

# **NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE**

**NDI-PM-DA-016/V2.0**

**CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE VALVULAS**



**EMCALI**

<b>Código</b>	<b>NDI-PM-DA-016</b>
<b>Estado</b>	<b>VIGENTE</b>
<b>Versión</b>	<b>2.0 – 19/12/2022</b>
<b>Fuente</b>	<b>GUENAA – EMCALI EICE ESP - DISEÑO</b>
<b>Tipo de Documento</b>	<b>NORMA TECNICA DE INSUMO, MATERIALES Y PRODUCTOS</b>
<b>Tema</b>	<b>DISTRIBUCIÓN DE AGUA POTABLE</b>
<b>Comité</b>	<b>TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</b>

<b>Título</b>	<b>CRITERIOS PARA SELECCIÓN DE VALVULAS</b>
---------------	---

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
1. PROLOGO	4
2. OBJETO	5
3. ALCANCE	5
4. DEFINICIONES	5
5. REFERENCIAS NORMATIVAS	6
6. REQUISITOS	9
6.1 Generalidades	9
6.2 MATERIALES	10
6.2.1 Material del Cuerpo	10
6.2.2 Materiales para Ejes	11
6.2.3 Elastómeros	11
6.3 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN	12
6.4 USOS Y REQUISITOS DE LAS VÁLVULAS	12
6.4.1 En Estaciones de Bombeo	12
6.4.2 En Tratamiento de Agua	14
6.4.3 En Tuberías de Considerable Longitud	15
6.4.4 En Sistemas de Distribución	16
6.4.5 En Estaciones de Aguas Servidas	17
6.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS MARIPOSA	18
6.6 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE COMPUERTA	19
6.7 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE VENTOSA	20
6.7.1 Remoción Hidráulica del Aire en Tuberías	21
6.7.2 Condición de Llenado de la Tubería	22
6.8 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE RETENCIÓN	22
6.9 SELECCIÓN VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN	23
6.10 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE PURGA	23
6.11 VERIFICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO	24
6.11.1 Índice de Cavitación	24
6.11.2 Curvas Características	24
6.11.3 Pérdida de Carga	25
6.11.4 Transientes Hidráulicos	25
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

## **1. PROLOGO**

La Unidad Estratégica de los Negocios de Acueducto y Alcantarillado - UENAA ha establecido el Área Funcional Sistema de Normas y Especificaciones Técnicas para gestionar el desarrollo y la actualización de las normas y especificaciones técnicas a ser utilizadas por el personal de EMCALI EICE ESP, contratistas, consultores, usuarios y otras partes interesadas. La misión principal del área, consiste en la normalización de los procesos, productos y servicios, para estar acorde con el estado del arte tecnológico y las exigencias gubernamentales, en beneficio de los diferentes sectores que participan en el desarrollo de la infraestructura del entorno y de la comunidad en general.

La versión final de esta Norma Técnica fue revisada y aprobada a través de los Comités Técnico y de Aprobación y ordenada su Publicación y Cumplimiento conforme a la resolución de Gerencia General de EMCALI EICE ESP No. GG-001255 del 12 de Julio de 2011.

## **2. OBJETO**

Definir los criterios para la selección de las válvulas que se requieren en la operación y mantenimiento de los sistemas de acueducto y alcantarillado.

## **3. ALCANCE**

Especificar las características técnicas que deben tenerse en cuenta para seleccionar una válvula, dependiendo de la aplicación específica y condiciones del medio donde se instalan en el área de acueducto y alcantarillado de EMCALI EICE ESP.

## **4. DEFINICIONES**

### **4.1. BYPASS**

Es una tubería generalmente de menor diámetro, que une dos redes que se entrecruzan entre sí. Permite incrementar caudales, mantener presiones en los sectores y facilita la operación de cierre o interrupción del servicio en determinadas zonas disminuyendo el impacto por corte del servicio.

### **4.2. CAVITACIÓN**

Es un efecto hidrodinámico que consiste en la vaporización repentina y condensación súbita en el flujo turbulento. Normalmente se percibe un ruido característico debido a las explosiones virtuales o aplastamiento de las partículas de fluido. Las burbujas formadas en este proceso viajan a zonas de mayor presión e implosionan produciendo una estela de gas y un arranque de metal de la superficie en la que origina este fenómeno.

### **4.3. VÁLVULA DE CORTE (compuerta y/o mariposa)**

Son dispositivos que permiten interrumpir el paso del flujo en las tuberías de distribución. Puede utilizarse en cualquier posición dado el diseño de desplazamiento de la cuña sobre guías con ajuste estrecho. Garantiza un sello hermético de larga duración en operaciones altamente repetitivas.

### **4.4. VÁLVULAS DE GUARDA**

Dispositivo mecánico que opera abierto o cerrado, y funciona como un sistema auxiliar de protección para diferentes accesorios instalados en la red distribución.

### **4.5. VÁLVULA DE GLOBO**

Es una válvula cuya conformación del cuerpo y el recorrido del agua dentro de ella, le permite soportar esfuerzos, fenómenos de cavitación en condiciones de operación dinámica y bajo curvas de calibración, permite fijar un caudal dependiente de la apertura; normalmente su recorrido es corto. Está diseñada para controlar flujo.

### **4.6. VÁLVULA DE PURGA**

Dispositivo mecánico empleado para descargar el agua de una conducción durante una operación de drenaje, tanto en la distribución primaria como secundaria.

Están localizadas en los puntos bajos del recorrido de las tuberías, donde se acumulan sedimentos, que reducen e impiden el paso de agua.

