

Universidad
Politécnica
de Cartagena

ABASTECIMIENTO DE AGUAS

TEMA 15
Redes de
distribución
Tipología y
componentes

Juan García Bermejo

Francisco Javier
Pérez de la Cruz



ÍNDICE

1. CRITERIO DE DISEÑO DE REDES

2. TIPOLOGÍAS DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

Redes ramificadas

Redes malladas

3. VÁLVULAS

Tipologías según su función

Tipologías según su funcionamiento

Criterios para la selección de una válvula

Cavitación en válvulas

4. VENTOSAS

El aire en las tuberías

Ventosas

Clasificación

5. OTROS ELEMENTOS

Filtros cazapiedras

Carretes de desmontaje

6. EJERCICIOS

7. BIBLIOGRAFÍA





1. CRITERIOS DE DISEÑO DE REDES

El objetivo de una red de distribución es hacer llegar el agua a cada punto de uso (doméstico, industrial, riego, limpieza viaria, incendios, etc.). En la solución que se adopte para una red de distribución se han de considerar diferentes criterios de diseño.

Dotaciones a utilizar para diseño → 250 l/habitante/día (considerar, además, coeficientes de punta y dotación contra incendios).

Consumo urbano → 170 l/hab/día incluyendo parte proporcional de consumos municipales e industriales urbanos (consumo humano real = 120 l/hab/día)

Velocidades (mínimas / máximas):

Arterias principales: 0,3 (sedimentación) - 0,7 m/s

Redes de distribución: 0,6 - 1,2 m/s (erosión)

Presiones de diseño (mínimas / máximas):

Arterias principales: 4,5 - 5,5 kg/cm²

Redes de distribución: 3,5 - 4,5 kg/cm² (asegurar presión)



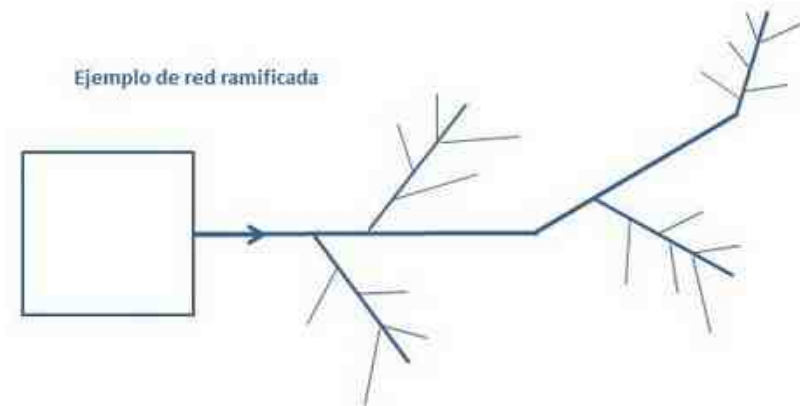
2. TIPOLOGÍA DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

Redes ramificadas

Este tipo de redes son aquellas constituidas por una arteria principal de la que parten arterias secundarias y así sucesivamente.

Características de las redes ramificadas:

- 1) Cada punto de consumo recibe el agua por un solo camino
- 2) Los diámetros de los tubos son decrecientes
- 3) En caso de avería queda sin suministro toda la red situada aguas debajo de la avería
- 4) En los ramales extremos se produce el estancamiento del agua, lo cual puede alterar su calidad
- 5) Se instalan en zonas rurales o muy diseminadas





ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



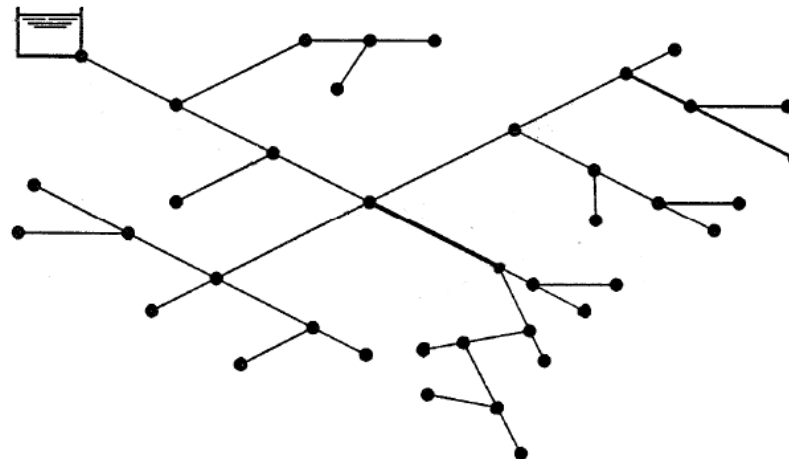
Para realizar su cálculo, conocidos los puntos y valores de consumos entrantes y salientes al sistema, diámetros y alturas geométricas:

- 1) Desde aguas abajo hasta aguas arriba, se aplica la ecuación de continuidad en los nodos para la obtención de consumos en cada punto.

$$Q = S \cdot V$$

$$S = \pi \cdot D^2 / 4$$

- 2) Desde aguas arriba hacia aguas abajo, cálculo de pérdidas y presión en finales de tramo (Colebrook).





Redes malladas (o reticuladas)

Para realizar su cálculo, conocidos los puntos y valores de consumos entrantes y salientes al sistema, diámetros y alturas geométricas:

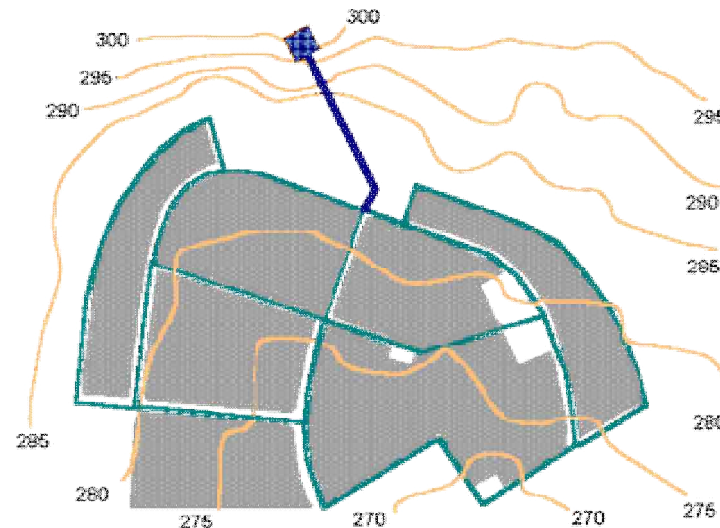
MÉTODO 1

Realizar cortes virtuales a la red para convertirla en ramificada

Calcular la presión existente en los puntos de corte virtuales por los caminos posibles. Se obtendrán valores diferentes a no ser que hallamos cortado por el punto exacto.

Luego se admite el punto de recorte como válido si la diferencia de presiones es inferior al 20% de la pérdida de carga entre dicho punto y el origen de la red.

Si no se cumple, tomar otros puntos de corte virtuales (NTE – IFA).





MÉTODO 2

El método de **Hardy – Cross** (1936) se basa en dos leyes:

- 1) La suma de los caudales que entran en un nudo de la red es igual a la suma de los caudales que salen.
- 2) Existirá un punto P , en el que las pérdidas de carga por un camino es igual a las pérdidas por el otro camino. O bien, considerando las pérdidas con signo, la suma de las pérdidas en una malla cerrada es cero.

Para el cálculo de las pérdidas se puede aplicar cualquiera de las formulaciones existentes (por ejemplo, podemos emplear Hazen – Williams, 1905):

$$h = \frac{10,674 \cdot Q^{1,85} \cdot L}{D^{4,87} \cdot C^{1,85}} = K \cdot Q^{1,85} \cdot L$$

h = pérdida de carga en un tramo (m)

Q = Caudal (m^3/s)

C = coeficiente de rugosidad (adim)

D = diámetro interno de la tubería

L = longitud de la tubería (m)

El método de Hardy – Cross comienza suponiendo unos caudales iniciales en los ramales (arbitrarios, pero que cumplan la primera ley)



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



El valor del coeficiente de rugosidad C viene dado en función de los diferentes materiales constitutivos de la tubería:

COEFICIENTE DE HAZEN-WILLIAMS PARA ALGUNOS MATERIALES				
Material	C		Material	C
Asbesto cemento	140		Hierro galvanizado	120
Latón	130-140		Vidrio	140
Ladrillo de saneamiento	100		Plomo	130-140
Hierro fundido, nuevo	130		Plástico (PE, PVC)	140-150
Hierro fundido, 10 años de edad	107-113		Tubería lisa nueva	140
Hierro fundido, 20 años de edad	89-100		Acero nuevo	140-150
Hierro fundido, 30 años de edad	75-90		Acero	130
Hierro fundido, 40 años de edad	64-83		Acero rolado	110
Concreto	120-140		Lata	130
Cobre	130-140		Madera	120
Hierro dúctil	120		Hormigón	120-140



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



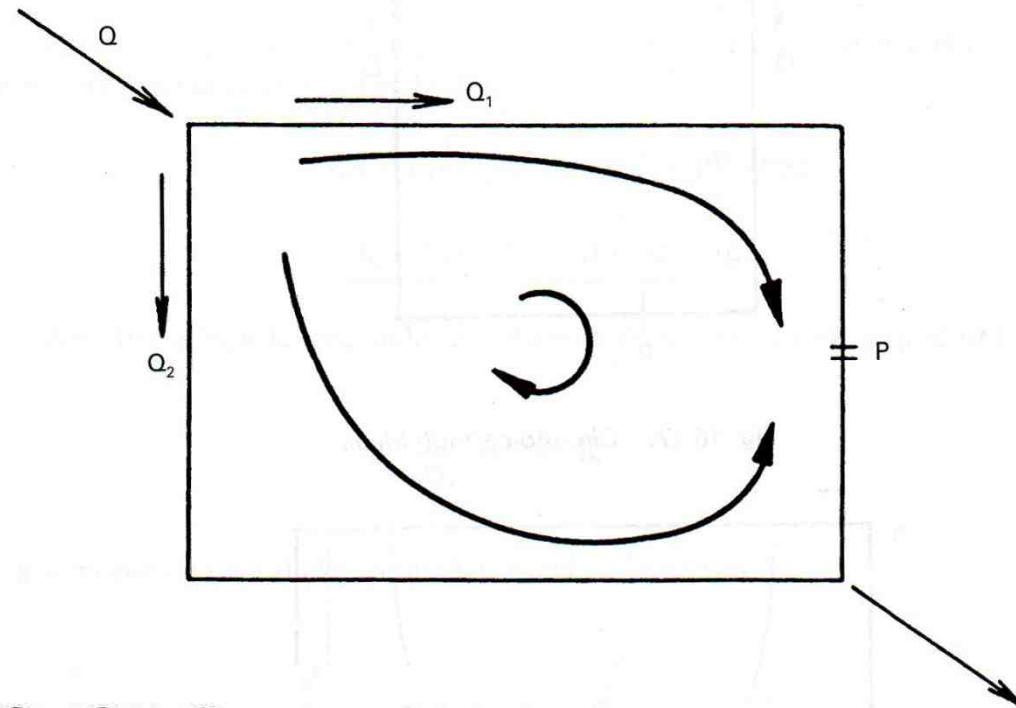
Sea un circuito en el que entra un caudal Q que se distribuye por sus dos ramas y sea P el punto en el cual son iguales las pérdidas de carga por una u otra rama.

