

# **NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE**

**NDI-SE-DA-013/V5.0**

**CRITERIOS DE DISEÑO PARA REDES DE ACUEDUCTO**



**EMCALI**

<b>Código</b>	<b>NDI-SE-DA-013</b>
<b>Estado</b>	<b>VIGENTE</b>
<b>Versión</b>	<b>5.0 – 26/12/2023</b>
<b>Fuente</b>	<b>GUENA – EMCALI EICE ESP - DISEÑO</b>
<b>Tipo de Documento</b>	<b>NORMA TECNICA DE SERVICIO</b>
<b>Tema</b>	<b>DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE</b>
<b>Comité</b>	<b>COMITÉ TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO</b>

<b>Título</b>	<b>CRITERIOS DE DISEÑO PARA REDES DE ACUEDUCTO</b>
---------------	--

## ÍNDICE

	Pág.
<u>1. PROLOGO</u>	<u>6</u>
<u>2. OBJETO</u>	<u>7</u>
<u>3. ALCANCE</u>	<u>7</u>
<u>4. DEFINICION DE TERMINOS</u>	<u>7</u>
<u>5. REFERENCIAS NORMATIVAS</u>	<u>16</u>
<u>6. REQUISITOS</u>	<u>17</u>
6.1 CONDICIONES GENERALES	17
6.1.1 Trámites previos.	19
6.1.2 Consulta de Factibilidad, Viabilidad y/o Disponibilidad de servicios	19
6.2 METODOLOGIA PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACION DE PROYECTOS	20
6.2.1 Informe técnico del proyecto	20
6.2.2 Estudios previos	21
6.2.2.1 Estudios previos a nivel de pre factibilidad	22
6.2.2.2 Estudios previos a nivel de diseño	23
6.2.3 Concepción del proyecto	25
6.2.4 Población y Demanda	25
6.2.5 Densidad de población	26
6.2.6 Área del proyecto	26
6.2.7 Estudios topográficos	26
6.2.8 Condiciones geológicas	27
6.2.9 Trazado de la red de acueducto	27
6.2.10 Delimitación de la zona de presión	28
6.2.11 Sectorización del servicio	29
6.3 PARAMETROS DE DISEÑO	29
6.3.1 Periodo de diseño	29
6.3.2 Dotación	29
6.3.3 Caudal de diseño	29
6.3.4 Pérdidas en la red de acueducto	31
6.3.5 Calidad de agua en la red	31
6.3.6 Presiones en la red de acueducto	31
6.3.7 Diámetro de las redes de acueducto	32
6.3.8 Deflexiones máximas permitidas en uniones	32
6.3.9 Interferencias	32

6.3.10	Materiales para las tuberías de la red de acueducto	32
6.3.11	Límites de velocidad	32
6.3.12	Métodos de cálculo	33
6.3.13	Pendientes de las tuberías	35
6.3.14	Especificaciones de los revestimientos	35
6.3.15	Cruces de la red de acueducto	35
6.3.15.1	Cruces con carreteras o vías férreas	35
6.3.15.2	Cruces con redes de alcantarillado	35
6.3.15.3	Cruces con quebradas u otras estructuras	36
6.3.16	Distancias mínimas	36
6.3.17	Profundidad de las tuberías de acueducto	36
6.4	ACCESORIOS	36
6.4.1	Válvulas	36
6.4.1.1	Válvulas de servicio ordinario o de corte	37
6.4.1.2	Válvulas de Reducción de Presión	38
6.4.1.3	Válvulas Ventosas	38
6.4.1.4	Válvulas Pitométricas	40
6.4.1.5	Válvulas de regulación de caudal	40
6.4.1.6	Válvulas de cheque	40
6.4.1.7	Válvula de sectorización	40
6.4.1.8	Válvulas de alivio	41
6.4.1.9	Otros tipos de válvulas	41
6.4.2	Ramales de Purga	41
6.4.3	Hidrantes	42
6.4.3.1	Localización	42
6.4.3.2	Ubicación	42
6.4.3.3	Alimentación	43
6.4.3.4	Capacidad de los hidrantes	43
6.4.3.5	Presión en los hidrantes	43
6.4.3.6	Color del hidrante	43
6.4.4	Uniones	43
6.4.4.1	Uniones de aislamientos	44
6.4.4.2	Uniones de expansión	44
6.4.4.3	Unión de montaje	44
6.4.4.4	Juntas elásticas acerrojadas	44
6.4.5	Estructuras complementarias	44

6.4.5.1 Cámaras para válvulas y bocas de acceso	44
6.4.5.1.1 Cámara Tipo 1	44
6.4.5.1.2 Cámara Tipo 2 A	45
6.4.5.1.3 Cámara Tipo 2 B	45
6.4.5.1.4 Cámara Tipo 3	45
6.4.5.1.5 Cámara Tipo 4	45
6.4.5.2 Anclajes	46
6.5 VIGENCIA DE APROBACION A LOS DISEÑOS EN SISTEMAS DE ACUEDUCTO	46
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
8. ANEXOS	47

---

## **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 y unificar los parámetros, criterios y condiciones técnicas que deben tenerse en cuenta para la elaboración de diseños de sistemas de abastecimiento de agua, líneas de conducción y redes de distribución (matrices y secundarias), para ser aplicados en Santiago de Cali y los Municipios en los cuales EMCALI EICE ESP presta el servicio de acueducto.

## **3. ALCANCE**

Esta norma establece los criterios técnicos básicos, requisitos mínimos y procedimientos que se deben cumplir en la elaboración de diseños de Sistemas de Acueducto. Define condiciones generales y parámetros para el diseño funcional, hidráulico, geométrico y dimensionamiento estructural de las tuberías, para cualquier tipo de intervención en la infraestructura redes de Acueducto, tales como, extensión, reposición, ampliación, rehabilitación, renovación y prolongación de las redes operadas por EMCALI EICE ESP, con el fin de garantizar su seguridad, durabilidad, funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, sostenibilidad y redundancia en la prestación del servicio de acueducto, teniendo en cuenta que el nivel de complejidad para la Ciudad de Santiago de Cali es Alto.