#### **4.7. VÁLVULA DE RETENCIÓN**

Evitan el contra flujo en una línea, reaccionando rápida y automáticamente en este cambio. La presión del fluido mantiene abierta la válvula y cualquier retroceso del mismo la cierra.

#### **4.8. VÁLVULA DE SECCIONAMIENTO**

Accesorio que se utiliza para seccionar tramos de tubería en labores de mantenimiento, modificación, expansión y control de la red de distribución. Este tipo de válvulas no se pueden utilizar para sistemas de regulación, por lo tanto, su condición de operación es totalmente cerrada o abierta.

#### **4.9. VÁLVULA DE VENTOSA**

Es el accesorio que permite expulsar grandes cantidades de aire de las redes durante el llenado y admitir grandes caudales de aire durante el vaciado, de igual forma tiene la capacidad de expulsar pequeñas burbujas que se presentan en la tubería cuando la red está en funcionamiento. Están instaladas en cada pico o punto alto topográfico de la red, en tramos de red muy extensos, en los extremos de las válvulas de redes matrices, cambios bruscos pendientes y serán instaladas de acuerdo a las características del diseño.

#### **4.10. VALVULA RAMAL DEL HIDRANTE**

Dispositivo mecánico cuya función principal es impedir o permitir el paso completo de flujo, controlando caudal y presión para la adecuada operación del hidrante. Al finalizar la operación debe permanecer cerrada.

#### **4.11. VALVULA REDUCTORA DE PRESIÓN**

Es el componente hidráulico principal de la estación reductora de presión. Es la válvula que reduce una presión alta de entrada, a una presión de salida menor y constante, cualquiera que sea la variación en el caudal y en la presión de entrada. El accionamiento es hidráulico y es controlada mediante una válvula auxiliar (piloto).

### **5. REFERENCIAS NORMATIVAS**

Para las siguientes referencias normativas aplica su versión vigente o reglamentación que las modifique, sustituya o adicione.

#### **5.1 MINISTERIO DE VIVIENDA CIUDAD Y TERRITORIO – MVCT**

- La Resolución 799 de 2021, por la cual se modifica el Reglamento Técnico de Agua y Saneamiento (RAS) - Resolución 0330 de 2017 expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio “Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009”. Versión vigente y sus posteriores actualizaciones.
- Resolución 0501 de 4 de agosto de 2017, expedida por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. REGLAMENTO TÉCNICO DE TUBERÍAS Y ACCESORIOS “Por la cual se expiden los requisitos técnicos relacionados con composición química e información, que deben cumplir los tubos, ductos y accesorios de acueducto y alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias, que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado, así como las instalaciones hidrosanitarias al interior de las viviendas y se derogan las Resoluciones 1166 de 2006 y 1127 de 2007”.

## **5.2 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS**

- Standard Classification System for Rubber Products in Automotive Applications. Philadelphia: ASTM (ASTM D2000).
- Standard Specification for Composition Bronze or Ounce Metal Castings. Philadelphia: ASTM (ASTM B62).
- Standard Specification for Copper and Copper Alloy Forging Rod, Bar, and Shapes. Philadelphia: ASTM (ASTM B124).
- Standard Specification for Ductile Iron Castings. Philadelphia: ASTM (ASTM A536).
- Standard Specification for Free-Cutting Brass Rod, Bar and Shapes for Use in Screw Machines. Philadelphia: ASTM (ASTM B16).
- Standard Specification for Stainless Steel Bars and Shapes. Philadelphia: ASTM (ASTM A276).
- Standard Test Methods for Rubber Property—Adhesion to Rigid Substrates. Philadelphia: ASTM (ASTM D429).
- Standard Specification for Gray Iron Castings. ASTM (ASTM A126 B).

## **5.3 AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION**

- Air-Release, Air/Vacuum, and Combination Air Valves for Waterworks Service. Denver: AWWA (AWWA C512).
- Double Check Valve Backflow Prevention Assembly. Denver: AWWA (AWWA C510).
- Metal-Seated Gate Valves for Water Supply Service. Denver: AWWA (AWWA C500).
- Protective Interior Coatings for Valves and Hydrants. Denver: AWWA (AWWA C550).
- Reduced-Wall, Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service. Denver: AWWA (AWWA C515).
- Resilient-Seated Gate Valves for Water Supply Service. Denver: AWWA (AWWA C509).
- Steel Pipe Flanges for Waterworks Service—Sizes 4 In. Through 144 In. (100 mm Through 3,600 mm). Denver: AWWA (AWWA C207).
- Swing-Check Valves for Waterworks Service, 2-In. Through 24-In. (50-mm Through 600-mm) NPS. Denver: AWWA (AWWA C508).
- Gray Iron Globe & Angle Valves Flanged and Threaded Ends. MSS SP-85

## **5.4 BRITISH VALVE MANUFACTURERS ASSOCIATION**

- Valves for the control of fluids CRANE. Flujo de fluidos en válvulas, accesorios y tuberías. México: Mc Graw Hill, 1992 DVIR, Yochanan. Flow control devices. Habashan, Israel: Control Appliance Books.

- Steel globe and globe stop and check valves flanged and butt-welding ends BSI BS 1873

#### **5.5 DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG**

- Rubber - Tolerances for products - Part 1: Dimensional tolerances. Berlín: DIN. (DIN 3302)
- Technical Conditions of Delivery for Valves; Valves for Potable Water Service, Requirements and Testing. Berlín: DIN (DIN 3230).