Pueden establecerse las siguientes ecuaciones:

$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$h_1 = K_1 \cdot Q_1^{1,85} \cdot L_1$$

$$h_2 = K_2 \cdot Q_2^{1,85} \cdot L_2 = K_2 (Q - Q_1)^{1,85} \cdot L_2$$





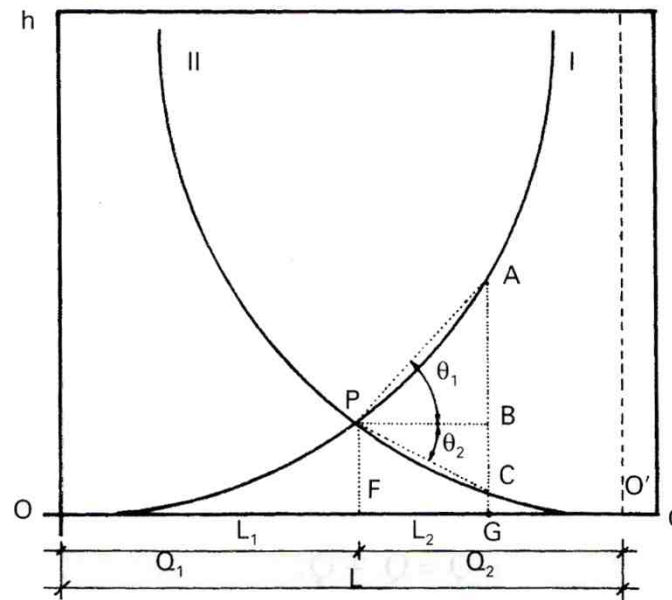
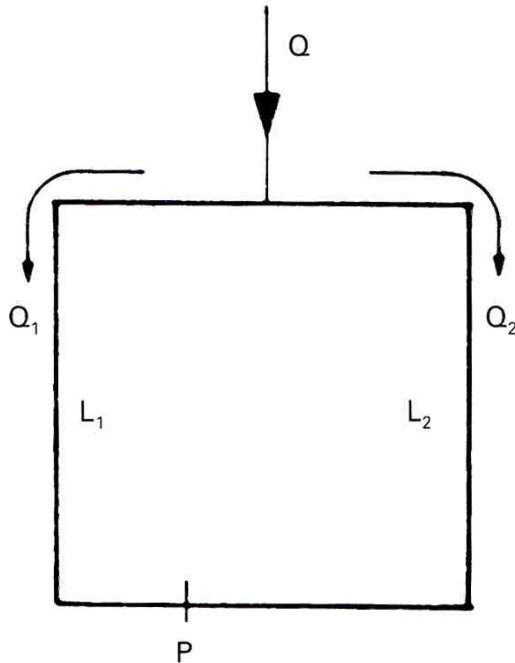
ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



Sea un circuito en el que entra un caudal Q que se distribuye por sus dos ramas y sea P el punto en el cual son iguales las pérdidas de carga por una u otra rama.

Representando gráficamente las pérdidas por uno y otro lado, dibujando la primera con el origen de coordenadas normal O y la segunda con origen O' desplazado una distancia igual a Q en el eje de caudales, obtenemos el punto P que, con pérdida de carga $PF = h_f$, a la distancia L_1 y L_2 de O y O' respectivamente, es la solución.





El procedimiento a seguir es el siguiente:

- 1) Se supone una distribución de caudales con la única consideración de que la suma algebraica de los mismos en cada nudo sea cero.
- 2) Se calcula el error en la pérdida de carga de cada circuito teniendo en cuenta el sentido de los caudales (dándoles signo), es decir, sumando las correspondientes a las corrientes que circulan según las manecillas del reloj y restando las supuestas en sentido contrario

$$\Sigma h = \Sigma K_x \cdot Q_x^{1,85} \cdot L_x$$

- 3) Se calcula, sin tener en cuenta el signo de las corrientes:

$$1,85 \cdot \Sigma h / Q = 1,85 \Sigma (K_x \cdot Q_x^{0,85} \cdot L_x)$$

- 4) Se obtiene el valor del caudal de corrección:

$$\Delta Q = - \frac{\Sigma h}{1,85 \Sigma h / Q} = - \frac{\Sigma K_x \cdot Q_x^{1,85} \cdot L_x}{1,85 \Sigma (K_x \cdot Q_x^{0,85} \cdot L_x)}$$



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

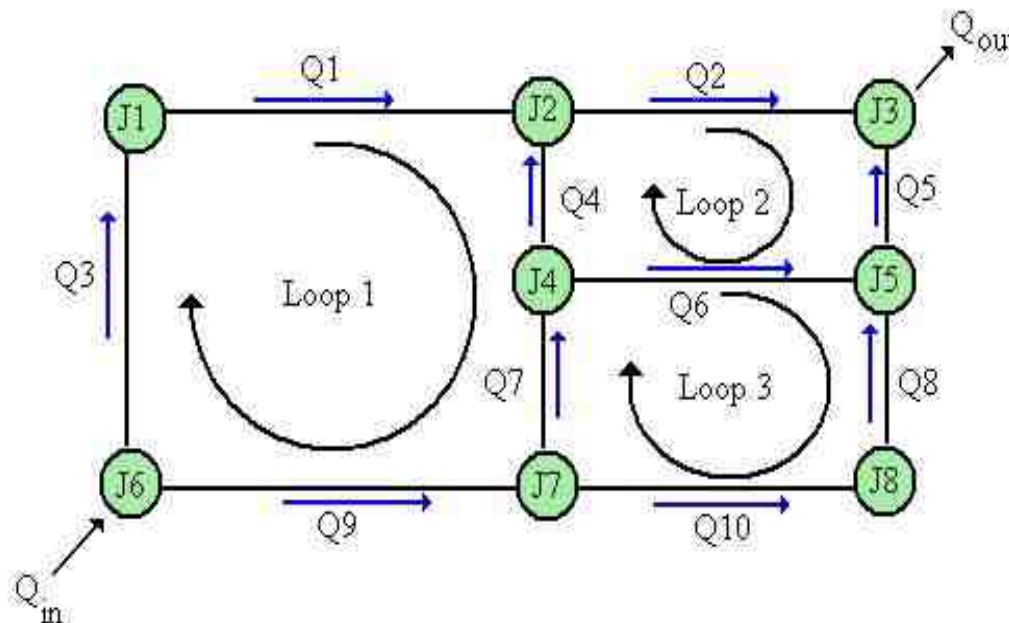
Tema 15. Redes de distribución



- 5) Y se introduce como corriente de contrabalance de cada circuito para lograr que:

$$\Sigma h = \Sigma K_x (Q_x + \Delta Q)^{1,85} \cdot L_x = 0$$

- 6) Si no se cumpliera la igualdad anterior con los nuevos caudales así determinados, se repite el tanteo



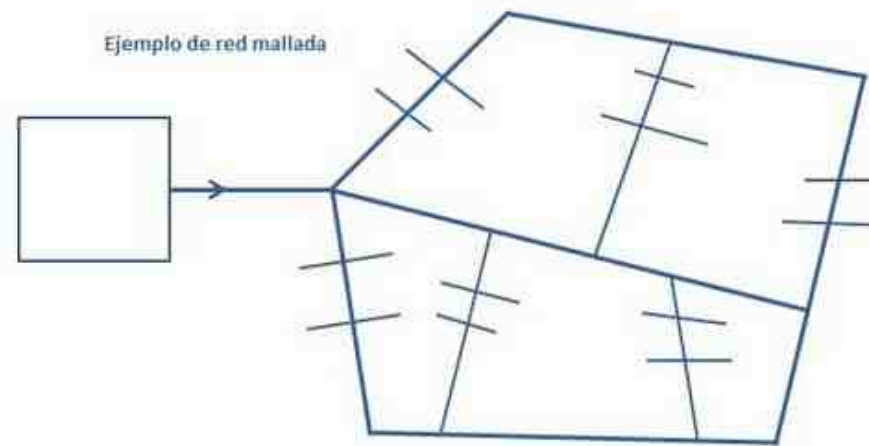


Consideraciones para la aplicación del Método de Hardy – Cross:

- 1) Si $\Delta Q < 10\%$ del menor Q considerado, daremos por correcto el dimensionamiento realizado
- 2) Se dice que una red es simétrica, cuando lo es en forma y cargas.

Cuando existan simetrías se realiza una simplificación dividiendo entre tantas simetrías como existan y se calcula la red final resultante.

Hay que tener en cuenta los ejes de simetría para los caudales y secciones de los tramos, de tal forma que la sección final de un tramo que pertenezca a un eje de simetría será aquella que transporte el doble de caudal con la misma pérdida de carga.





3. VÁLVULAS

Las válvulas constituyen hoy en día uno de los elementos fundamentales en la regulación y funcionamiento de los sistemas hidráulicos en presión. Sin su concurso, gran parte de las instalaciones difícilmente podrían operar en las condiciones actuales, o bien requerirían costes de inversión y funcionamiento mucho mayores.

Por otra parte, es indudable el auge creciente que la instalación de válvulas automáticas y sistemas automatizados ha adquirido en los últimos años. Se trata probablemente de una revolución en cuanto al diseño y funcionamiento clásico de los sistemas hidráulicos a presión, y el futuro ofrece perspectivas inmejorables a este tipo de elementos.





Tipología de válvulas según su función

Las válvulas presentes en los sistemas de distribución de agua se pueden clasificar en base a la realización de tres tipos de funciones:

- 1) Válvulas de seccionamiento o de corte → Las válvulas de seccionamiento o de corte se instalan en las conducciones para aislar o cerrar tramos.

En una red de distribución es necesario disponer de sectores reducidos que puedan quedar aislados mediante determinadas válvulas para poder proceder a la reparación, mantenimiento o sustitución de elementos.

Asimismo es frecuente encontrar estas válvulas antes y después de elementos singulares de la instalación como contadores, sistemas de bombeo, etc.

Sus características principales son

- a) Buena estanquidad ya que cuando se encuentra cerrada debe realizar una adecuada función de aislamiento
- b) Baja pérdida de carga a válvula abierta, por lo que deben emplearse tipologías en las que el paso del agua quede impedido lo mínimo posible. (válvulas de esfera, de compuerta y de mariposa).



2) Válvulas de regulación → Son válvulas encargadas de controlar que determinadas variables del sistema (normalmente presiones máximas y mínimas, caudales máximos, niveles de depósitos...) estén dentro de unos márgenes operativos adecuados.

Todas estas funciones de las válvulas de regulación originan que las soluciones constructivas empleadas deban cumplir con una serie de exigencias y requerimientos:

- a) Las válvulas debe tener una buena capacidad de regulación, es decir, que al ir generando diferentes grados de apertura en la misma, se regula efectivamente el caudal que circula por la instalación.
- b) La válvula debe estar diseñada de forma que tenga inhibida completamente o al menos controlada la posible cavitación que se pueda generar en la misma.
- c) Las pérdidas de carga cuando se encuentra completamente abierta debe ser reducida (aunque este parámetro no resulta tan decisivo como en el caso de válvulas de aislamiento)



Un aspecto a tener en cuenta es si la regulación del sistema va a realizarse de forma programada (válvulas operadas por personal) o de forma automática (válvulas limitadoras de caudal, de control de depósitos...)