En todos los proyectos se considerará la viabilidad ambiental de la construcción y operación de la obra propuesta, atendiendo las disposiciones legales del Gobierno Nacional, Departamental y Municipal y en especial las del Ministerio del Medio Ambiente y demás autoridades ambientales regionales y locales.

## **4. DEFINICION DE TERMINOS**

### **4.1 ACCESORIOS**

Bajo esta denominación quedan comprendidos todos los elementos cuyas funciones son: unir, ampliar, reducir, derivar, direccionar, controlar, entre otras, el flujo de agua dentro de los conductos, tales como: tees, cruces, codos, reducciones, yees, desvíos, mangos, bridas-espigo (BE), bridas-campana (BC), tapones, válvulas e hidrantes.

### **4.2 ACOMETIDA DE ACUEDUCTO**

Derivación de la red de distribución o local de acueducto que se conecta al registro de corte en el inmueble. En edificios de propiedad horizontal o Condominios la acometida llega hasta el registro de corte general, incluido este.

### **4.3 ANCHO DE VIA**

Medida de la zona de uso público tomada entre las líneas de demarcación, destinada a andenes, calzadas, separadores y zonas de protección ambiental, elementos que en conjunto representan la sección transversal de la vía.

### **4.4 ANDEN**

Superficie lateral de la vía pública comprendida entre el sardinel y la línea de demarcación, destinada al tránsito de peatones.

### **4.5 ANTEJARDIN**

Área libre privada, comprendida entre el sardinel y la línea de construcción. Cuando no existe línea de construcción, se sustituye por el límite exterior de ubicación.

#### **4.6 AREA O PREDIO URBANIZABLE O URBANIZADO**

Son las áreas o predios que no han sido desarrollados y en los cuales se permiten las actuaciones de urbanización, o que aun cuando contaron con licencia urbanística no ejecutaron las obras de urbanización aprobadas en la misma.

#### **4.7 AREA O PREDIO URBANIZADO**

Se consideran urbanizados las áreas o predios en los que se culminaron las obras de infraestructura de redes, vías locales, parques y equipamientos definidas en las licencias urbanísticas y se hizo entrega de ellas a las autoridades competentes. Las áreas útiles de los terrenos urbanizados podrán estar construidas o no y, en este último caso, la expedición de las respectivas licencias de construcción se someterá a lo dispuesto en el parágrafo 4 del artículo 7 del Decreto 1469 de 2010 o la norma que lo adicione o sustituya.

#### **4.8 AREA VERDE**

Área libre empedrada y/o arborizada, destinada a bosques, parques, jardines, lugares panorámicos, de recreación y campos de deporte. Se puede clasificar como área pública o privada.

#### **4.9 BOCA DE ACCESO**

Abertura sobre la tubería con la construcción de una cámara, con el objeto de permitir el acceso a su interior.

#### **4.10 CALZADA**

Zona de la vía destinada exclusivamente a la circulación vehicular. Puede ser central, Intermedia o lateral (de servicio) de acuerdo con el tipo de vía.

#### **4.11 CAMARA**

Compartimiento con paredes, empleado para un propósito específico.

#### **4.12 CAPACIDAD.**

Es la existencia de recursos técnicos y económicos de un prestador de los servicios de acueducto y/o alcantarillado, con el fin de atender las demandas asociadas a las solicitudes de los servicios públicos mencionados para efectos de otorgar la disponibilidad o viabilidad inmediata del servicio solicitado. En todo caso y de conformidad con lo previsto en el parágrafo 2° del artículo 12 de la Ley 388 de 1997 el prestador del servicio, donde está ubicado el predio, no podrá argumentar falta de capacidad para predios ubicados al interior del perímetro urbano.

#### **4.13 CAUDAL DE DISEÑO**

Caudal estimado con el cual se diseñan los equipos, dispositivos y estructuras de un sistema determinado.

#### **4.14 CAUDAL MAXIMO DIARIO**

Consumo máximo durante veinticuatro horas, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

#### **4.15 CAUDAL MAXIMO HORARIO**

Consumo máximo durante una hora, observado en un período de un año, sin tener en cuenta las demandas contra incendio que se hayan presentado.

#### **4.16 CAUDAL MEDIO DIARIO**

Consumo medio durante veinticuatro horas, obtenido como el promedio de los consumos diarios en un período de un año.

#### **4.17 CLORO RESIDUAL**

Concentración de cloro existente en cualquier punto del sistema de abastecimiento de agua, después de un tiempo de contacto determinado.

#### **4.18 COEFICIENTE DE PÉRDIDA MENOR**

Medida de las pérdidas de energía que se producen por el paso del flujo en un accesorio o estructura, y que es factor de la cabeza de velocidad.

#### **4.19 COEFICIENTE DE RUGOSIDAD**

Medida de la rugosidad de una superficie, que depende del material y del estado de la superficie interna de una tubería.

#### **4.20 CONSUMO MEDIO POR HABITANTE**

Es el consumo de agua promedio de un habitante durante un día, estimado en litros/habitante por día. Esta definición podrá aplicarse al consumo residencial de un estrato o estratos socioeconómicos o a un área de la ciudad en la cual se consideren el consumo residencial y los demás consumos, en cuyo caso se denominará Consumo Medio Global.

#### **4.21 CONTRATISTA**

Persona natural o jurídica, que suscribe un contrato para la ejecución de una obra.

#### **4.22 CONTRATO DE CONDICIONES UNIFORMES – CCU**

Contrato de servicios públicos, de conformidad con el Artículo 128 de la Ley 142 de 1994, es un contrato uniforme, consensual, en virtud del cual EMCALI E.I.C.E ESP los presta a un suscriptor y/o usuario a cambio de un precio en dinero, de acuerdo con estipulaciones que han sido definidas por EMCALI E.I.C.E ESP para ofrecerlas a muchos suscriptores y/o usuarios no determinados. Hacen parte del contrato no solo sus estipulaciones escritas, sino todas las que EMCALI E.I.C.E ESP aplica de manera uniforme en la prestación de los servicios. Existe contrato de servicios públicos aun cuando alguna de las estipulaciones sean objeto de acuerdo especial con uno o algunos suscriptores y/o usuarios. En adelante CSP.