#### **5.6 INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**

- Ductile iron pipes, fittings, accessories and their joints for water applications. Ginebra: ISO (ISO 2531).
- General purpose industrial valves; Marking. Ginebra: ISO (ISO 5208).
- Metal valves for use in flanged pipe systems; Face-to-face and center-to-face dimensions. Ginebra: ISO (ISO 5752).
- Predominantly key-operated cast iron gate valves for underground use. Ginebra: ISO (ISO 7259)
- Metallic flanges — Part 2: Cast iron Flanges ISO (ISO 7005-2)

#### **5.7 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.**

- Ingeniería civil y arquitectura. Concretos. Especificaciones para el uso de microsilica como adición en mortero y concreto de cemento hidráulico. Bogotá: ICONTEC (NTC 4637)
- Sellos elastoméricos (empaques) para unión de tubos plásticos. Bogotá: ICONTEC (NTC 2536).
- Válvulas de compuerta con asiento elástico para suministro de agua. Bogotá: ICONTEC (NTC 2097).
- Válvulas de compuerta con asiento metálico para servicio en acueductos. Bogotá: ICONTEC (NTC 1279).
- Válvulas de compuerta de hierro fundido, operadas predominantemente con llave, para uso subterráneo. Bogotá: ICONTEC (NTC 4765).
- Bridas Metálicas parte 2 Hierro fundido ICONTEC (NTC 4767).

#### **5.8 EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI EMCALI EICE ESP**

- Suministro e instalación de estaciones reductoras de presión, puesta en funcionamiento y calibración. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-DA-007).
- Válvulas de mariposa con sello elástico. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-DA-027).

#### **5.9 AMERICAN NATIONAL STANDAR**

- Face-to Face and End – to – End Dimensions of Ferrous Valve (ANSI B16.10)
- Cast Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings (ANSI B16.1)
- Ductil Iron Pipe Flanges and Flanged Fittings (ANSI B16.42)

## **6. REQUISITOS**

### **6.1 Generalidades**

Las válvulas deben cumplir con las normas nacionales e internacionales de calidad y dichos documentos de soporte deben ser entregados a EMCALI EICE ESP para su verificación. Adicionalmente el proveedor debe tener un respaldo comercial y servicios de posventa.

Las soluciones técnicas están determinadas por la aplicación y las condiciones limitantes, como son las condiciones del flujo y los factores económicos.

Deben tenerse en cuenta cuidadosamente las aplicaciones, usos y requisitos de las válvulas en cada caso.

Además de la selección del material, es necesario tener en cuenta la interacción del medio de operación, el sistema de sellado, los movimientos, las propiedades del material y las condiciones operacionales.

Es muy importante para EMCALI EICE ESP definir la totalidad de las características de la válvula requerida, incluyendo materiales, detalles constructivos, aplicación, condiciones de trabajo y ambientales.

Los requisitos generales para válvulas son los siguientes:

- Cumplimiento de las aplicaciones
- Resistencia adecuada contra
  - Cargas de presión estática y dinámica
  - Fuerzas en las tuberías
- Operación
  - Con presión nominal y diferencial de presión máximas
  - Resistencia adecuada de las partes de conducción
  - Sin rotura en caso de falla en la operación
- Estanqueidad
  - En las conexiones
  - Hacia el exterior
- Prolongada protección contra la corrosión
- Prevención de incrustaciones

- Adecuado comportamiento hidráulico
- Aceptable higiénicamente
- Fácil ensamble y desensamble

Los requisitos solo pueden cumplirse por un rango de precondiciones individuales, donde los más importantes son los materiales y la protección superficial.

## **6.2 MATERIALES**

Los requisitos de los materiales a utilizar dependen de varios factores, entre ellos la temperatura, el rango de trabajo, el fluido y las características de la tubería, los cuales deben cumplir las especificaciones del fabricante homologadas por EMCALI EICE ESP.

Las condiciones de la temperatura del fluido son las que presentan menos variaciones, debido a que la temperatura se considera como baja (menor a 40°C) y el fluido cambia entre agua sin tratar, agua tratada y aguas servidas, siendo estas últimas las que más contribuyen al desgaste por las partículas de sólidos que contienen y por su acción corrosiva.

La durabilidad de la válvula depende del diseño, de los materiales usados, del tipo de aplicación para la cual fue seleccionada, de su instalación, uso y de su correcta operación y mantenimiento.

Para aplicaciones subterráneas debe tenerse en cuenta la adecuada adaptación a las condiciones del medio, presión, temperatura, esfuerzos mecánicos e influencia ambiental, siguiendo las recomendaciones del fabricante, que para esta condición de uso, tenga considerado en sus especificaciones homologadas por EMCALI EICE ESP. Adicionalmente, todos los materiales deben cumplir con la condición de no afectar las condiciones de salubridad.

Los materiales para construcción de las válvulas en hierro dúctil deben ajustarse a la norma de fabricación AWWA C515 o C509 y a la norma NTC 2097. Para las pruebas hidrostáticas ajustarse a la norma AWWA C509, adherencia de elastómero al obturador la norma AWWA C515 y recubrimiento de pintura epóxica horneada aplicada electrostática al interior y al exterior según AWWA C550.

### **6.2.1 Material del Cuerpo**

El cuerpo debe ser de un material tal que cumpla con los propósitos de la válvula, con adecuada resistencia, condición que debe cumplir con las Normas Técnicas Colombianas (NTC), o las normas técnicas internacionales de la AWWA, DIN, ASTM. Deben utilizarse materiales como el hierro dúctil, o aleaciones de cobre. Es necesario verificar las propiedades como la resistencia a la tensión, límite elástico y deformación en el punto de rotura. El cuerpo debe ser fundido en una sola pieza para las válvulas de compuerta, mariposa y cheque; por funcionalidad y características constructivas.

