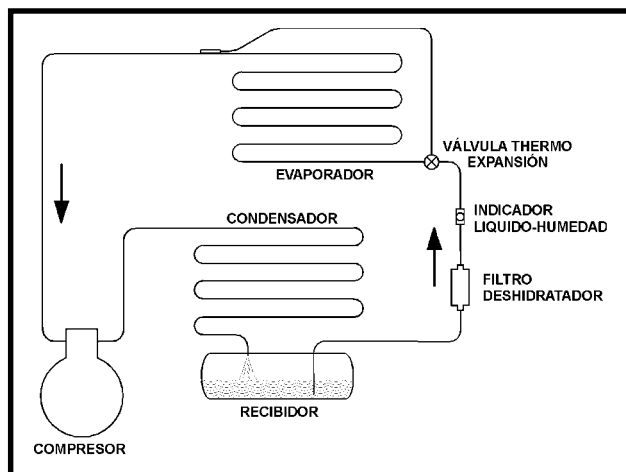


Figura 3.4 - Cuando el evaporador está por encima del recibidor se puede tener una caída de presión. La recomendación aquí es sub-enfriar el líquido después del recibidor e instalar un indicador de líquido y humedad antes de la válvula de termo expansión.

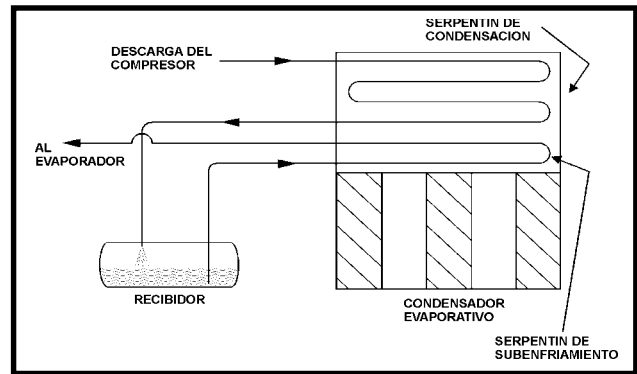


Figura 3.5 - Condensador evaporativo con serpentín para sub-enfriamiento del líquido.

refrigerante halogenado con un condensador evaporativo. Abajo del serpentín de condensación se coloca un serpentín para el sub-enfriamiento. Dependiendo de las condiciones de diseño, este arreglo proporciona un sub-enfriamiento al refrigerante líquido entre 6 y 8°C . Como se puede observar en la figura, el recibidor está instalado entre el serpentín del condensador y el del sub-enfriamiento para proporcionar un sello de líquido.

En condensadores enfriados por aire se puede hacer un arreglo similar al de la Figura 3.5.

En sistemas comerciales pequeños y en domésticos, el sub-enfriamiento se puede lograr instalando un intercambiador de calor entre las líneas de succión y líquido.

Tipos

Existe una variedad de versiones de indicadores de líquido y humedad tanto por su funcionamiento, construcción, visibilidad y manera de operar, así como por su tamaño, por el tipo de conexión y forma de sellar el cristal.

Los indicadores de líquido y humedad se fabrican en varios materiales como acero, latón y cobre.

Los de acero son maquinados generalmente de una barra hexagonal y en lados opuestos se sueldan los conectores que pueden ser tipo flare de acero o soldables de tubo de cobre (Figura 3.1 A y B). Estos indicadores

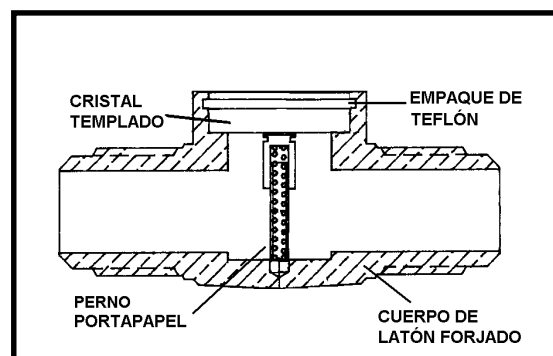


Figura 3.6 - Corte de un indicador de líquido y humedad mostrando el perno porta papel.