#### **4.23 CONDICIONES TECNICAS PARA LA PRESTACION DE LOS SERVICIOS**

Información suministrada al Consultor de un proyecto, mediante el cual EMCALI EICE ESP, indica los requerimientos técnicos, parámetros de diseño y pasos a seguir para la elaboración de los diseños de la Infraestructura de servicios públicos, para su posterior presentación ante la Unidad de Ingeniería de la UENAA para revisión y aprobación.

La vigencia de los Condiciones Técnicas es de cinco (5) años a partir de la fecha de su expedición, mientras no se modifique el Esquema Básico con el cual fueron expedidos.

#### **4.24 DENSIDAD**

Número de habitantes en relación a una unidad de superficie dada. Su unidad se medirá en hab./Ha.

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Población}}{\text{Superficie}}$$

Cuando la presente Norma se refiera a la densidad para determinada zona urbana, deberá interpretarse como densidad máxima permisible.

#### **4.25 DIÁMETRO NOMINAL**

Es el número con el cual se conoce comúnmente el diámetro de una tubería, aunque su valor no coincide con el diámetro real interno.

#### **4.26 DIÁMETRO REAL**

Diámetro interno de una tubería determinado con elementos apropiados.

#### **4.27 DISEÑO**

Conjunto ordenado de actividades que genera productos con las especificaciones y condiciones técnicas para la construcción de infraestructura para los sistemas de Acueducto y Alcantarillado, el cual debe cumplir los requisitos, parámetros de diseño y Normas técnicas establecidas por EMCALI EICE ESP, que garantice su adecuado funcionamiento, calidad, eficiencia, seguridad, durabilidad, sostenibilidad y redundancia.

#### **4.28 DISEÑOS PROPIOS**

Diseños de redes de Acueducto y Alcantarillado elaborados por la Unidad de Ingeniería de la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado u otra área al interior de la empresa.

#### **4.29 DISEÑOS PARTICULARES**

Diseños de redes de Acueducto y Alcantarillado elaborados por personas naturales o jurídicas.

#### **4.30 DOTACION**

Cantidad de agua asignada a una población o un habitante para su consumo en cierto tiempo, expresada en términos de litro por habitante por día o dimensiones equivalentes, para la Ciudad de Cali es de 150 lt/hab-día.

#### **4.31 ELEMENTOS REDUCTORES DE PRESION**

Es la válvula o cualquier otro elemento utilizado para reducir la presión de una conducción a un valor previamente especificado.

#### **4.32 EMCALI EICE ESP**

Empresas Municipales de Cali, Empresa Industrial y Comercial del Estado, Empresa de Servicios Públicos, o su representante o representantes autorizados.

#### **4.33 FACTIBILIDAD DE SERVICIOS PÚBLICOS DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO.**

Es el documento mediante el cual el prestador del servicio público establece las condiciones técnicas, jurídicas y económicas que dentro de procesos de urbanización que se adelante mediante el trámite de plan parcial permitan ejecutar la infraestructura de servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado, atendiendo el reparto equitativo de cargas y beneficios. Dicha factibilidad tendrá una vigencia mínima de cinco (5) años. Una vez concedida la factibilidad no se podrá negar la disponibilidad inmediata del servicio, siempre y cuando el solicitante haya cumplido con las condiciones técnicas exigidas por la empresa de servicios al momento de otorgar la factibilidad. (Artículo 2.3.1.1.1 Decreto 1077 de 2015).

#### **4.34 FLUJO A PRESION**

Aquel transporte en el cual el agua ocupa todo el interior del conducto, quedando sometida a una presión superior a la atmosférica.

#### **4.35 FLUJO LIBRE**

Aquel transporte en el cual el agua presenta una superficie libre donde la presión es igual a la presión atmosférica.

#### **4.36 FRENTE DE LOTE**

Longitud de la línea de demarcación. Se refiere a la longitud del predio con frente a una o varias vías públicas.

#### **4.37 GOLPE DE ARIETE**

Fenómeno hidráulico de tipo dinámico oscilatorio, causado por la interrupción violenta del flujo en una tubería, bien por el cierre rápido de una válvula o apagado del sistema de bombeo, que da lugar a la transformación de la energía cinética en energía elástica, tanto en el flujo como en la tubería, produciendo sobreelevación de la presión, sub-presiones y cambios en el sentido de la velocidad del flujo.

#### **4.38 GUENAA**

Gerencia Unidad Estratégica de Negocio Acueducto y Alcantarillado

#### **4.39 HIDRANTE**

Elemento conectado a la red de distribución que permite la conexión de mangueras especiales utilizadas en la extinción de incendios.

#### **4.40 INTERVENTOR**

Profesional, Ingeniero Civil o Sanitario, que representa al propietario durante la ejecución de la obra, bajo cuya responsabilidad se verifica que ésta se adelante de acuerdo con todas las reglamentaciones correspondientes, siguiendo los planos, diseños y especificaciones realizados por los diseñadores. Para la UENAA es la persona natural o jurídica designada por la UENAA para la supervisión de un proyecto u obra.

#### **4.41 LIMITE SUPERIOR DE SERVICIO**

Cota máxima de terreno en un sector determinado hasta la cual la UENAA, con la infraestructura instalada, puede prestar el servicio de Acueducto conforme al Contrato de Condiciones Uniformes – CCU y por tanto permite la extensión de las redes de distribución de agua potable.

#### **4.42 LINDERO**

Línea común que separa dos lotes a áreas diversas de terreno.