Para tamaños de hasta 2 pulgadas puede utilizarse válvulas en acero inoxidable; también es aplicable el acero inoxidable en las válvulas utilizadas como conexión para salidas destinadas para instrumentos de medición como manómetros, pitómetros.

El material del cuerpo se debe seleccionar, a partir de establecer la presión de la línea y las sobre presiones que puedan suceder.

Para la red de distribución se debe utilizar válvulas en hierro dúctil.

### **6.2.2 Materiales para Ejes**

Deben utilizarse materiales altamente resistentes a la corrosión, aptos para la operación y que permitan buen acabado superficial.

Los vástagos de accionamiento de válvulas de compuerta deben ser en acero inoxidable. Los vástagos y los bujes de los ejes, en general, con materiales de diferente dureza entre sí y con propiedades antifricción.

### **6.2.3 Elastómeros**

Sus propiedades dependen de los aditivos y diferentes procesos de fabricación. Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos técnicos para el uso correcto del material:

- Propiedades visco elásticas para asegurar el correcto comportamiento a la deformación y tensión.
- Límites de fatiga
- Propiedades al envejecimiento y la fatiga

El proveedor debe presentar copia de certificación de los ensayos de los elastómeros, incluyendo:

- Esfuerzo a determinada deformación
- Dureza shore
- Deformación residual después de alivio de tensiones
- Resistencia a la tensión
- Deformación en el punto de rotura
- Abrasión
- Fatiga
- Resistencia a rasgado
- Envejecimiento y corrosión
- Hinchamiento (Swelling)

El caucho para uso en válvulas debe ser de los siguientes tipos:

- Acrilo nitrilo butadieno (Perbunan) o NBR
- Etileno propileno dieno, EPDM que es muy resistente al envejecimiento, a la intemperie y al ozono.
- Vitón, de muy buen comportamiento para aguas residuales.

Las condiciones de almacenamiento de los repuestos de elastómero deben quedar claramente establecidas por el proveedor, incluyendo aquellas de temperatura, humedad, luz, y especialmente la de rotación o el uso, limitado por el envejecimiento del material con el tiempo, que le da características de perecedero. Esto hace primordial despachar en primera instancia los componentes que han permanecido

en el almacén durante mayor tiempo; el almacén no debe tener en inventario una cantidad mayor a la que se calcula utilizar dentro del tiempo estimado de vida útil del elastómero.

### **6.3 RESISTENCIA A LA CORROSIÓN**

Debe proveerse protección interna y externa del cuerpo de la válvula contra la acción del agua y la tierra, condición que debe cumplir el fabricante y que están consideradas en sus especificaciones homologadas por EMCALI EIC ESP.

Para obtener un funcionamiento seguro por largo tiempo, es necesario que las superficies interna y externa proporcionen:

- Resistencia al medio y al ambiente de trabajo
- Propiedades de resistencia del recubrimiento, como adherencia, resistencia mecánica, resistencia a impacto
- Buena compatibilidad con los materiales de fabricación
- Alta resistencia a la erosión y cavitación
- Aceptabilidad higiénica, de acuerdo con requisitos legales para consumo humano (no debe contener sustancias que afecten la salud)
- Larga duración, es decir que su vida útil corresponda con la vida de diseño del sistema
- Bajo coeficiente de fricción, para el recubrimiento de la superficie interna
- Facilidad de reparación de daños menores
- El proceso de recubrimiento no debe modificar las propiedades del material que protege

El recubrimiento del cuerpo de las válvulas debe ser tal que no afecte la calidad del agua, y garantice una protección adecuada contra el efecto corrosivo del agua y del medio externo. Consideración que debe cumplir el fabricante y que están consideradas en sus especificaciones homologadas por EMCALI EICE ESP.

El proveedor debe suministrar la siguiente información sobre el recubrimiento de la válvula:

- Esquema de pintura, que incluye el acondicionamiento superficial, aplicación del primer o base y aplicación del recubrimiento o pintura propiamente dicha.
- Ficha técnica de productos utilizados.
- Además de lo establecido en esta norma se debe cumplir lo establecido en la norma AWWA C550.

### **6.4 USOS Y REQUISITOS DE LAS VÁLVULAS**

#### **6.4.1 En Estaciones de Bombeo**

Debe tenerse en cuenta la aplicación específica de las válvulas, como son:

- Aislamiento de sectores de la estación

- Mantener las presiones y caudal de bombeo
- Evitar el retorno o contra flujo
- Llenar o desocupar secciones de la estación
- Aireación y ventilación

Los requisitos se determinan principalmente por las características de arranque, operación y descarga de las bombas. Fallas en la entrada del flujo pueden causar oscilación y cavitación después de apagar las bombas, causando golpes de ariete en las válvulas anti retorno.

Los requisitos son:

- En el lado de entrada:
  - Flujo sin restricciones
  - Baja pérdida de presión
- En el lado de presión:
  - Adaptabilidad para flujos de hasta 6 m/s
  - Adecuada resistencia del asiento a la corrosión y cavitación
  - Uniones resistentes a la vibración
  - Alta frecuencia de arranques
  - Posibilidad de operación automática
  - Funcional en todas las posiciones,
  - Facilidad de mantenimiento
- Las válvulas a utilizar, se deben seleccionar de entre los siguientes tipos:
  - Compuerta deslizante
  - Mariposa
  - De bola
  - Reguladoras de flujo (válvula de control)
  - Válvula de cheque o anti-retorno
  - Reductoras de presión
  - De seguridad, empleada para evacuar el caudal de fluido necesario, de tal forma que no se sobrepase la presión máxima de servicio del elemento protegido.