3) Válvulas de protección → Aquellas que no participan durante el funcionamiento hidráulico normal del sistema, sólo funcionan ante situaciones extraordinarias.

Pueden instalarse en serie (son atravesadas por el caudal normal de funcionamiento) o en paralelo (se activan y circula caudal a través de las mismas cuando se produce un elemento extraordinario).

Algunas de las válvulas de protección más características son:

- a) *Válvulas de retención*, para controlar la dirección del flujo.
- b) *Válvulas de alivio*, para controlar las presiones máximas del sistema.
- c) *Válvulas anticipadoras de onda o antiarriete*, para controlar las sobrepresiones que se generan en sistemas de bombeo (en paralelo)
- d) Válvulas de sobrevelocidad o anti-inundaciones, para generar el cierre de las válvulas de forma automática en conducciones de tamaño grande al producirse una rotura (aumento de caudal / velocidad sobre un valor).



Tipología de válvulas según su funcionamiento

En el apartado anterior se han analizado las diferentes funciones que deben realizar las válvulas en los sistemas de distribución de agua.

En este apartado se centrará la atención en describir las diferentes soluciones constructivas que existen para realizar todas y cada una de las funciones definidas con anterioridad. Son muchas y variadas las soluciones constructivas que pueden encontrarse en el mercado. Por este motivo a continuación se recogen tan solo algunas de las más características.

1) Válvulas de compuerta → La válvula de compuerta es, quizás, una de las más comunes y empleadas.

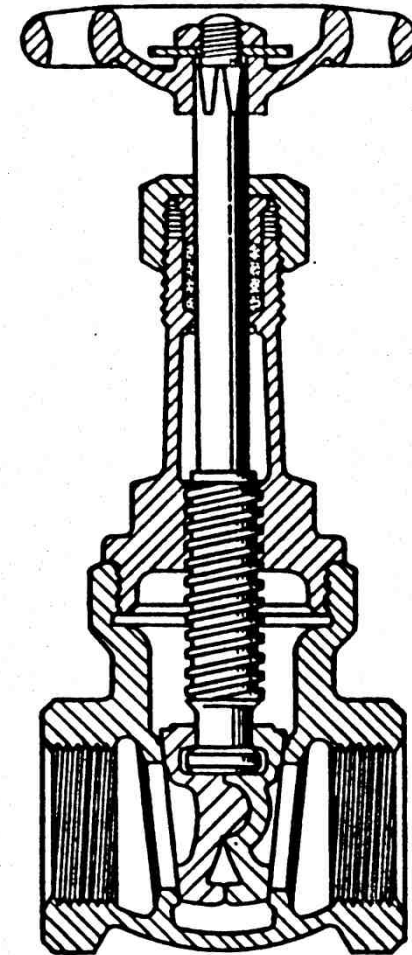
Básicamente consta de una compuerta deslizante en forma vertical cuyo desplazamiento en mayor o menor medida permite el paso del agua. De forma general dichas compuertas pueden ser de sección rectangular o circular.

Las válvulas más clásicas tanto el cuerpo de la válvula como la compuerta son de material metálico. Soluciones más recientes utilizan cierres de tipo elástico en los que la compuerta dispone de un recubrimiento plástico o de elastómero que garantiza un cierre más adecuado de la válvula.



Algunas de las características más significativas que presentan este tipo de válvulas son:

- a) Se utilizan fundamentalmente como válvulas de aislamiento, (baja pérdida de carga cuando están abiertas)
- b) Presentan una buena estanqueidad de cierre, independientemente del tipo de cierre (aunque el cierre elástico presenta menos probabilidades de fugas).
- c) Par de accionamiento mecánico elevado, debido al rozamiento que realiza el eje en su desplazamiento (diámetros < 300 o 400 mm).
- d) La característica de cierre intrínseca de la válvula no es adecuada para la regulación de sistemas.
- e) Cuando se próximas al grado de válvula completamente cerrada presentan problemas de vibraciones y de cavitación.





EJEMPLO

VÁLVULAS DE COMPUERTA

Metacol, S.A.



Válvula de compuerta elástica



*Válvula de compuerta con
sello de bronce*



2) Válvulas de mariposa → La válvula de mariposa es un dispositivo en el que un elemento móvil en forma de lenteja se interpone en el flujo de agua. Dicho dispositivo tiene la capacidad de girar 90° respecto de un determinado eje. Esta capacidad de giro permite dejar una sección de paso variable.

Cuando esta completamente cerrada la lenteja ocupa la totalidad de la sección de paso impidiendo el flujo. Por el contrario, completamente abierta no deja un paso franco ya que la lenteja no puede ocultarse al flujo de agua.

Algunas de las características más significativas que presentan este tipo de válvulas son:

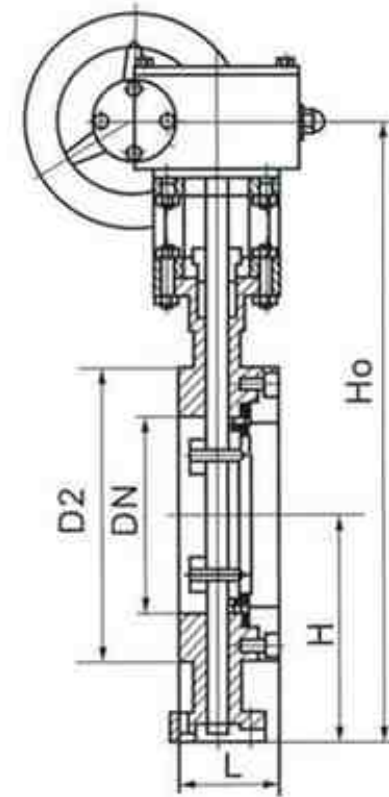
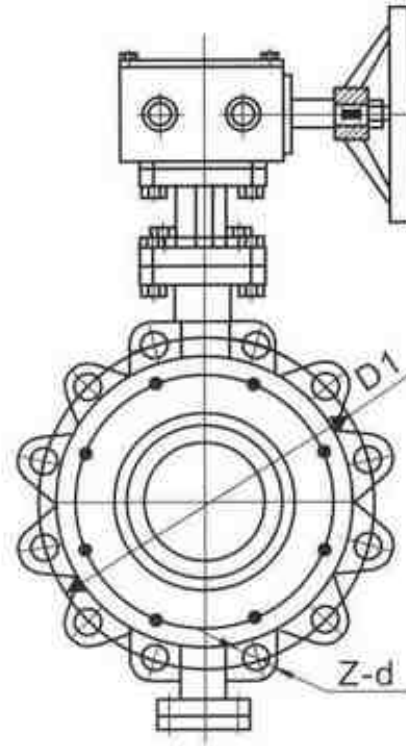
- a) Las pérdidas de carga cuando la válvula se encuentra completamente abierta son bajas.
- b) La capacidad de regulación de la válvula es superior a la de la válvula de compuerta, aunque no es la válvula más adecuada para realizar esta operación (cuando se utiliza, con diámetros inferiores al de la tubería).
- c) El par de accionamiento necesario para el cierre de la válvula es moderado (favorecido por que al producirse el cierre de la válvula, la presión creciente en la cara anterior de la misma favorece el cierre).



EJEMPLO

VÁLVULA DE MARIPOSA

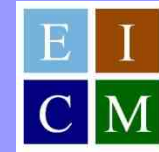
XDV Valve Co.



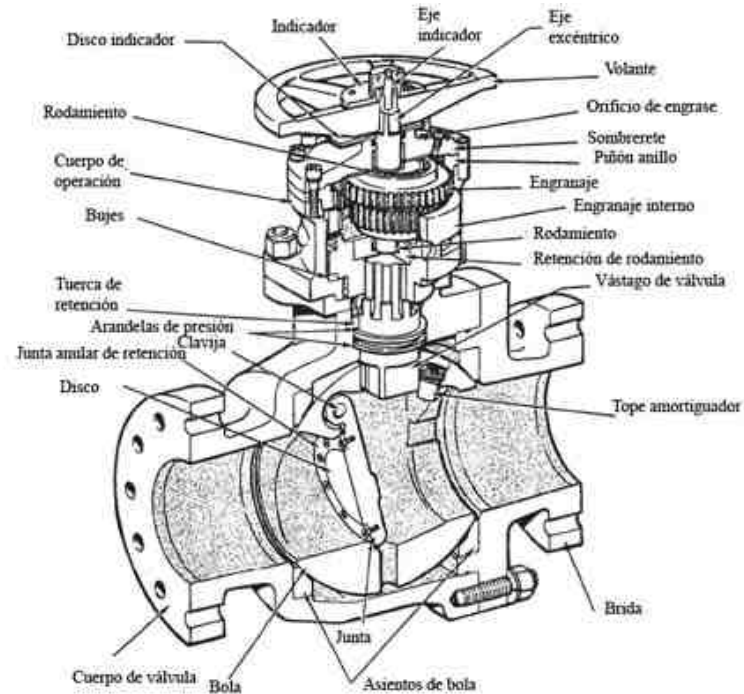
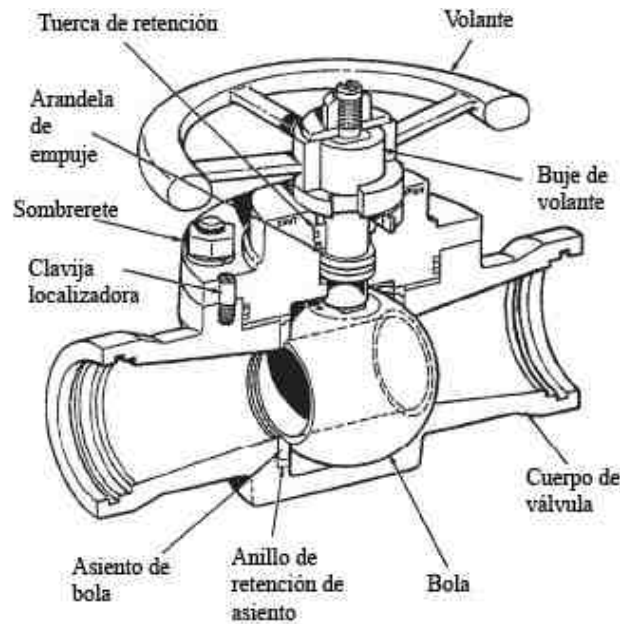


ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



3) Válvulas de bola o esfera → La válvula de bola o esfera está constituida por un cuerpo de forma esférica en cuyo interior se ha practicado un agujero cilíndrico de diámetro igual al de conexión de la misma. La esfera tiene la capacidad de girar sobre si misma dejando una sección de paso mayor o menor.



Válvula de bola (izqda.) y válvula de bola con retención basculante (dcha.)



Algunas de las características más significativas que presentan este tipo de válvulas son:

- a) Son el tipo de válvula que probablemente genera una mayor estanquidad, garantizada por el anillo de elastómero que envuelve la esfera.

Este tipo de válvulas, una vez se han sometido a grandes presiones pueden tener problemas de estanqueidad a bajas presiones, debido al comportamiento no elástico del elastómero.