#### **4.43 LINEAS DE CONDUCCION DE ACUEDUCTO O LINEAS EXPRESAS**

Las líneas de conducción son aquellas destinadas al transporte de agua tratada desde la planta de tratamiento hasta los tanques de almacenamiento o hasta la red de distribución, generalmente sin entrega de agua en ruta.

#### **4.44 LINEA DE DEMARCACION**

Lindero entre un lote y una zona de uso público. Cuando no exista antejardín la línea de demarcación coincide con la línea de paramento.

#### **4.45 NIVEL DE COMPLEJIDAD**

Para todo el territorio nacional se establecen los siguientes niveles de complejidad: Bajo, Medio, Medio Alto y Alto. La clasificación del proyecto en uno de estos niveles depende del número de habitantes en la zona urbana del municipio, su capacidad económica y el grado de exigencia técnica que se requiera para adelantar el proyecto. Para la Ciudad de Cali se considera Nivel de Complejidad Alto.

#### **4.46 PARAMENTO**

Límite entre la propiedad privada y la pública.

#### **4.47 PERIODO DE DISEÑO**

Tiempo para el cual se diseña un sistema o los componentes de éste, en el cual su capacidad le permite atender la demanda proyectada para este tiempo.

#### **4.48 PLANTA DE POTABILIZACIÓN O PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE**

Instalaciones necesarias de tratamientos unitarios para purificar el agua de abastecimiento para una población.

#### **4.49 PREDIO**

Terreno o lote individualizado con un folio de matrícula inmobiliaria.

#### **4.50 PRESION DINAMICA**

Presión que se presenta en un conducto con el paso de agua a través de él.

#### **4.51 PRESION ESTATICA**

Presión de un conducto cuando no hay flujo a través de él.

#### **4.52 POBLACION DE DISEÑO**

Población que se espera atender por el proyecto, considerando el índice de cubrimiento, crecimiento y proyección de la demanda para el periodo de diseño.

#### **4.53 POBLACION EXISTENTE**

Es el número de habitantes considerados en el inicio del periodo de diseño.

#### **4.54 P.O.T.**

Plan de Ordenamiento Territorial que los municipios y distritos deberán adoptar, es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. Se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo.

Para el uso de esta Normas se considerará el Plan de Ordenamiento Territorial vigente en el Municipio en el cual se preste el servicio de Acueducto.

#### **4.55 RED DE DISTRIBUCION, RED LOCAL O RED SECUNDARIA DE ACUEDUCTO**

Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conducen el agua desde la red matriz o primaria hasta las acometidas domiciliarias del respectivo proyecto urbanístico –Su diseño y construcción corresponde a los urbanizadores.

#### **4.56 RED MATRIZ O RED PRIMARIA DE ACUEDUCTO**

Es el conjunto de tuberías, accesorios, estructuras y equipos que conducen el agua potable desde las plantas de tratamiento o tanques hasta las redes de distribución, locales o secundarias. La red primaria mantiene las presiones básicas de servicio para el funcionamiento correcto de todo el sistema, y generalmente no reparte agua en ruta.

#### **4.57 RENOVACION URBANA**

Proceso de renovación, por medio del cual se cambia total o parcialmente el uso a que se destinan determinadas áreas, mediante la acción del Municipio y de los particulares para obtener que aquellas áreas deterioradas o inadecuadamente utilizadas, se destinen apropiadamente al uso público, al privado o a ambos, según las necesidades de modernización, reconstrucción, embellecimiento o saneamiento de la Ciudad.

#### **4.58 SECTORIZACION**

Para los niveles medio alto y alto de complejidad la red de distribución de agua potable debe estar sectorizada a fin de lograr racionalización del servicio. La sectorización del servicio debe buscar los siguientes objetivos: Controlar fugas en las zonas de presión, Controlar la presión en diferentes zonas, Facilitar las labores de mantenimiento preventivo programado, Controlar el agua no contabilizada, Optimizar la operación del servicio, entre otros.

#### **4.59 SERVIDUMBRE**

Servicio prestado a un predio a través de otro predio, el cual debe estar debidamente legalizado mediante escritura pública.

#### **4.60 TANQUE DE COMPENSACION**

Depósito de agua en un sistema de acueducto, cuya función es compensar las variaciones en el consumo a lo largo del día mediante almacenamiento en horas de bajo consumo y descarga en horas de consumo elevado.

**4.61 TIPO DE USUARIO**

Diferentes clases de usuarios que pueden existir a saber: residenciales, industriales, comerciales, institucionales y otros.

**4.62 TRAMO**

Longitud de tubería comprendida entre dos accesorios de derivación (yees, cruces, tees).

**4.63 TUBERIA**

Ducto de sección circular para el transporte de agua.

**4.64 TUBERIA DE IMPULSION**

Tubería que conduce agua impulsada por un sistema de bombeo.

**4.65 TUBERIA DE SUCCION**

Tubería de entrada a un equipo de bombeo.

**4.66 UENAA**

Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado.

**4.67 UNIDAD DE VIVIENDA**

Edificación residencial ocupada por una o dos familias en un mismo lote reglamentario o piso respectivo.

**4.68 URBANIZACIÓN**

Globo de terreno urbano, dividido en áreas destinadas al uso privado y al uso público, integradas por los lotes dotados de servicios públicos y comunales y aptos para construir en ellos edificaciones de conformidad con el reglamento de zonificación del Municipio.

**4.69 USO**

Tipo de utilización asignada a un terreno, a una edificación o parte de estos.

**4.70 USO INSTITUCIONAL**

Aquel que corresponde a servicios asistenciales, administrativos, educacionales, recreacionales, culturales, de seguridad y culto religioso. Significa lo mismo que Servicio Institucional.

**4.71 USO PRINCIPAL**

Aquel que se concede directamente a través del Departamento Administrativo de planeación Municipal de conformidad con las Normas de Reglamento de zonificación.

**4.72 VALVULA DE CIERRE PERMANENTE**

Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.

#### **4.73 VALVULA DE CORTE**

Es el dispositivo empleado para el aislamiento de tramos de tubería para su inspección, mantenimiento, reparación y operación.