- Ventosas
- Válvulas anticipadoras de golpe de ariete

#### **6.4.2 En Tratamiento de Agua**

Las funciones de las válvulas son:

- Bloquear secciones de la planta
- Regular el flujo de entrada y/o de salida
- Regular el lavado y formación de bolsas de aire
- Prevenir el retorno

Los requisitos se determinan por las tuberías en espacios limitados, problemas de corrosión y automatización de la operación. Los requisitos son:

- Posibilidad de instalación en el espacio disponible
- Practicidad en el funcionamiento
- Cualquier posición de montaje
- Operación automática
- Alta frecuencia de operación
- Resistencia al agua ozonizada
- Montaje sencillo
- Facilidad de mantenimiento, sobre todo en las condiciones de lubricación, de ahí la importancia de utilizar en lo posible materiales resistentes al desgaste ocasionado por la fricción.

Se debe usar los siguientes tipos de válvula:

- Compuerta
- Mariposa
- De bola
- De cheque o anti-retorno
- Anticipadora de golpe de aríete
- Ventosas

### **6.4.3 En Tuberías de Considerable Longitud**

Se deben usar para:

- Aislar sectores de tubería y secciones de plantas
- Regular el flujo a los tanques (depósitos)
- Regular la presión de suministro a las redes locales
- Limitar daños en casos de roturas de la tubería
- Llenado y drenaje de la tubería
- Ventilación y aireación

Deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Alta seguridad de operación
- Adecuada para flujos considerables
- Baja pérdida de presión o bajo coeficiente de pérdida de carga
- Resistencia del asiento a la erosión y cavitación
- Conexiones y actuadores resistentes a la vibración
- Resistente a los altos esfuerzos y torques hidráulicos que deben soportar los órganos de cierre, ejes, rodamientos, guías y mandos
- Soporte o guías para poder ser empotrada
- Minimizar la cavitación, logrando que la implosión de burbujas se produzca en una zona alejada de los materiales de la válvula y del tubo.

Se deben usar las siguientes válvulas:

- Mariposa
- De bola
- Reguladora de flujo
- Reductoras de presión
- Ventosas

#### **6.4.4 En Sistemas de Distribución**

Se deben utilizar con el fin de:

- Control operacional (aislar sectores, lavado)
- Monitorear mediciones (aislamiento de sectores para determinar fugas)
- Para labores de mantenimiento y control, aislando y minimizando el área afectada
- Para implementar extensiones o modificaciones en la red
- Para reducir la presión de suministro en diferentes zonas
- Para suministro en casos de incendio

Los requisitos de la válvula se deben determinar por:

- Condiciones de instalación severas (rough) como puede ser la instalación de tuberías en sectores construidos
- Tiempos de no operación: la válvula debe funcionar en condiciones normales después de un prolongado periodo de no operación
- Mantenimiento reducido: El mantenimiento de las válvulas instaladas en la cámara debe minimizarse de acuerdo con la selección adecuada de la válvula.

Los requisitos resultantes para las válvulas son:

- Libre de mantenimiento
- Seguridad operacional
- Resistente a las incrustaciones
- Aceptabilidad en aspectos de higiene
- Posibilidad de conectarse con diferentes tipos de materiales
- Operación automática

Se usan los siguientes tipos de válvulas:

- Compuerta
- Mariposa
- Control hidráulico
- Registro de incorporación para conexiones domiciliarias
- Ventosas

- Purga

#### **6.4.5 En Estaciones de Aguas Servidas**

Se utilizan válvulas para:

- En las piscinas o estanques de sobreflujo de aguas lluvias para controlar el flujo de descarga
- En canales colectores cerrados y abiertos, para conducir el agua hacia el canal principal o planta de tratamiento
- En la entrada de canales principales, para protegerlos de inundaciones
- En las etapas de pre tratamiento, activación y post tratamiento, aislando válvulas para permitir la remoción de lodos y medir la cantidad de aire durante la aireación
- En las dos etapas de activación, para controlar el flujo, para bloquear los canales de entrada y salida y controlar el nivel de agua en la piscina de aguas servidas
- En el manejo de lodos como válvulas de aislamiento para controlar el proceso y como anti retorno en plantas de bombeo de lodos
- En la etapa de purificación mecánica, antes y después de la etapa de filtrado para aislar un canal cuando sea necesario, o para selección entre operación en línea o en paralelo (seleccionar by - pass).

Los requisitos resultantes para las válvulas son:

- No hay suficiente espacio para recolectar el material
- Sellos y sistema de conexión robustos y resistentes al polvo
- Materiales y recubrimientos resistentes al ataque de los gases generados (metano) y a la corrosión y a la acción del agua
- Conexión o instalación directamente en la estructura terminada

Se usan los siguientes tipos de válvulas:

- Cuando se montan en canales o estructuras de concreto (válvulas sin bridas):
  - Compuertas deslizantes para tubos u orificios profundos (Penstocks)
  - Compuertas reguladoras de nivel
  - Válvulas reguladoras de nivel
- Cuando se montan en sistemas de impulsión:
  - Compuerta con cierre suave
  - Compuerta de cuchilla, debido a la presencia de sólidos (válvula de guillotina)
  - Válvula de cheque

- Debe utilizarse un sistema de venteo y no válvulas de ventosa, debido a la posibilidad de estas últimas de bloquearse por la acción de los sólidos.
- Para facilitar labores de mantenimiento se utilizan válvulas de guarda

El tamaño de la válvula influye en los diseños de sus bases y de los de la tubería, adicionado por el factor del peso en caso de necesitar un actuador.