- b) Son las válvulas que menos pérdida de carga originan al estar completamente abiertas.
- c) Son válvulas destinadas a aislar tramos de conducciones de diámetros no demasiado grandes (< 3-4 pulgadas). Aún así, presentan una cierta eficacia en la regulación de caudales, aunque con elevado riesgo de cavitación.
- a) El par de accionamiento es elevado, debido a la fricción que presenta la esfera que debe girar en el interior del cuerpo de la válvula. Por este motivo sólo se utilizan en diámetros pequeños (de ahí su limitado uso en instalaciones de abastecimiento y suministro de agua).



EJEMPLO

VÁLVULAS DE BOLA

XDV Valve Co.

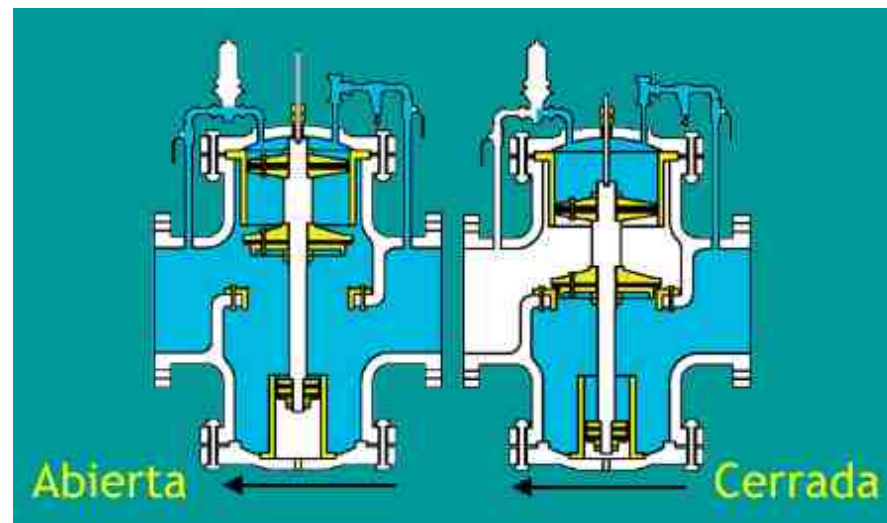


Válvula de bola completa y seccionada (Cameron International Corporation)



- 4) Válvulas de asiento plano → Están específicamente diseñadas para la regulación de presiones y caudales en las instalaciones en las que se ubican. La característica fundamental de este tipo de válvulas es el asiento que genera el cierre.

El flujo de agua se hace pasar a través de una abertura, normalmente de diámetro similar al de la tubería a la que se conectan. El cierre queda garantizado por un asiento que de forma perpendicular a flujo en dicho orificio impide el paso del agua. En definitiva, es el disco que asienta sobre la abertura circular la que finalmente genera el cierre de la válvula.





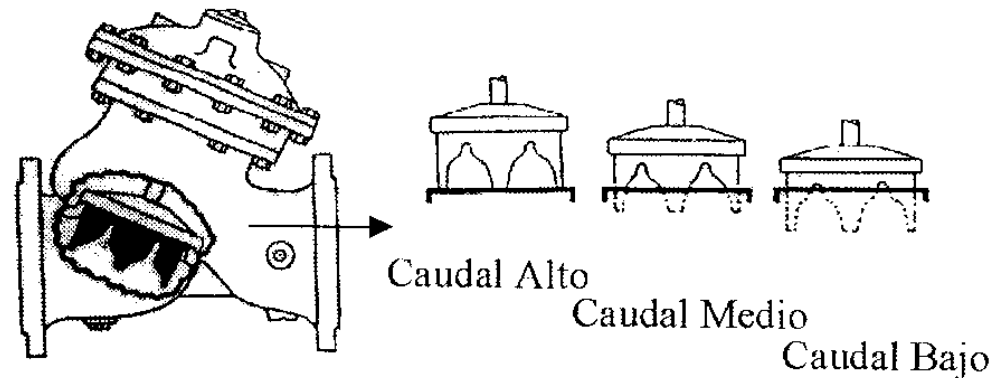
Algunas de las características más significativas que presentan este tipo de válvulas son:

- a) Las pérdidas de carga que introducen este tipo de válvulas son elevadas si se comparan con otros tipos de válvula. El camino que debe seguir el flujo de agua en su interior es mucho más complicado que en el caso de válvulas de compuerta o válvulas de esfera o bola.
- b) Las pérdidas de carga que introducen y la característica de cierre que tienen, provocada por el desplazamiento del asiento plano, hacen que sean válvulas muy adecuadas para tareas de regulación y control. El uso como válvulas de regulación hace que las pérdidas a válvula abierta no tengan tanta importancia, a menos que el número de horas de funcionamiento a válvula completamente abierta sea importante.
- c) El comportamiento de las válvulas de asiento plano puede modificarse mediante el uso de diferentes coronas de cierre. Estas coronas generan que el cierre se produzca de forma diferente, ya que el mismo desplazamiento de la válvula deja diferentes grados de apertura de la válvula. Además, permiten mejorar el comportamiento frente a la cavitación.



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



Por último, hay que indicar que este tipo de válvulas puede tener tanto un accionamiento manual como un accionamiento hidráulico.

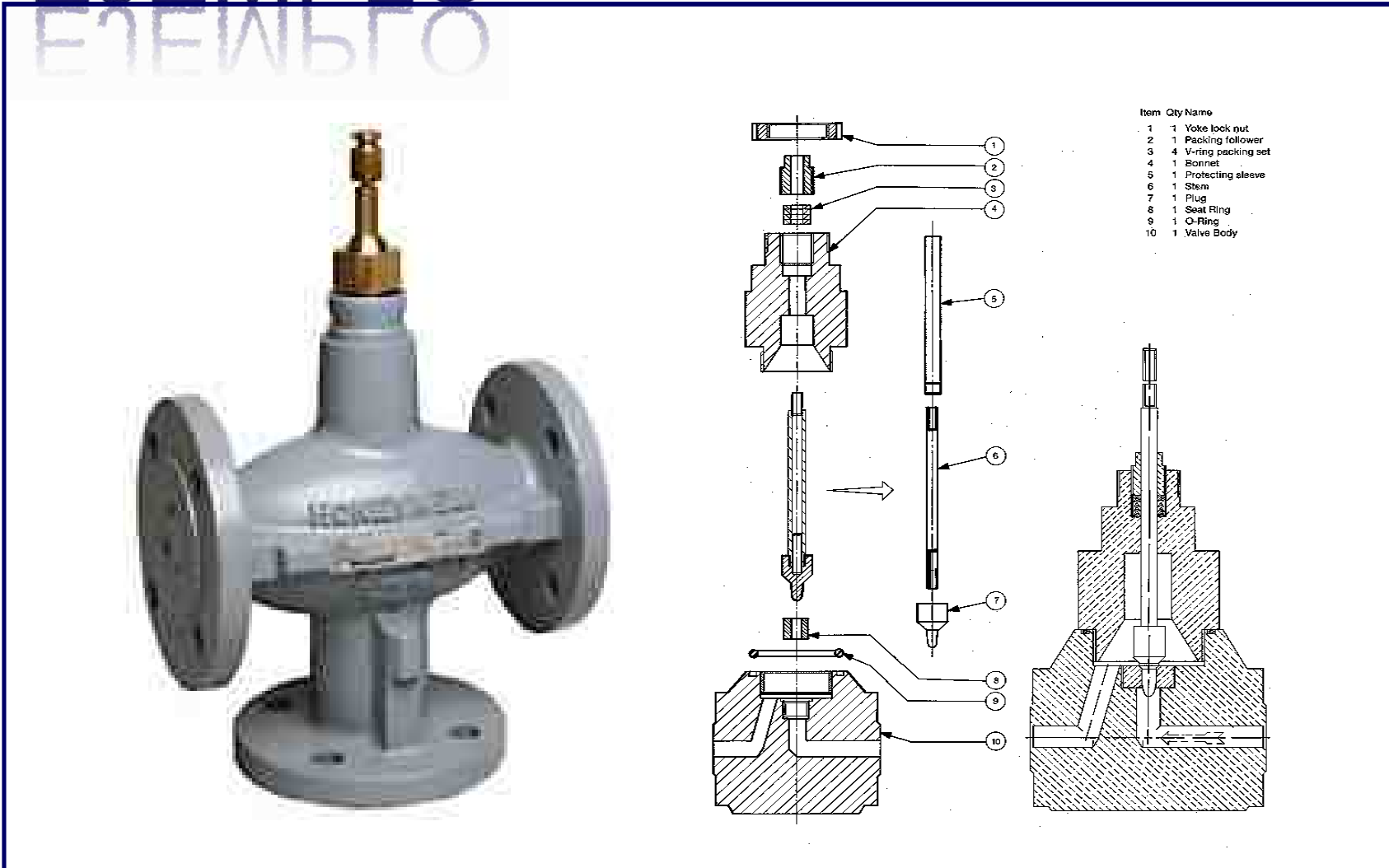
En el caso del accionamiento manual es un dispositivo eléctrico o mecánico el que genera el desplazamiento del dispositivo de cierre.

En el caso de un accionamiento automático la válvula dispone, unida solidariamente con el eje del asiento de un dispositivo (denominado cámara) que mediante su llenado y vaciado genera la apertura y el cierre de la válvula. Es por ello que este tipo de válvulas resulta sumamente adecuado para las válvulas automáticas de control (reductoras de presión, sostenedoras, limitadoras de caudal, válvulas de alivio, etc.).



EJEMPLO

VÁLVULA DE ASIENTO PLANO





5) Válvulas de retención y desconectores → Las válvulas de retención son elementos diseñados para impedir la circulación del agua en sentido contrario al inicialmente definido. Existen situaciones en las que la circulación en sentido contrario del agua puede originar algunos peligros o daños. Algunos de los casos más característicos son:

- a) En estaciones de bombeo a la salida de cada una de las bombas. La presencia de estas válvulas impide que pueda girar en sentido inverso la bomba y originar daños en la misma.
- b) En bombas de pozo profundo se emplean este tipo de válvulas como válvulas de pie, impidiendo el vaciado de la conducción al producirse la parada del grupo de bombeo.
- c) En aducciones de bombeo impide que la conducción principal pueda vaciarse al producirse la parada de las bombas.
- d) En el caso de estaciones de bombeo con múltiples bombas la presencia de una válvula de retención es imprescindible en el caso de que no funcionen la totalidad de las bombas instaladas para evitar la recirculación de agua desde las bombas que funcionan hacia la aspiración del sistema a través de las bombas que no se encuentran en marcha.



Criterios para la selección de una válvula

Existen multitud de parámetros que influyen en la selección de la válvula más adecuada para una instalación. Algunos de los parámetros fundamentales son el conocimiento del caudal máximo y mínimo que debe trasegar, la pérdida de carga requerida, la vida útil prevista de utilización de la válvula, etc.

Algunos de los criterios para el dimensionado de una válvula son:

- 1) La válvula no debe producir una pérdida de carga excesiva cuando se encuentra totalmente abierta. Este parámetro resulta fundamentalmente crítico en el caso de que la válvula no realice una función específica de regulación. Es el parámetro crítico en el caso de válvulas de aislamiento.
- 2) En el caso de tener una válvula de regulación, ésta debe tener capacidad de regulación del caudal durante al menos el 50% de su desplazamiento.
- 3) Uno de los parámetros que afectan el caudal máximo que puede trasegar la válvula viene limitado por el par máximo de cierre que es necesario emplear. Dicho par máximo debe ser inferior a la capacidad del operador en el caso de un cierre manual, mientras que debe ser inferior al par máximo del accionamiento en el caso de un cierre eléctrico o mecánico.