#### **4.74 VALVULA DE PURGA**

Válvula utilizada para la limpieza y descarga de la red, tanto en redes matrices como en redes de distribución.

#### **4.75 VALVULA DE SECTORIZACION**

Son dispositivos que cierran el paso del agua en las tuberías de distribución, con el fin de sectorizar la red. Usualmente son válvulas de compuerta con vástago fijo o válvulas mariposa con mecanismo de reducción de velocidad de cierre para evitar golpe de ariete.

#### **4.76 VALVULA DE VENTOSA**

Válvulas utilizadas para admisión y expulsión de aire en los procesos de vaciado y llenado de tuberías.

#### **4.77 VIA**

Zona de uso público destinada al tránsito de vehículos automotores y/o personas.

#### **4.78 VIAS ARTERIAS**

Vías principales del Plan vial.

#### **4.79 VIAS MENORES**

Todas las vías, excepción hecha con las vías principales.

#### **4.80 VIAS PÚBLICAS**

Zonas libres para el uso público, destinadas al tránsito de vehículos o peatones.

#### **4.81 VIABILIDAD Y DISPONIBILIDAD INMEDIATA DE SERVICIOS PÚBLICOS.**

Es el documento mediante el cual el prestador del servicio público certifica la posibilidad técnica de conectar un predio o predios objeto de licencia urbanística a las redes matrices de servicios públicos existentes. Dicho acto tendrá una vigencia mínima de dos (2) años para que con base en él se tramite la licencia de urbanización.

#### **4.82 VIVIENDA**

Edificación o parte de esta exclusivamente para ser habitada y servir como alojamiento permanente de personas o grupos familiares.

#### **4.83 VIVIENDA DE INTERES SOCIAL –VIS**

Solución de vivienda cuyo precio de adquisición o adjudicación sea o haya sido en su fecha de adquisición inferior o igual a ciento treinta y cinco (135) salarios mínimos legales mensuales.

#### **4.84 VIVIENDA DE INTERES PRIORITARIO – VIP**

Es la solución de vivienda cuyo valor máximo es de setenta salarios mínimos legales mensuales vigentes (70 smlmv).

### **5. REFERENCIAS NORMATIVAS**

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

- La 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 WATER WORKS ASSOCIATION.**

- Concrete pressure pipe, bar-wrapped, steel-cylinder type. Denver: AWWA (AWWA C303)
- Ductile-iron and gray-iron fittings, 3 in through 48 in. (76 mm through 1219 mm) for water. Denver: AWWA (AWWA C110)
- Ductile-iron compact fittings, for water service. Denver: AWWA (AWWA C153)
- Ductile-iron pipe, centrifugally cast, for water. Denver: AWWA (AWWA C151)
- Fiberglass pipe design. Denver: AWWA (AWWA M45)
- Steel pipe, a guide for design and installation. Denver: AWWA (AWWA M11)

#### **5.3 MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO.**

- Decreto 229 de 2002: Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 302 del 25 de febrero de 2000.
- Decreto 302 de 2000: Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, en materia de la prestación de los servicios públicos domiciliarios de acueducto y alcantarillado.
- Decreto 1077 de 2015 Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio.

#### **5.4 PRESIDENCIA DE LA REPUBLICA**

- Decreto 4065 de 2008: Por el cual se reglamentan las disposiciones de la Ley 388 de 1997 relativas a las actuaciones y procedimientos para la urbanización e incorporación al desarrollo de los predios y zonas comprendidas en suelo urbano y de expansión y se dictan otras disposiciones aplicables a la estimación y liquidación de la participación en plusvalía en los procesos de urbanización y edificación de inmuebles.

- Decreto 1469 de 2010: Por el cual se reglamentan las disposiciones relativas a las licencias urbanísticas; al reconocimiento de edificaciones; a la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.

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

- Tubería metálica. Tubería de hierro dúctil. Revestimiento de mortero-cemento centrifugado. Controles de composición del mortero recientemente aplicado. Bogotá: ICONTEC. (NTC 2629)
- Tubos, acoples y accesorios de hierro dúctil y sus juntas, para aplicaciones en gas o agua. Bogotá: ICONTEC. (NTC 2587)
- Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero, con refuerzo de varilla. Bogotá: ICONTEC. (NTC 747)

### **5.6 EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI - EMCALI EICE ESP**

- Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-AA-017)
- Criterios para selección de válvulas. EMCALI EICE ESP (NDI-PM-DA-016)
- Excavaciones. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-006)
- Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos. EMCALI EICE ESP (NDI-SE- AA-015)
- Rellenos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-AA-012)
- Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos. EMCALI EICE ESP (NDC-SE-GE-001)
- Válvulas de mariposa y compuerta con sello elástico. EMCALI EICE ESP (NCO-PM-DA-027)
- Instalación de hidrantes y sistemas para válvulas en redes secundarias de distribución de acueducto. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-DA-006).
- Instalación de macromedidores. EMCALI EICE ESP (NCO-SE-DA-002.)
- Plan de manejo ambiental para la elaboración de diseños definitivos de redes matrices o primarias de acueducto y colectores de alcantarillado. EMCALI EICE ESP (NPL-SE-AA-021)
- Suministro e instalación de estaciones de control hidráulico para la red de distribución. EMCALI EICE ESP (NDI-SE-DA-007)

## **6. REQUISITOS**

### **6.1 CONDICIONES GENERALES**

Las Normas presentes son de rigor, tanto para los proyectistas particulares de sistemas parciales de Acueducto para Urbanizaciones, para diseños propios elaborados al interior de EMCALI EICE ESP, para los Consultores contratados por EMCALI, como para los funcionarios de entidades oficiales que tengan a su cargo la elaboración de proyectos, siempre y cuando no contradigan el Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básicos RAS – vigente.

Esta norma es aplicable al diseño de redes de conducción, líneas expresas, redes matrices y redes secundarias.

En caso de presentarse contradicciones entre lo expresado en esta Norma y el RAS, primará el concepto técnico del RAS.