Los criterios generales de selección están limitados a las condiciones del diseño, para los casos de:

- Sistemas nuevos, incluyendo la tubería, donde el aspecto más importante es la selección del tamaño de la tubería
- Sistemas en funcionamiento, donde se haya presentado la falla de la válvula; en estos casos, originados por una selección incorrecta, el factor del tamaño ya ha sido establecido y no puede modificarse. La válvula debe seleccionarse nuevamente.

### **6.5 SELECCIÓN DE VÁLVULAS MARIPOSA**

Las válvulas deben cumplir con lo estipulado en la norma EMCALI EICE ESP "NCO-PM-DA-027 Válvulas de mariposa con sello elástico".

La válvula de mariposa se puede utilizar para las siguientes condiciones:

- Donde se requiera fácil accionamiento. Deben instalarse en cámaras para válvulas equipadas con un sistema de accionamiento adecuado, dotado de un mecanismo que evite cierres muy rápidos.
- Donde el espacio disponible sea limitado.
- Donde la cobertura no sea muy amplia.
- Donde se requiera sencilla construcción, alta confiabilidad, poco mantenimiento y elevada estanqueidad.
- Deben analizarse claramente los factores de peso, operación y costo, para compararla con las válvulas de compuerta y seleccionar la mejor opción, para el caso de válvulas menores a 10".

Se debe utilizar como válvula de cierre, y no como válvula de control, para cumplir con las siguientes funciones:

- Seccionamiento de tuberías y derivaciones,
- Aislamiento y by-pass de equipos en estructuras de control,
- Válvula de guarda.
- Válvula de purga

Es una válvula de larga vida y de bajo mantenimiento que produce en posiciones de total apertura, reducción del paso de agua y por consiguiente mayor resistencia al flujo.

Deben implementarse las medidas preventivas para minimizar los efectos perjudiciales que pueden causar la cavitación y las vibraciones.

Para la correcta operación de la válvula debe indicarse al operador su velocidad de accionamiento, o disponer de un actuador manual o eléctrico, potente, de gran recorrido e intercambiables.

Para operaciones manuales deben estar dotadas con placas informativas sobre el tiempo mínimo de cierre para orientación del personal operativo o de mantenimiento; para operaciones con actuadores eléctricos, debe tener un dispositivo para evitar los cierres rápidos.

## **6.6 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE COMPUERTA**

Las válvulas deben cumplir con lo estipulado en las normas descritas en el numeral 5 de la presente norma.

La válvula de compuerta puede utilizarse para las siguientes condiciones:

- Para instalarse en sitios sujetos a operaciones poco frecuentes, debiendo permanecer la mayor parte del tiempo o completamente abierta o completamente cerrada.
- Permiten interrumpir el flujo de agua en un tramo de la red
- Facilitan las operaciones de mantenimiento o extensión de redes
- Permiten la sustitución o reparación de los elementos presentes en la red
- En caso de ruptura o incidente en una tubería el cierre de la válvula de compuerta permite limitar el riesgo de inundación.
- Para proteger hidrantes y otras válvulas instaladas en la red (regulación, ventosas).
- Para ser accionadas con llave tipo "T".
- Como válvula de aislamiento de equipos, tuberías y otras válvulas.
- Como válvula de guarda.
- Como válvula de purga.

Se debe usar para seccionamiento de conducciones, donde la válvula permanece por periodos prolongados con la compuerta en posición completamente cerrada o completamente abierta: no debe utilizarse como válvula de control.

Las válvulas de compuerta con sello elástico (recubrimiento elastomérico) deben utilizarse para casos donde requiera operación frecuente.

Para la correcta operación de la válvula debe indicarse al operador su velocidad de accionamiento o disponer de un actuador.

La válvula debe operarse, por lo menos una vez cada cuatro meses, para conservar su fluidez en el proceso de operación. Tiene la gran ventaja de no presentar resistencia al flujo cuando está en posición de apertura total.

## **6.7 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE VENTOSA**

Las válvulas deben cumplir con lo estipulado y aprobado por EMCALI EICE ESP, teniendo en cuenta la norma técnica AWWA C512.

Las válvulas deben instalarse en los puntos más altos de las secciones de la tubería que se proyectan hacia la línea piezométrica.

Para determinar el tamaño adecuado es necesario tener en cuenta el tipo de válvula: de triple o múltiple, doble cámara o cámara sencilla y recurrir a las curvas de la capacidad de la válvula para cada una de sus funciones:

- Determinar las características de la tubería (pendiente, diámetro, tiempo de vida, material).
- Determinar condiciones de llenado de la tubería: por bombeo o por gravedad
- Determinar las condiciones del terreno y dibujar el esquema de instalación de la tubería donde se muestren las variaciones de altura y longitudes.
- Determinar presión de trabajo, material de la tubería, diámetro de la tubería, caudal o velocidad, accesorios instalados en cada tramo de la línea.

Para calcular la cantidad de aire se debe tener como referencia que un 2% del volumen de agua corresponde a aire disuelto (para condiciones de temperatura de 20°C y 1 atmósfera de presión) que es la cantidad mínima que debe evacuarse a través de una válvula de expulsión de aire o automática.

Son elementos utilizados para expulsar grandes volúmenes de aire de las redes durante el llenado, admitir grandes volúmenes de aire durante el vaciado de tuberías y/o expulsar pequeñas burbujas de aire que se presentan en la tubería mientras la red está operando.

Las válvulas de ventosas deben tener preferiblemente una válvula de compuerta elástica integrada para evitar fraudes o el robo de la válvula de ventosa, disminuir los puntos de fuga, reducir el número de accesorios para su ensamble, facilitar el montaje y las labores de mantenimiento.