- 4) Además de los parámetros relacionados con el par de accionamiento el efecto que condiciona de forma definitiva el caudal máximo que atraviesa la válvula es la posibilidad de que la válvula esté sometido a un fenómeno de cavitación.
- 5) El accionamiento de las válvulas durante los procesos de apertura y cierre de las mismas no debe generar en el resto de sistema presiones o depresiones que puedan exceder los límites de seguridad del sistema. En este sentido, la válvula debe contar con capacidad de regulación en todo su recorrido de cierre y la velocidad del cierre debe de estar acotada para limitar los transitorios.
- 6) Algunos tipos de válvula no presentan un buen funcionamiento cuando funciona con grados de apertura pequeños. Esto es debido a que la tipología de estas válvulas tiene un diseño del cierre en el que las velocidades excesivas generadas y la cavitación producen una erosión de la válvula o funcionan con un nivel de vibraciones y ruido indeseable.
- 7) Por otro lado, algunos tipos de válvula, como la válvula de mariposa, no deben operar con aperturas cercanas al 100% debido a la mala capacidad de regulación y a la aparición de pares mecánicos inversos que inducen fatiga en el eje.



Cavitación en válvulas

La cavitación se produce como consecuencia del paso del agua a gran velocidad cerca de una obstrucción al flujo o disminución de la sección de paso.

Dada la conservación del trinomio de Bernoulli, se produce una descompresión, es decir, un descenso brusco de presión en puntos en los que la presión del fluido puede descender por debajo de la presión de vapor del mismo.

La presión de vapor de un líquido es la presión a la que el líquido se evapora, variando en función de la temperatura a la que se encuentre.

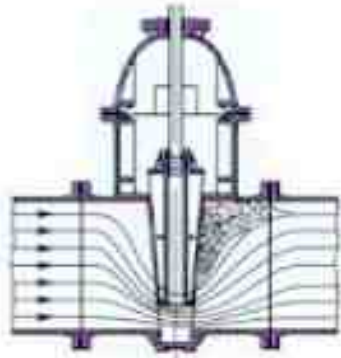
Así, tras el descenso brusco de presión se alcanza la presión de vapor y parte del agua se evapora quedando dentro del fluido como microburbujas (cavidades) que en movimiento pasan a una zona de elevada presión que provoca su implosión.

Si encuentra en sus proximidades paredes de materiales constitutivos de la tubería se produce un choque contra las mismas a una presión del orden de los $10^5 - 10^6$ bar.

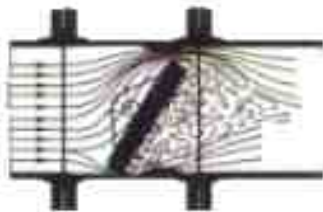


ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



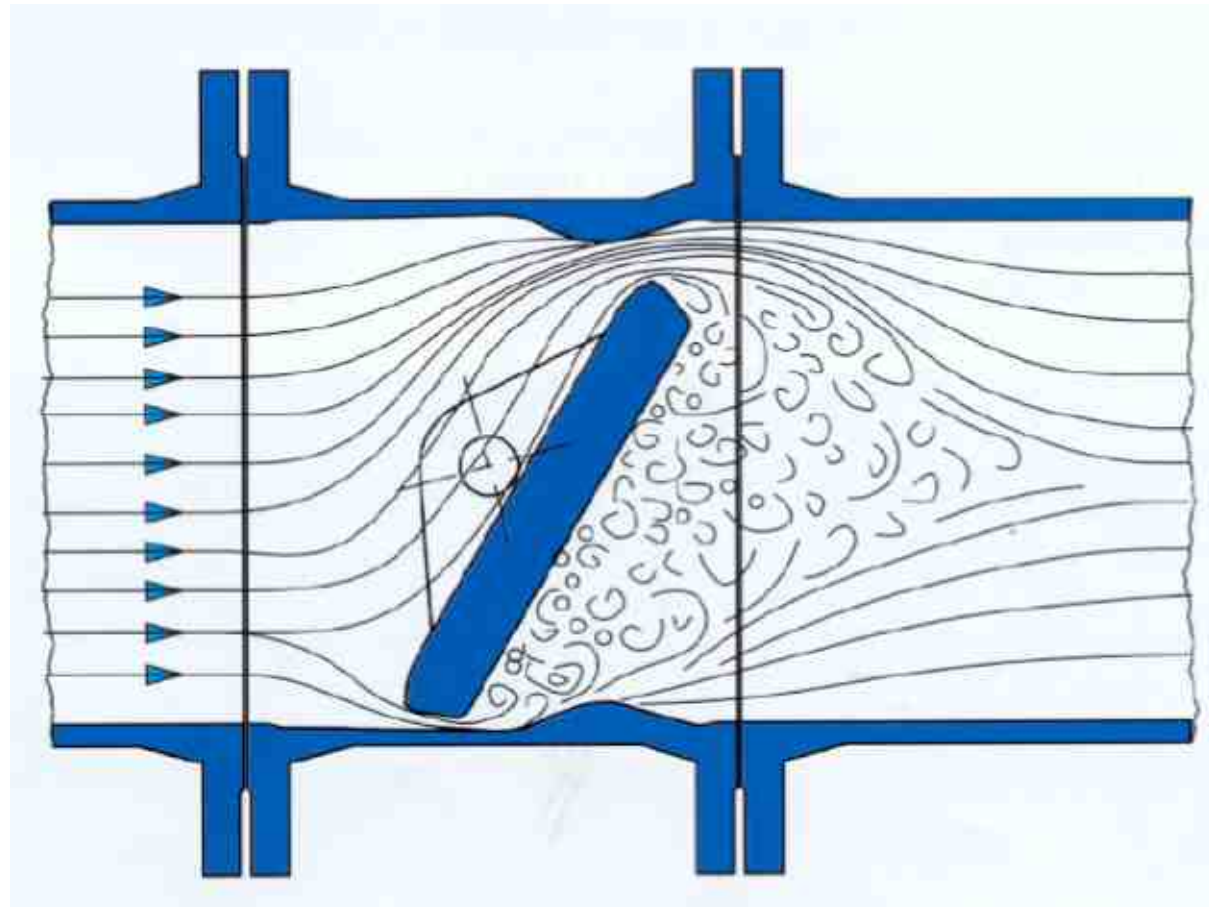
Válvula de compuerta



Válvula de mariposa



Válvula esférica





ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



Para formular el fenómeno de la cavitación se emplea el índice de cavitación:

$$K = \frac{P_{SALIDA} - P_{VAPOR}}{P_{ENTRADA} - P_{SALIDA}}$$

Para el cálculo de la cavitación en válvulas se emplea:

Pressure ratio: $X_f = \frac{\Delta p}{p_1 - p_v}$ siendo:

Valve restriction factor: $\zeta = 1,57 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{DN^4}{K_v^2}$ $K_v =$ Caudal de paso

Cavitation value: $Z_y = 0,1 \cdot \text{LOG} \zeta + 0,14$ $p_1 =$ Presión de entrada
 $p_v =$ Presión de vapor

Cavitation criterium for liquids:

Cavitation occurs if: $X_f > Z_y$ $\Delta p =$ Diferencia presión de entrada y salida



4. VENTOSAS

El aire en las tuberías

La presencia de aire en las conducciones puede ser intencionada o accidental:

- Maniobras de llenado y vaciado
- Interrupción temporal del suministro
- Vórtices en la aspiración de las bombas
- Roturas
- Liberación de aire disuelto → La cantidad de aire que puede estar disuelto por unidad de volumen de agua depende de la P y la T^a, de forma que aumenta con el valor de la P y disminuye con la T^a.

El coeficiente de absorción de Bunsen expresa cuantitativamente la solubilidad del aire en agua a presión atmosférica (m³ aire/m³ agua)

°C	0	5	10	15	20	25	30
CB	0,0286	0,0252	0,0224	0,0201	0,0183	0,0167	0,0154



El aire retenido en una conducción puede producir los siguientes efectos:

- Fácil compresibilidad (lo que implica que se pueden generar importantes sobrepresiones).
- Reducción de la sección de paso de la tubería, pudiéndose llegar a producir el bloqueo de la misma.
- Generación de pérdida de carga adicional (disminución del flujo de agua y aumento de consumo de energía de las bombas)
- Disminución del rendimiento de las bombas
- Problemas con los filtros
- Ruidos y vibraciones en las conducciones
- Corrosión en el interior de las tuberías
- Errores en los medidores





Ventosas

Las ventosas son dispositivos automáticos que permiten el paso del aire desde la tubería a la atmósfera o de la atmósfera a la tubería, según que la presión en esta sea superior o inferior a la presión atmosférica.

Todos los modelos consisten básicamente en un cuerpo en forma de copa cuya parte superior se cierra mediante una tapa que tiene un orificio de un tamaño determinado y en su parte inferior posee una brida o rosca para su conexión con la tubería.

En el interior del cuerpo se aloja el mecanismo de obturación.