Todo aquello que esté establecido en el RAS expedido por el Ministerio de Desarrollo Económico y que no esté contenido en estas Normas, deberá ser tenido en cuenta para su cumplimiento.

Aunque las Normas en general se deben cumplir en el diseño de todo proyecto de acueducto, se podrán aplicar criterios diferentes cuando:

- Se demuestre que dicho criterio responde a una metodología o parámetros que apliquen con mayor exactitud al caso de estudio, lo cual será debidamente sustentado con el respaldo de la documentación técnica.
- Exista otra normatividad establecida por una autoridad superior (sanitario o ambiental) que entre en conflicto con una o varias de las especificaciones aquí contenidas, en cuyo caso se consultará por escrito al Comité Técnico de Normalización y se obtendrá la aprobación por parte del Comité de aprobación.
- Sea necesario consignarlos específicamente en los términos de referencia de Contratos de Consultoría de proyectos de características especiales.
- Los exija la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado a través de los profesionales encargados de la revisión y aprobación de los proyectos puestos a su consideración.

Salvo las excepciones descritas, los proyectistas, a menos que la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado indique lo contrario, deberán ajustarse a la presente Norma.

“La aprobación dada por la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado a un proyecto de Acueducto y/o Alcantarillado, incluyendo los sistemas de bombeo y otras estructuras hidráulicas, no exonera al urbanizador o propietario de las obras de la responsabilidad y obligación legal y técnica que le compete en la correcta elaboración de sus estudios y su aplicabilidad a las condiciones específicas en donde se ejecutarán las obras; por tanto cualquier cambio o complemento, modificación o adición que deba efectuarse al proyecto aprobado a solicitud de la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado y si a su vez implica cambios a lo construido o instalado deberá ser ejecutado en su totalidad por cuenta del Urbanizador o propietario de las obras a quien la UENAA aprobó el proyecto, así se haya vendido o entregado a terceros o a la UEN de Acueducto y Alcantarillado las obras correspondientes.”

Queda entendido que con el solo hecho de presentar el proyecto a revisión y aprobación de la Unidad Estratégica de Negocio de Acueducto y Alcantarillado se tiene por conocida y aceptada esa responsabilidad y obligación.

Lo anterior debe quedar respaldado por una póliza de Garantía de Calidad y/o Buen Funcionamiento de los diseños, según las Normas Técnicas establecidas para los Sistemas de Acueducto y Alcantarillado; contratada con una compañía de seguros legalmente establecida en Colombia, con vigencia de cinco (5) años a partir de la entrega de los diseños, una vez aprobados; por un valor asegurado equivalente al treinta (30) por ciento del costo total de las obras.

Todo diseño debe cumplir con los requisitos, parámetros y normas técnicas establecidas por EMCALI, garantizando su funcionamiento adecuado, calidad, eficiencia, seguridad, durabilidad, sostenibilidad y redundancia, para lo cual fue realizado.

Los cálculos hidráulicos se deben realizar para cualquier tipo de intervención en la red, tales como ampliación, rehabilitación, renovación y prolongación.

En los casos no considerados en esta Norma, la UENAA consultará Organismos, Códigos y Normas Nacionales e Internacionales y se regirá por las leyes nacionales vigentes en materia de comercialización y aceptación del uso de materiales nacionales e importados.

### 6.1.1 Trámites previos.

Para la elaboración de los diseños de redes de acueducto, los interesados deben dirigirse a la Unidad de Ingeniería de la UENAA, dependencia encargada del estudio y aprobación de los diseños de redes.

Los trámites previos a seguir para adelantar los diseños del Sistema de redes de Acueducto son los siguientes:

### 6.1.2 Consulta de Factibilidad, Viabilidad y/o Disponibilidad de servicios

Solicitar a la Unidad de Prospectiva y Desarrollo de Negocios de la GUENAA, mediante el Formato de Consulta (Anexo 1-2) la Factibilidad, Viabilidad y/o Disponibilidad de servicios de Acueducto y Alcantarillado para el lote en el cual se va a adelantar el desarrollo urbanístico.

La consulta se puede adelantar de manera presencial o virtual:

La consulta presencial, debe ser radicada en la Ventanilla Única de EMCALI EICE ESP en el Centro Administrativo Municipal - CAM - Torre EMCALI, con el Formato completamente diligenciado acompañado del plano de localización del predio en consulta

La consulta virtual debe realizarse en la Plataforma de EMCALI, así:

Ingresar a la página	<a href="http://www.emcali.com.co">www.emcali.com.co</a>
Pestaña	Atención al Usuario
Opción	Trámites y servicios
Dar click en el	Item 7 Factibilidad de servicios
	Item 14 Viabilidad y disponibilidad de servicios públicos

Diligenciar el Formato Virtual y adjuntar plano de localización del predio.

Cuando la GUENAA lo considere necesario, este plano deberá contener coordenadas y curvas de nivel, referenciadas al plano de Santiago de Cali. La distancia vertical entre curvas dependerá de la pendiente del terreno, de acuerdo con lo mostrado en la Tabla 1.

**TABLA 1. Distancia entre curvas según terreno**

PENDIENTE DEL TERRENO (%)	DISTANCIA VERTICAL ENTRE CURVAS DE NIVEL (m)
0.00 - 1.00	0.50
1.01 - 10.00	1.00
≥ 10.01	2.00

La Factibilidad de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado se expide para los desarrollos que se van a adelantar mediante Plan Parcial.

La Viabilidad de prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado se expide para los desarrollos urbanísticos que requieran extensión de red secundaria de acueducto y/o alcantarillado y/o requieran la elaboración de diseños de redes internas

En la Factibilidad, Viabilidad y Disponibilidad de servicios se determinan las condiciones técnicas para la prestación de los servicios de acueducto y alcantarillado, como: Sistema al cual pertenece el predio en consulta, sector hidráulico, extensión de redes, el punto de conexión a la red de acueducto, densidad de población máxima acorde con la capacidad de la infraestructura instalada, necesidad de: sistema especial de abastecimiento interno con tanque de almacenamiento y equipo de presión, obtener de la entidad ambiental competente el permiso de vertimientos y/o ocupación de cauces superficiales, franjas de protección, suelos con amenaza y riesgos, se informa cuando el servicio de alcantarillado no es prestado por EMCALI EICE ESP, etc.