Deben ser instaladas en:

- Puntos altos de las tuberías principales (ejemplo: sifones, etc.) y en los puntos de quiebre o cambios bruscos de pendiente o picos.
- Incremento de pendiente descendente.
- Disminución de pendiente ascendente.
- Largos ascensos en intervalos de 400 a 800 metros.
- Largos descensos en intervalos de 400 a 800 metros.
- Tramos horizontales: al inicio y final del tramo. El intervalo entre cada válvula debe entre 400 y 800 metros.
- Aguas arriba de un medidor de caudal (Venturi) instalado sobre una tubería, para eliminar medidas imprecisas causadas por el aire atrapado en la red.

- En la descarga de la bomba de turbina vertical para remover el aire que se encuentra en la columna del pozo en el momento de arrancar la bomba, también permite el ingreso de aire a la línea cuando la bomba se apaga.
- Tuberías expresas o transmisiones en diámetros mayores a 30 pulg. Con base en:
  - a) Un análisis de admisión de aire durante el vaciado de la tubería para mantenimiento o inspección ocular.
  - b) Para expulsión de aire cuando estas líneas forman parte de sistemas de impulsión de bombas.
    - Tramos largos de tuberías principales con incrementos de pendiente
    - Tramos largos de tuberías principales con disminución de pendiente.

Toda ventosa debe poder aislarse de la tubería principal mediante una válvula de corte, además debe estar protegida con una cámara de inspección accesible, con su respectivo drenaje y completamente asegurada.

En casos de sistemas de bombeo, deben instalarse en las descargas entre la bomba y la válvula de retención en aquellos sistemas que así lo requieran. Las válvulas a usar serán automáticas del tipo “escape de aire” cuando se instalen sobre tuberías rígidas, y del tipo “escape y admisión de aire” o doble o triple efecto, cuando se instalen sobre tuberías flexibles. La relación de diámetros entre la derivación a la ventosa y el diámetro de la tubería debe ser:

1 : 12 Para el tipo “escape de aire”

1 : 8 Para el tipo “escape y admisión de aire”

El dimensionamiento del orificio de la ventosa se estudiará en cada caso.

### 6.7.1 Remoción Hidráulica del Aire en Tuberías

La verificación de la remoción hidráulica del aire en tramos descendentes, aguas abajo, debe efectuarse con las siguientes expresiones:

$$V_c = Y \sqrt{gD}$$

con,

$$Y = 3X - 2,1X^2 \quad X = (\text{Sen } \theta)^{1/2}$$

Donde,

g es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

V<sub>c</sub> es la velocidad crítica de remoción del aire

D es el diámetro de la tubería, en metros

θ es el ángulo del tramo descendente, aguas abajo, con respecto a la horizontal.

Para que haya remoción hidráulica de aire es necesario que la velocidad mínima operacional sea igual o superior a la velocidad crítica  $V_c$ .

### 6.7.2 Condición de Llenado de la Tubería

El dimensionamiento de las válvulas de ventosa para la remoción mecánica del aire debe contemplar las condiciones de llenado de la línea, analizando la posibilidad de bloqueo del flujo.

La velocidad de llenado de la tubería no debe ser mayor a 0,3 metros por segundo.

En los puntos donde se ocasione bloqueo, las válvulas de ventosa deben tener un diámetro de

Donde,

$$dv = \frac{D}{12}$$

$D$  es el diámetro de la tubería,

$dv$  es el diámetro de la válvula de ventosa.

El diámetro de la válvula de ventosa no debe ser menor de 2 pulg para red matriz.

### 6.8 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE RETENCIÓN

Las válvulas deben cumplir con lo estipulado en las normas, AWWA C508 y AWWA C510 para hierro dúctil ASTM A536.

Deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- Grado de apertura y pérdidas de presión en operación estacionaria
- Fugas en posición cerrada
- Ruido que se produce durante el cierre
- Velocidad máxima permisible del flujo de retorno
- Golpe de ariete (oscilación máxima permitida de la presión)
- Facilidad de mantenimiento
- Costo

El comportamiento dinámico es decisivo en estos factores y puede tener serios efectos, aunque se pueden reducir con el uso de válvulas con cierre excéntrico con sello elástico.

Se recomienda para casos críticos el uso de amortiguadores del órgano de cierre (disco o chapaleta).

Las válvulas de retención de bola, deben utilizarse en estaciones de aguas residuales, ya que tienen la propiedad de no atascarse con los desechos que pasan a través de las bombas.

### **6.9 SELECCIÓN VÁLVULAS REDUCTORAS DE PRESIÓN**

Se debe tener en cuenta lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP “NDI-SE-DA-007 Suministro e instalación de estaciones reductoras de presión, puesta en funcionamiento y calibración”. El cuerpo de la válvula es en hierro dúctil ASTM A536.

Deben tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Determinar la presión mínima aguas arriba para la operación de la válvula
- Determinar las presiones a la entrada y salida
- Determinar los flujos máximo y mínimo
- Determinar si hay una presión diferencial adecuada para la correcta operación de la válvula
- Determinar si en el sistema hay válvulas de acción rápida
- La velocidad del agua debe ser como máximo de 6 metros por segundo
- El apoyo de la válvula debe hacerse en las bridas y no en la parte inferior del cuerpo
- Destinar el área adecuada alrededor de la válvula para labores de mantenimiento
- El tamaño de la válvula debe seleccionarse de acuerdo con los valores de la presión diferencial y flujo
- El diseño del sistema y de la válvula deben ser tales que la cavitación producida, no tenga efectos perjudiciales en los componentes del sistema (ni en la válvula ni en la tubería).
- Definir los materiales en función de la presión diferencial y del flujo
- Definir la disposición de las válvulas de acuerdo con las variaciones del flujo
- Se debe poder cambiar el sello de estanqueidad, y realizar labores de mantenimiento, sin necesidad de retirar la válvula de la línea
- Una válvula sin control debe tener los agujeros roscados en los lados de alta y baja presión para tener la posibilidad de convertirla a controlada.
- Todas las válvulas reductoras de presión deben ir acompañadas de válvulas de cierre que permitan el rápido monte y desmonte confines de mantenimiento y/o cambio.
- Las válvulas reductoras de presión deben estar localizadas en cámaras que permitan un acceso adecuado para las labores de montaje, operación y mantenimiento.