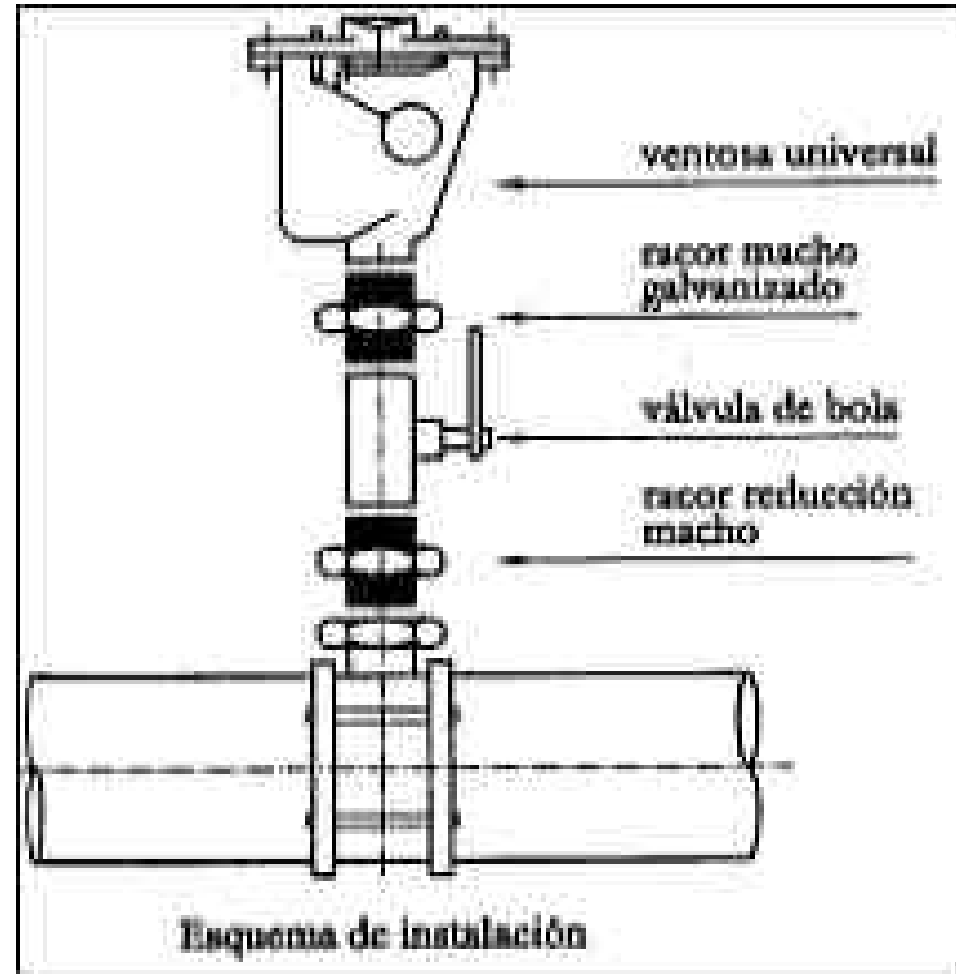
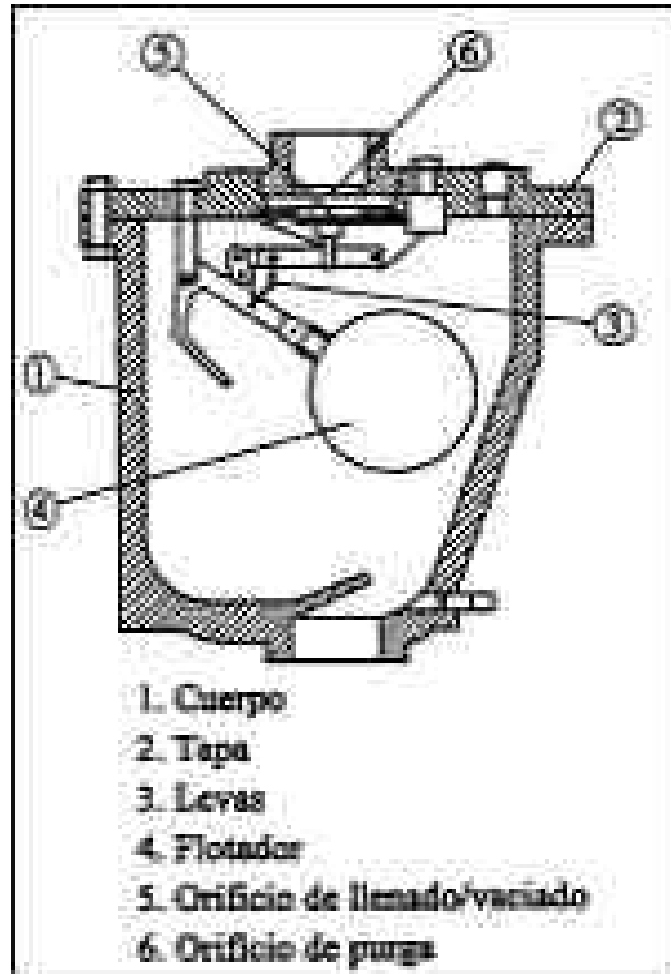
En todos los casos hay una junta de caucho u otro material sintético que asegura la estanquidad del aparato.





ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución

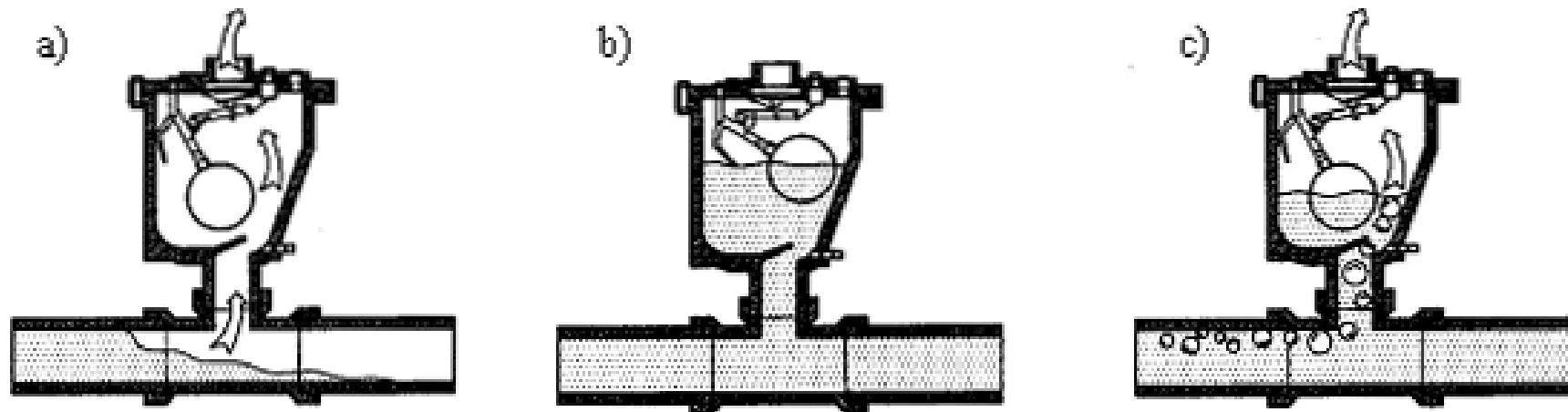


Esquema de instalación de una ventosa universal



Las ventosas tienen las siguientes misiones:

- Expulsar el aire del interior de la tubería o permitir que entre desde el exterior.
- Extraer el aire de las conducciones e impedir su entrada.
- Permitir la entrada de aire del exterior a las conducciones pero evitar su expulsión



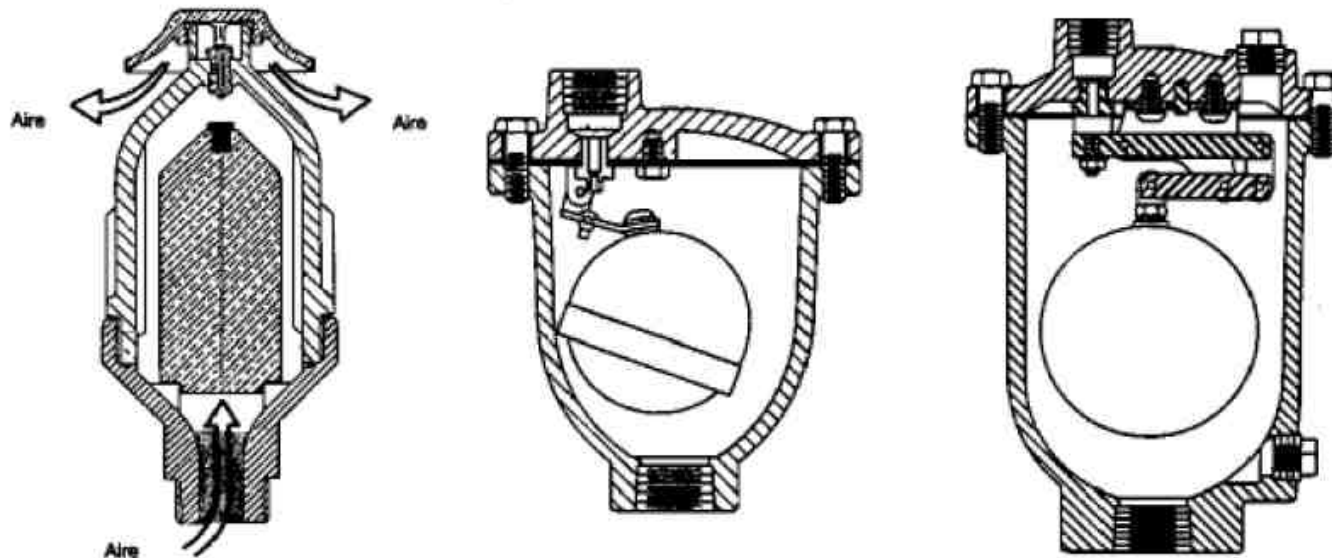
*a) Llenado de agua de la tubería; b) Tubería llena de agua;
c) Salida de aire en tubería llena de agua*



Clasificación

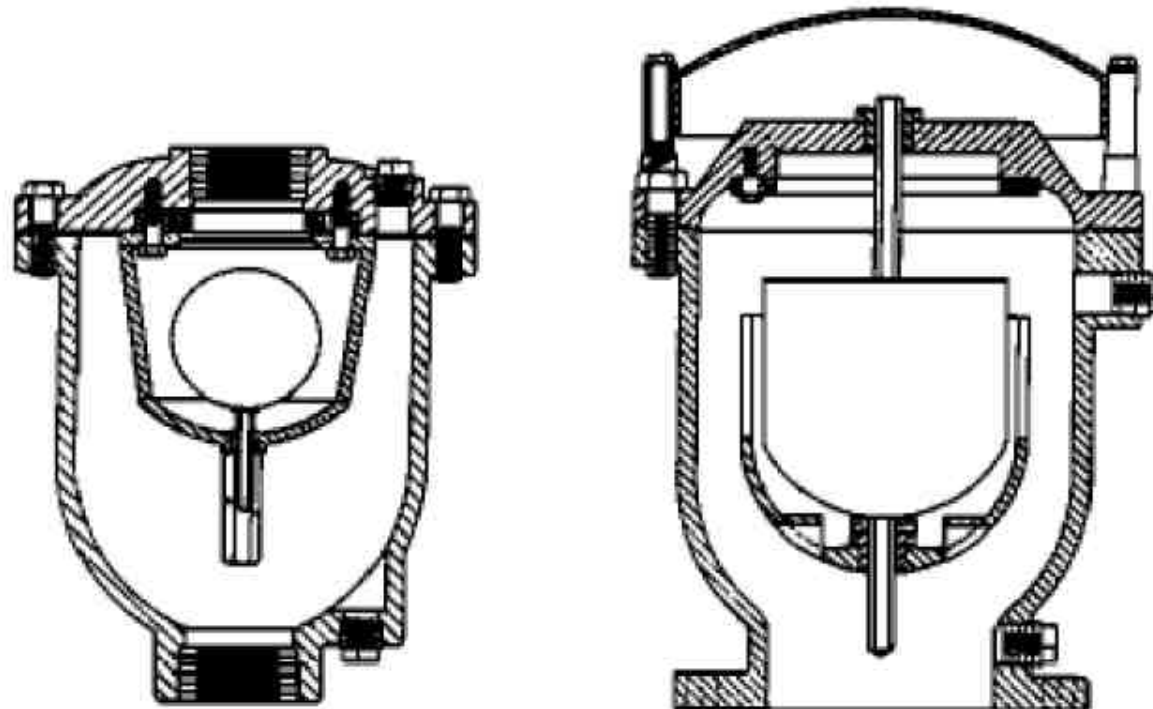
Las ventosas se pueden clasificar en función de la cantidad de aire circulante:

- 1) Ventosas de pequeño orificio o purgadores → Tienen un orificio de salida de aire de pequeño diámetro ($< 12 \text{ mm}$) y su misión es evacuar las pequeñas burbujas que se liberan durante el funcionamiento normal de las tuberías, por tanto, evacúan pequeñas cantidades de aire a la presión de funcionamiento de la instalación. Aunque este tipo también permite la entrada del aire del exterior, lo hace en tan pequeñas cantidades que este efecto es despreciable.