En todos los casos el proyectista debe verificar en terreno la información suministrada.

Con la Factibilidad, Viabilidad y Disponibilidad de servicios suministrada por la GUENAA, el solicitante realizara el diseño definitivo del proyecto.

La vigencia de la Factibilidad de servicios es de cinco (5) años contados a partir de la fecha de su expedición.

La vigencia de la Viabilidad y Disponibilidad de servicios es de dos (2) años contados a partir de la fecha de su expedición.

Vencido el plazo de la Factibilidad, Viabilidad y/o Disponibilidad debe ser solicitada nuevamente.

## **6.2 METODOLOGIA PARA LA ELABORACIÓN Y PRESENTACION DE PROYECTOS**

### **6.2.1 Informe técnico del proyecto**

Una vez realizado el diseño, el proyectista solicitará la revisión y aprobación a la Unidad de Ingeniería de la Unidad Estratégica de Negocios de Acueducto y Alcantarillado, presentando para ello el Informe Técnico.

La presentación para revisión del Informe Técnico de un proyecto de Acueducto y/o Alcantarillado, debe incluir el Formato REV-1 debidamente diligenciado (Ver Anexo 3), y contener los siguientes aspectos:

- Localización: Localización con coordenadas amarradas al sistema IGAC MAGNA – SIRGAS y descripción de las características generales del proyecto, de acuerdo a lo establecido en la Norma NDI-SE-AA-015, Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos y geomáticos.
- Parámetros de diseño: Estarán definidos de acuerdo con las Condiciones Técnicas suministradas por la Unidad de Prospectiva y Desarrollo de Negocios de la GUENAA.
- Trabajos de Campo: Descripción de los trabajos de campo, recopilación ordenada de los Informes obtenidos como base para el diseño, copia del oficio de Condiciones Técnicas, copia del Plano de Catastro de redes de Acueducto suministrado con las Condiciones Técnicas.
- Descripción del diseño de obras especiales: Dentro de la descripción del diseño de las obras especiales, se darán razones que justifiquen su empleo.

- Cálculos: se refiere a la elaboración de los Cálculos hidráulicos y estructurales de canales, cámaras, estaciones de bombeo, etc. y de los conductos de red. Se deben indicar claramente todos los valores y parámetros utilizados en la elaboración de cálculos.
- Estudio de Suelos: Acorde con la Norma NDC-SE-GE-001 Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos y el RAS 2017.
- Los planos de diseño deben presentarse acorde con la Norma NCO-SE-AA-003 Requisitos para la captura, validación y entrega de información geográfica y técnica de obra ejecutada en proyectos de reposición, expansión y optimización de redes de acueducto y alcantarillado.
- Todos los diseños deben incluir en el plano General No.1, la información básica del proyecto que incluya el área de influencia del proyecto, curvas de nivel, perímetro urbano definido en el POT (si aplica), coordenadas, zonas de alto riesgo (si aplica), redes existentes, urbanismo existente, nomenclatura de vías, barrio. Comuna, sector hidráulico si aplica.
- Paz y Salvo de participación en las obras adelantadas mediante Fideicomiso, en los casos que lo indique la Viabilidad o Factibilidad de prestación de los servicios
- Documentación adicional a presentar por los proyectistas de obras particulares y consultores contratados por la GUENAA.

Será obligación de los proyectistas de obras particulares y consultores contratados por la GUENAA, presentar las Especificaciones para los materiales, equipos y método constructivo de las obras, particularmente en los casos en los cuales no estén incluidas en las Normas de la GUENAA

Los consultores contratados por la GUENAA deben presentar:

- Análisis económico de las diferentes opciones y presupuesto detallado de costos con las correspondientes cantidades de obra y análisis de precios unitarios para la alternativa escogida. Para obras particulares, estas se exigirán sólo en los casos especiales a criterio de la UENAA.
- Constancia de trámite ante la Autoridad Ambiental competente del Estudio de Impacto Ambiental, Plan de Manejo Ambiental o cualquier otro requisito que ésta haya determinado para la ejecución del proyecto.
- Programación general de la obra indicando cronograma de actividades, conforme a lo establecido en los términos de referencia de contratación.

### **6.2.2 Estudios previos**

En la etapa de planeación, se parte de un diagnóstico de la red de distribución existente y se identifica, plantea y analizan diferentes alternativas de optimización y ampliación de la infraestructura existente, con el fin de atender los requerimientos futuros de la demanda, dentro de un determinado período de diseño.

Dependiendo de la magnitud y tipo de proyecto, la GUENAA definirá en qué casos se requiere la elaboración de estudios de prefactibilidad y/o factibilidad.

En todos los casos debe realizarse una investigación de la ubicación precisa de la infraestructura existente, de tal forma que de ser necesaria su reubicación, se considere en el diseño.

Si dicha ubicación no es posible precizarla en la etapa de diseño, en caso de requerirse algún cambio durante la construcción, la misma deberá ser adelantada por el Urbanizador o Constructor durante la construcción.