### **6.10 SELECCIÓN DE VÁLVULAS DE PURGA**

Las válvulas de purga deben cumplir con las normas internacionales y nacionales correspondientes.

Deben instalarse válvulas de purga en los puntos bajos de la tubería, con el propósito de descargar una conducción, durante una operación de drenaje. En estos casos debe tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

- La descarga debe permitir la eliminación de toda el agua contenida en la tubería de aducción.

- Se recomienda que el diámetro de la tubería de desagüe este entre 1/3 y 1/4 del diámetro de la tubería principal, con un mínimo de 75 mm (3 pulg.) para tuberías mayores a 100 mm (4 pulg.).
- Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la tubería.
- Cada válvula debe estar protegida con una cámara de inspección accesible con su respectivo drenaje.
- Si la velocidad de salida de la válvula de purga es muy alta, debe colocarse una estructura de disipación de energía.

El dimensionamiento de la descarga debe hacerse teniendo en cuenta los siguientes puntos:

- a) La obtención de una velocidad mínima que sea compatible con la remoción del material sedimentado en su interior, durante por lo menos el primer minuto de descarga.
- b) Que el tiempo máximo para la descarga sea impuesto por las condiciones de operación
- c) El caudal máximo permitido por el sistema de recepción del agua descargada

La cámara debe tener la debida protección para evitar el ingreso de vectores y roedores y una protección contra posibles represamientos en las tuberías receptores.

Nota: Las válvulas de purga no se deben conectar directamente al sistema de alcantarillado.

## **6.11 VERIFICACIÓN Y DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO**

Deben adoptarse para la selección de válvulas, como parámetros de diseño, las condiciones que permitan eliminar los efectos de la cavitación.

### **6.11.1 Índice de Cavitación**

Las válvulas se deben dimensionar libres de cavitación, aunque para casos especiales, EMCALI EICE ESP, puede aceptar cavitación incipiente, bajo justificación, técnica y económica del diseñador.

$$G = \frac{H_j - H_v}{H}$$

Donde,

G es el índice de cavitación

H<sub>j</sub> es la carga aguas abajo de la válvula, en metros

H<sub>v</sub> es la carga del vapor del líquido, en metros

H es la pérdida de carga en la válvula, en metros

### **6.11.2 Curvas Características**

Para los análisis hidráulicos de la operación de una válvula seleccionada, el proveedor debe suministrar la siguiente información:

- Curva de apertura de la válvula, en porcentaje, contra coeficiente de pérdida de la carga, adimensional.

- Curva de apertura de la válvula, en porcentaje, contra la sigma de cavitación adimensional, donde se indiquen claramente las zonas de operación sin cavitación, y con cavitación incipiente y crítica.
- Curva de apertura de la válvula, en porcentaje, contra la sigma de cavitación crítica, adimensional crítica.
- Curva de apertura de la válvula, en porcentaje, contra la sigma de cavitación crítica, adimensional.

### 6.11.3 Pérdida de Carga

La pérdida de carga a través de la válvula es:

$$H = K_s \frac{V^2}{2g}$$

Con

$$K_s = \left( \frac{1}{C_d} \right)^2 - 1$$

Donde,

$K_s$  es el coeficiente de pérdida de carga a través de la válvula

$C_d$  es el coeficiente de descarga de la válvula

$V$  es la velocidad media de la válvula

$g$  es la aceleración de la gravedad (9,81 m/s<sup>2</sup>)

Para los casos de una sola válvula operando en una tubería, que no se consiga producir la caída de presión sin cavitación, deben tenerse en cuenta las siguientes opciones:

- La instalación de dos o más válvulas en paralelo
- La instalación de dos o más válvulas en serie
- La instalación de placas de orificio
- La aplicación de un revestimiento con materiales resistentes a la cavitación

### 6.11.4 Transientes Hidráulicos

Deben especificarse los tiempos de maniobra y los dispositivos de control con el fin de seleccionar la protección que resulte más efectiva con el menor costo.

Deben tenerse en cuenta las siguientes alternativas para controlar las presiones transitorias:

- Instalación de válvulas de cheque
- Instalación de válvulas de control de una o dos velocidades de cierre y apertura

- Instalación de válvulas de alivio
- Instalación de tanques hidroneumáticos
- Instalación de ventosas
- Instalación de tanques de amortiguación unidireccionales
- Instalación de almenaras
- Instalación de volantes de inercia

Los análisis de los transientes deben hacerse par las condiciones normales de operación, así como para las posibles condiciones de emergencia.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Normas de Acueducto y Alcantarillado de la Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, 2006.

Normas de Acueducto y Alcantarillado de Aguas de Cartagena S.A. ESP, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Cartagena, 2005.

Normas de Diseño de Acueducto y Alcantarillado de las Empresas Públicas de Medellín (EPM), 2006.

Normas de Diseño y Construcción de Acueducto y Alcantarillado de Empresas Municipales de Cali, 1999.

Sistema de Normas Técnicas de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá (SISTEC), 2006.