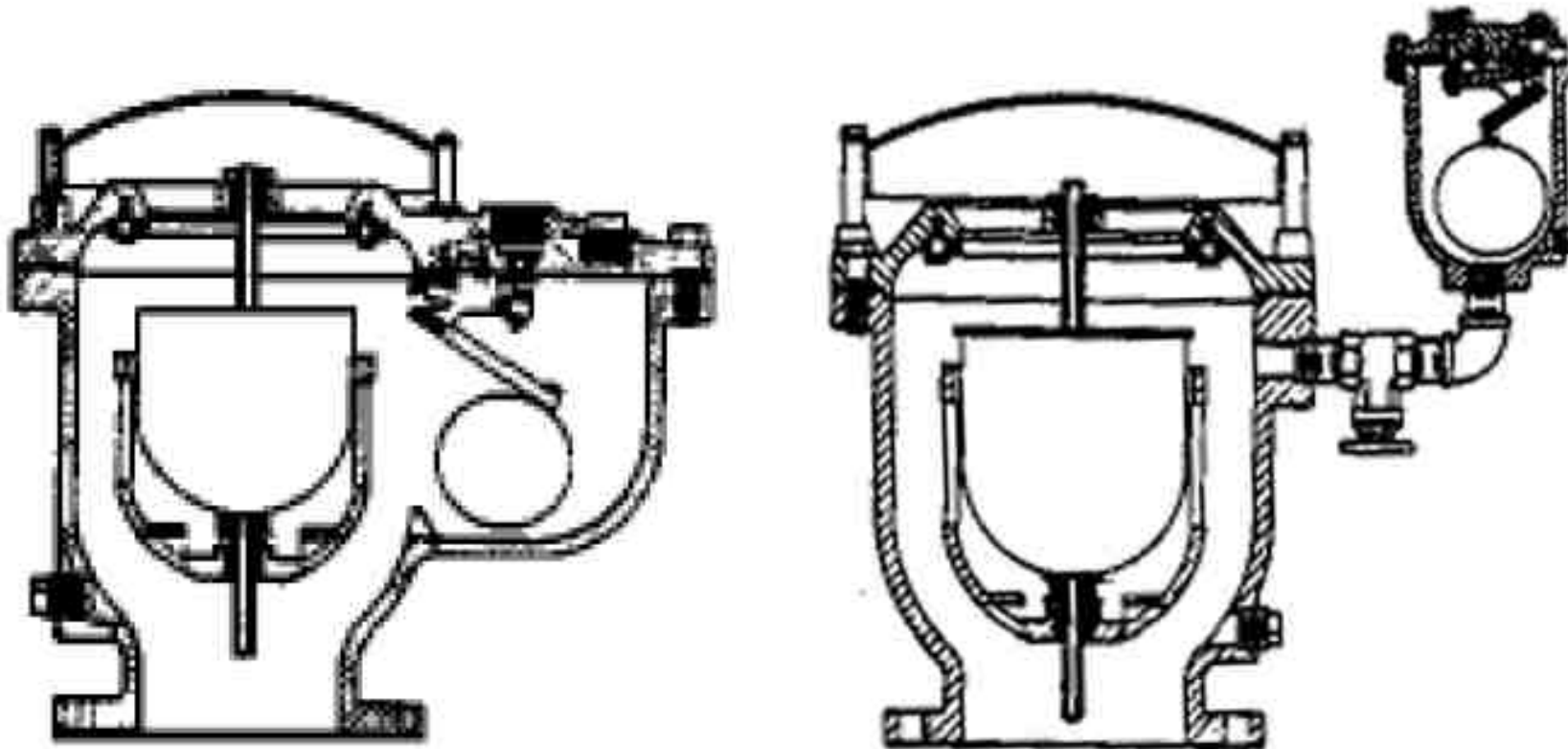


- 2) Ventosas de gran orificio → Estas tienen un orificio de grandes dimensiones (de 25 a 400 mm) de diámetro, de manera que permiten la salida de grandes cantidades de aire, cuando la instalación se llena y asimismo la entrada de grandes cantidades de aire, cuando las tuberías se vacían (voluntaria o accidentalmente debido a rotura de las mismas). Por tanto, estas ventosas se utilizan para el llenado y el vaciado de las conducciones.





- 3) Ventosas de doble función → Son una combinación de las dos anteriores de manera que unen, en un solo cuerpo o en dos cuerpos separados, las funciones descritas para los dos tipos anteriores.



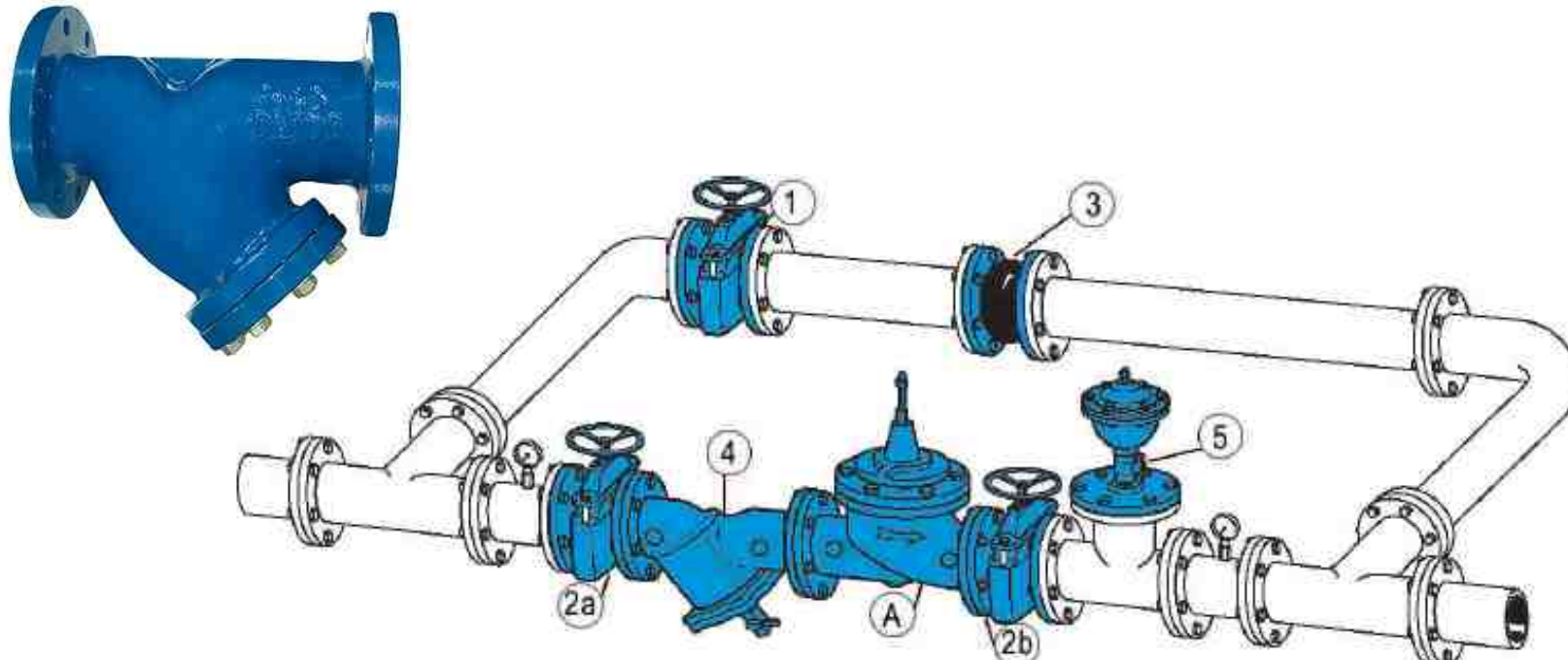


5. OTROS ELEMENTOS

Filtros cazapiedras

Los filtros cazapiedras evitan el paso de sedimentos.

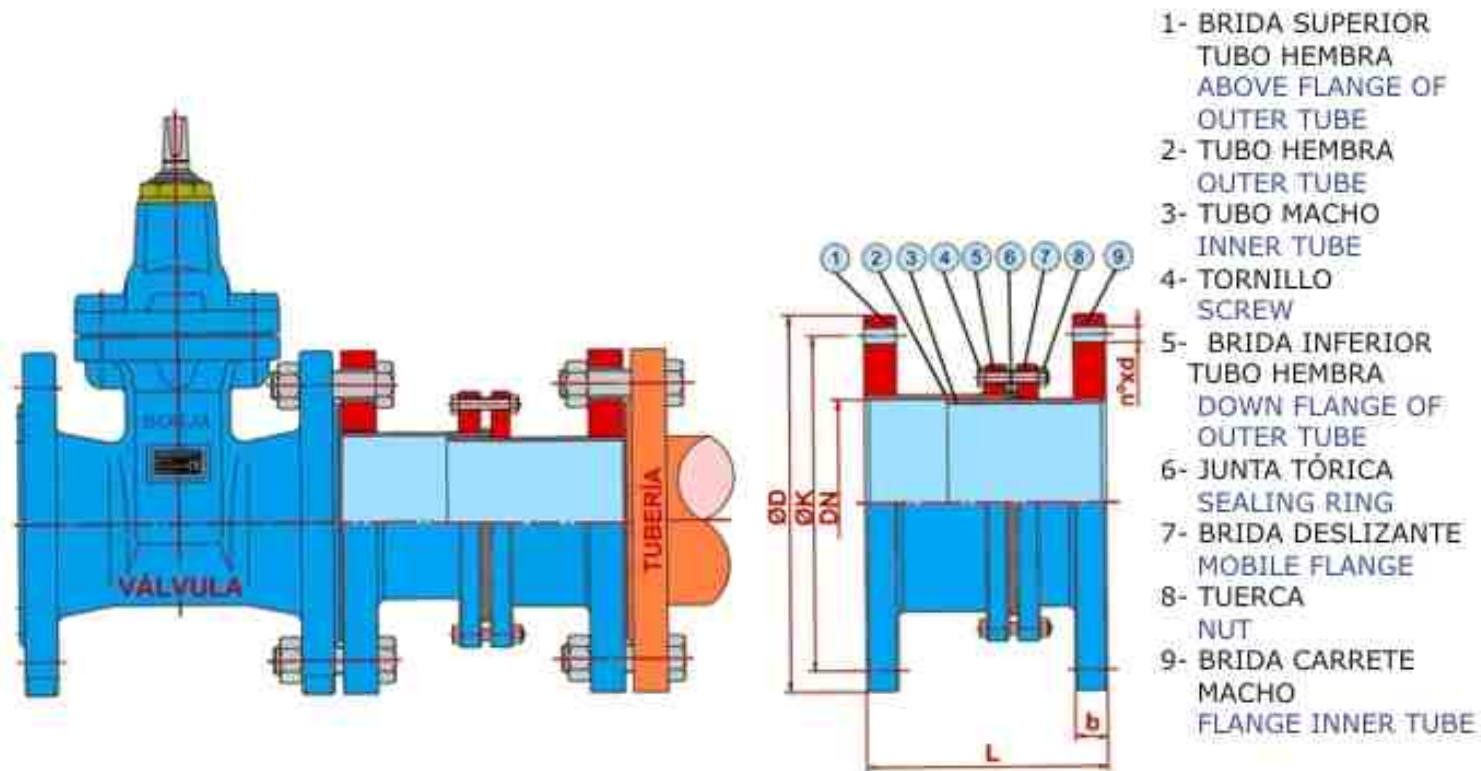
Retienen los sólidos que, al pasar a través del filtro, ven como la velocidad de sedimentación (gravedad) supera a la del flujo, quedando retenidos.