tienen poca visibilidad debido al color oscuro del acero, por lo que algunos fabricantes aplican un recubrimiento interno de cobre para darle brillantez al interior y con el reflejo de la luz mejorar la visibilidad. El cristal en este tipo de indicadores de líquido y humedad puede ser fundido directamente sobre el metal o fijado mediante un opresor y empaque para lograr un sello y evitar fugas de refrigerante. Otro tipo emplean una tuerca hexagonal con el cristal fundido y rosca y son desarmables; es decir, la mirilla es intercambiable. El papel indicador va montado sobre un perno o vástago ubicado en el centro del indicador, el cual es presionado contra el cristal mediante un resorte. (Figura 3.6). Sobre la parte externa del cuerpo llevan adherida una etiqueta con los colores del viraje del papel indicador para efecto de hacer una comparación y ver si el sistema está seco o húmedo. Esto es una desventaja ya que con el tiempo se desprende la etiqueta o se decolora y no se puede comparar el color.

Los de latón son maquinados de una forja compacta de una sola pieza. Las conexiones pueden ser flare como parte del mismo cuerpo o soldables con extensión de tubo de cobre (Figura 3.1 C y D). Debido al material de que están hechos, su visibilidad es excelente por la brillantez del metal. En este tipo de indicadores el cristal se fija al cuerpo de metal mediante un proceso de rechazado usando un empaque de teflón para sellarlo y evitar fugas. La etiqueta para comparación del color indicador se coloca internamente bajo el cristal; de esta manera, es más fácil hacer la comparación y no hay

posibilidad de que se desprenda. Aquí también el papel indicador va montado en un poste, el cual se mantiene presionado contra el cristal mediante un resorte. Tienen además, una tapa de plástico para proteger el cristal contra polvo, grasa y golpes.

En los de cobre, el cuerpo es un tubo de cobre con conexiones expandidas y todos son soldables. Se utilizan en diámetros grandes de líneas de líquido hasta 2 1/8".

El cristal va sujeto con un opresor en una pieza de acero hexagonal, la cual va soldada sobre el tubo de cobre. Algunos indicadores llevan doble mirilla, opuesta una de otra. El papel indicador se instala entre el empaque y el cristal.

Otro tipo de indicador de líquido y humedad es el llamado de "BY PASS" (Figura 3.7), el cual consiste de un cuerpo de acero con conexiones soldables de tubo de cobre de 1/4" o 3/8". Estas conexiones son curvas y cortadas a un ángulo de 45°. Su aplicación es en tuberías de líquido grandes, mayores de 2 1/8". Se instalan como se muestra en la Figura 3.7 y proporcionan una indicación satisfactoria tanto de humedad como de líquido, en cualquier posición vertical u horizontal.

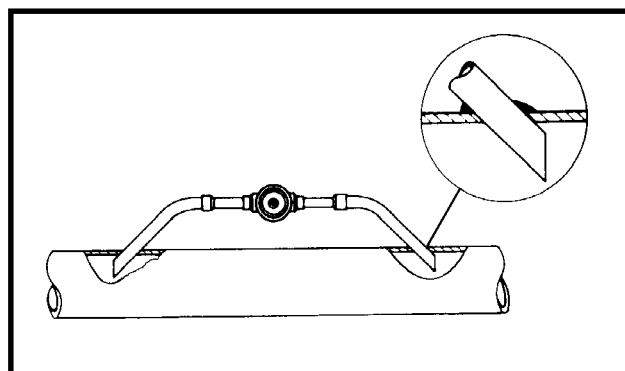


Figura 3.7 - Instalación de un indicador de líquido y humedad tipo By Pass.