Carretes de desmontaje

Dos cuerpos tubulares que deslizan uno dentro del otro y que permiten ajustes finales, desmontajes, etc. La impermeabilidad se consigue mediante un anillo de elastómero.





EJEMPLO

CARRETE DE DESMONTAJE

Canalización PE (Gandía, Valencia)





7. BIBLIOGRAFÍA

CEH – CEDEX. *Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión*. 6ª ed. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2009. 442 p. ISBN: 9788477904922

HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3

LIRIA MONTAÑÉS, J. *Proyecto de distribución de agua en poblaciones*. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 1995. 278 p. Colección Señor nº 1. ISBN: 978-84-380-0081-6

SUAREZ LÓPEZ, J et al. *Manual de conducciones Uralita*. 1ª ed. Madrid: Thomson-paraninfo, 2004. 857 p. ISBN: 842832882X

VICENTE MÉNDEZ, M. *Tuberías a presión en los sistemas de abastecimiento de agua*. Caracas: Publicaciones UCAB, 2007. ISBN: 980-244-106-6



REFERENCIA DE IMÁGENES

DIAPOSITIVA PORTADA

[Imagen tomada de] *Hermanos Casas. Instalaciones hidráulicas* [en línea]. Disponible en: <<http://hermanoscasas.es/wp-content/uploads/2007/03/distribucion-valvulas.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPOSITIVA página 4

“Ejemplo red ramificada” [Imagen tomada de] “Redes de distribución en abastecimiento de agua potable” [*Blog sobre*] *Empresas construcción* [en línea] 26 de marzo de 2014. Disponible en: <<http://www.empresasconstruccion.es/wp-content/uploads/2014/03/Red-ramificada-Copiar.jpg>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]

DIAPOSITIVA página 5

“Esquema de una red ramificada con un punto de alimentación” [Imagen tomada de] PÉREZ GARCÍA, R. “Dimensionado óptimo de redes de distribución de agua ramificadas considerando los elementos de regulación”. Director: Fernando Martínez Alzamora [en línea]. Universidad Politécnica de Valencia, Departamento de ingeniería hidráulica y medio ambiente, 1993. Página 3.51. Disponible en: <<http://personales.upv.es/rperez/C3-Fund.pdf>>. [Consulta: 20 de febrero de 2011]

DIAPOSITIVA página 6

[Imagen tomada de] ATANCE, O. “Redes de distribución de agua” [*Blog sobre*] *Ingeniería sanitaria* [en línea] 3 de octubre de 2007. Disponible en: <http://3.bp.blogspot.com/_S_H7CW5QdUk/RwO9bv-zDRI/AAAAAAAAABM/M8g52mZps9Q/s320/ABAS004.gif>. [Consulta: 20 de febrero de 2011]



DIPOSITIVA página 8

“Coeficiente de Hazen-Williams” [Imagen tomada de] “Cálculo de pérdidas de carga en tuberías”. *Miliarium* [en línea] Disponible en: < http://www.miliarium.com/Prontuario/MedioAmbiente/Aguas/PerdidaCarga.asp#Hazen-Williams_%281905%29 >. [Consulta: 12 de julio de 2011]

DIPOSITIVA página 9

“Esquema de una red mallada” [Imagen tomada de] HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 767

DIPOSITIVA página 10

[Imágenes tomadas de] HERNÁNDEZ MUÑOZ, A. *Abastecimiento y distribución de aguas*. 4ª ed. Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2000. 914 p. Colección Señor nº 6. ISBN: 84-380-0165-3. Página 768

DIPOSITIVA página 12

“Pipe net” [Imagen tomada de] “Pipe network analysis”. *Wikipedia, the free encyclopedia* [en línea] 14 de diciembre de 2010. Disponible en: <<http://en.wikipedia.org/wiki/File:PipeNet.jpg>>. [Consulta: 20 de febrero de 2011]

DIPOSITIVA página 13

“Ejemplo red ramificada” [Imagen tomada de] “Redes de distribución en abastecimiento de agua potable” [*Blog sobre*] *Empresas construcción* [en línea] 26 de marzo de 2014. Disponible en: <<http://www.empresasconstruccion.es/wp-content/uploads/2014/03/Red-mallada-Copiar.jpg>>. [Consulta: 12 de julio de 2015]



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



DIPOSITIVA página 14

[Imagen tomada de] “Válvulas hidráulicas”. *Regaber* [en línea]. Disponible en: <<http://www.regaber.com/webregaber/img/infraestructuras/s300%20basica.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIPOSITIVA página 19

“Cuerpo de una válvula de compuerta” [Imagen tomada de] “Diseño de un banco de ensayos para pérdida de carga”. *El rincón del vago* [en línea]. Disponible en: <<http://html.rincondelvago.com/00074990103.png>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIPOSITIVA página 20

“Válvula de compuerta elástica” [Imagen tomada de] “Catálogo de productos”. *Metacol, S.A.* [en línea]. Disponible en: <http://www.co.all.biz/zoom_item.php?oid=2877>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

“Válvula de compuerta con sello de bronce” [Imagen tomada de] “Catálogo de productos”. *Metacol, S.A.* [en línea]. Disponible en: <<http://co.all.biz/img/co/catalog/2875.jpeg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIPOSITIVA página 22

“Válvula de mariposa tipo Lug” [Imagen tomada de] “Válvulas de acero fundido”. *XDV Valve, Co.* [en línea]. Disponible en: <<http://www.emersonvalve.com/Lug-Type-Butterfly-Valve.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]



ABASTECIMIENTO DE AGUAS

Tema 15. Redes de distribución



DIAPPOSITIVA página 23

“Válvula de bola” [Imagen tomada de] “Conceptos básicos de hidráulica y neumática”. *Sapiensman* [en línea]. Disponible en: <<http://www.sapiensman.com/neumatica/images/valvula-de-bola.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

“Válvula de bola con retención basculante” [Imagen tomada de] “Conceptos básicos de hidráulica y neumática”. *Sapiensman* [en línea]. Disponible en: <<http://www.sapiensman.com/neumatica/images/valvula-de-bola.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 25

“Flanged ball valve with mounting pad” [Imagen tomada de] *Zhejiang Poro Valve Manufacturing Co.* [en línea]. Disponible en: <<http://image.made-in-china.com/4f0j00wvsQACNgMpbz/2-Pc-Flanged-Ball-Valve-with-Mounting-Pad.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

“Cross section of a Ball Valve” [Imagen tomada de] *Wermac* [en línea]. Disponible en: <http://www.wermac.org/images/valve_ball_cameron_cs.jpg>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 26

“Válvula de asiento plano” [Imagen tomada de] “Componentes fundamentales en las redes”. *Universidad de Salamanca* [en línea]. Disponible en: <http://aulavirtual.usal.es/aulavirtual/demos/redes/modulos/curso/uni_02/fotos/u2c3s1f6.gif>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]



DIPOSITIVA página 28

[Imagen tomada de] CABRERA MARCET, E. “Contadores de agua”. En: *Evaluación y control de pérdidas en redes urbanas*. Valencia: Instituto Tecnológico del Agua (UPV), 2004. 377 p. Colección Formación. ISBN: 84 609 1473 9. P. 50

DIPOSITIVA página 29

“Válvula de asiento plano” [Imagen tomada de] “Válvulas de control, regulación, protección y operación”. *Universidad del País Vasco* [en línea]. Disponible en:
<<http://www.google.es/url?sa=t&rct=j&q=valvula%20asiento%20plano&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ehu.es%2Finwmooqb%2FInstalaciones%2520Hidraulicas%2FValvulas%2FValvulas-1.ppt&ei=hYQyT-jIM8eyhAfertCBBQ&usg=AFQjCNGgNk8fpBzBgZfPdIhe6u--1tsUtg&cad=rja>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIPOSITIVA página 34

[Imagen tomada de] Catálogo de válvulas reguladoras ERHARD

DIPOSITIVA página 37

“Water bubbles” [Imagen tomada de] *Istockphoto* [en línea]. Disponible en:
<http://i.istockimg.com/file_thumbview_approve/3724699/2/stock-photo-3724699-water-bubbles.jpg>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIPOSITIVA página 38

“Ventosa automática” [Imagen tomada de] “Catálogo de productos”. VAG [en línea]. Disponible en:
<<http://www.vag-armaturen.com/bev-e-02-f3.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]



DIAPPOSITIVA página 39

[Imagen tomada de] “Dispositivos hidráulicos auxiliares”. *Hidráulica y riegos. Ingeniería agroforestal. Universidad de Sevilla* [en línea]. Disponible en: <<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/images/pic033.gif>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

“Esquema de instalación” [Imagen tomada de] “Dispositivos hidráulicos auxiliares”. *Hidráulica y riegos. Ingeniería agroforestal. Universidad de Sevilla* [en línea]. Disponible en: <<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/images/pic034.gif>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 40

“Funcionamiento de una ventosa” [Imagen tomada de] “Dispositivos hidráulicos auxiliares”. *Hidráulica y riegos. Ingeniería agroforestal. Universidad de Sevilla* [en línea]. Disponible en: <<http://ocwus.us.es/ingenieria-agroforestal/hidraulica-y-riegos/temario/Tema%206.%20Elementos%20auxiliares/images/pic035.gif>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 41

” [Imágenes tomadas de] SERRANO RODRÍGUEZ, J. *Ventosas* [en línea]. Disponible en: <http://www.construmatica.com/archivos/28051/documentacion_tecnica/04_valvulas_y_control/05_ventosas.pdf>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 42

” [Imágenes tomadas de] SERRANO RODRÍGUEZ, J. *Ventosas* [en línea]. Disponible en: <http://www.construmatica.com/archivos/28051/documentacion_tecnica/04_valvulas_y_control/05_ventosas.pdf>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]



DIAPPOSITIVA página 43

” [Imágenes tomadas de] SERRANO RODRÍGUEZ, J. *Ventosas* [en línea]. Disponible en: <http://www.construmatica.com/archivos/28051/documentacion_tecnica/04_valvulas_y_control/05_ventosas.pdf>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 44

[Imagen tomada de] Catálogo de válvulas reguladoras ROSS

DIAPPOSITIVA página 45

“Carrete de desmontaje” [Imagen tomada de] “Catálogo de productos”. *BORJA* [en línea]. Disponible en: <<http://www.bombasborja.com/piezas/f80dg.jpg>>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 46

[Imagen tomada de] “Canalización tubería PE”. *Industrial Saniblau, S.L.* [en línea]. Disponible en: <http://www.saniblau.com/img_trabajos/grandes/43.jpg>. [Consulta: 8 de febrero de 2012]

DIAPPOSITIVA página 47 y sucesivas

[Imagen tomada de] “Lunes de Mitos: Debes beber al menos 8 vasos de agua al día” [Blog de] *Francesc Josep* [en línea]. 5 de octubre de 2009. Disponible en: <http://www.francescJosep.net/wp-content/uploads/2009/10/vaso_agua_herbalife1.jpg>. [Consulta: 1 de julio de 2011]