#### 6.2.2.1 Estudios previos a nivel de pre factibilidad

En los casos en que la GUENAA defina la necesidad de realizar un estudio de factibilidad, deben adelantarse las siguientes actividades:

- a) Descripción y objeto del proyecto
- b) Definición del Área de influencia del diseño; Ubicación del sector en estudio de acuerdo con el POT y Ubicación del diseño con respecto a la infraestructura del Sistema de Acueducto que opera EMCALI.
- c) Definición del período de diseño
- d) Estudio de población y demanda, según las exigencias de EMCALI EICE ESP.
- e) Determinación del caudal de diseño
- f) Estudio alternativo de rutas de la conducción y/ o redes de distribución.
- g) Definición de las rutas factibles y definición de la ruta escogida. En esta actividad se debe realizar una comparación de los costos de varias alternativas factibles a fin de determinar la alternativa que tenga menor valor presente de los costos de inversión, operación y mantenimiento.
- h) Análisis hidráulico en régimen permanente.
- i) Sistema constructivo de instalación de tuberías (Aérea, en zanja, túnel, entre otros)
- j) Hacer los levantamientos topográficos necesarios en el caso de que no existan planos de levantamiento topográfico o aerofotogramétrico de las áreas de ruta, en escala 1:500 y la distancia vertical entre curvas de nivel dependiendo de la pendiente del terreno, de acuerdo con lo mostrado en la Tabla No 1; Para zonas muy pendientes y extensas, en los planos elaborados para estudios de prefactibilidad se admiten distancias entre curvas de nivel de 5.0 o más metros. EMCALI EICE ESP cuenta con los planos digitalizados de la ciudad de Cali. Para el levantamiento topográfico se deben tener en cuenta las indicaciones de la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos".
- k) Levantamiento de interferencias. Detalles de las interconexiones: inicial, final y otras cuando sea el caso. Indicación de pasos especiales en vías, líneas férreas u otras.
- l) Posición y dimensionamiento preliminar de los diferentes accesorios.
- m) Diseño geométrico de la línea, en planta y perfil en escala 1:1000 o 1:500 horizontal y vertical 1:100 ó 1:50 respectivamente o en las escalas que para el proyecto en particular exija EMCALI EICE ESP.
- n) Definición de los materiales a ser utilizados en la tubería principal y accesorios. Para la determinación de los materiales se deben tener en cuenta las normas técnicas de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-018 Criterios para selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado" y "NDC-PM-DA-046 Tubería para acueducto".
- o) Estudios de suelos y estudios geotécnicos, ejecución de sondeos y elaboración del perfil estratigráfico del suelo, de acuerdo con las indicaciones de la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-GE-001 Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos".
- p) Prediseño del sistema de protección de las tuberías en caso de que se necesite de acuerdo con la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-010 Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".

Prediseño del sistema de protección catódica o protección con recubrimiento de la tubería en caso de que la necesite.

- q) Indicación del tipo de estructura en pasos aéreos y subterráneos, métodos constructivos a nivel preliminar y tipos de pavimento de vías públicas.
- r) Indicación preliminar de los tipos de entibados, cimentación de las tuberías y tipos de rellenos de acuerdo con las normas técnicas de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-009 Acodalamiento o entibado y tablestacado", "NDI-SE-AA-016 Requerimientos para cimentación de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado" y "NDC-SE-AA-012 Rellenos" respectivamente.
- s) Elaboración de los planos de detalle típicos para cajas de válvulas, ventosas, purgas, válvulas de admisión de aire, bocas de acceso y otros teniendo en cuenta la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NCO-SE-DA-008 Cajas para válvulas y accesorios de acueducto"
- t) Definición de materiales de construcción de las cámaras de válvulas y accesorios, teniendo en cuenta la norma técnica de EMCALI EICE ESP. "NCO-SE-DA-008 Cajas para válvulas y accesorios de acueducto"
- u) Indicación preliminar de la necesidad de drenaje de zanjas por bombeo o abatimiento del nivel freático, se deben tener en cuenta las indicaciones de la norma técnica EMCALI EICE ESP "NCO-SE-AA-008 Manejo de aguas en actividades de construcción y mantenimiento de redes"
- v) Cantidades preliminares de tuberías, accesorios y servicios. Presupuesto preliminar de la obra
- w) Elaboración de las Especificaciones Técnicas y documentos de licitación de suministro, teniendo en cuenta la normatividad vigente en EMCALI EICE ESP.
- x) Registro fotográfico del corredor e interferencias.
- y) Elaboración de los respectivos informes, documentos y planos.

#### 6.2.2.2 Estudios previos a nivel de diseño

Es importante que se tenga en cuenta que los planos que produzca como resultado del diseño deben ser suficientemente claros y detallados de manera que se puedan catalogar como planos de construcción, por lo tanto deben contener todos los detalles, cortes, secciones transversales, localizaciones georreferenciadas, especificaciones de materiales, curvas de nivel, sitios de referencia, Nomenclatura del sistema vial, coordenadas, urbanismo existente, perfiles, áreas de influencia, localización del proyecto, Notas tenidas en cuenta en la elaboración del diseño y demás aspectos necesarios para la construcción de las obras.

EMCALI EICE ESP no aceptará ni recibirá planos con aspectos generales o detalles típicos que no permitan identificar, localizar y adelantar las obras en su totalidad.

Las actividades mínimas necesarias son:

- a) Recopilar información sobre Prediseños como planos, estudios de suelos, memorias de cálculo, análisis de corredores, predios, entre otros.
- b) Plano general de localización que incluya el área de influencia del proyecto, curvas de nivel, perímetro urbano definido en el POT (si aplica), coordenadas, zonas de alto riesgo, redes existentes, urbanismo existente, nomenclatura de las vías, barrio, comuna, sector hidráulico (si aplica).

- c) Definición de la densidad de población en hab/Ha o Viv/Ha, con la cual fue calculado el diseño y número de habitantes por vivienda, teniendo en cuenta lo establecido en el RAS.
- d) En los casos que no se realiza estudio de factibilidad, el diseño debe incluir todos los literales mencionados en las Actividades necesarias a nivel de Factibilidad.
- e) Análisis y consolidación de la ruta definida a nivel de prediseño.
- f) Levantamiento topográfico de la ruta definida en escala 1:1000 ò 1:500. En sitios especiales y para tuberías de gran diámetro, EMCALI EICE ESP podrá exigir planos con escala 1:200 u otra que considere conveniente. Para el levantamiento topográfico se deben tener en cuenta las indicaciones de la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos".

Levantamiento en campo, con la localización exacta de todas las interferencias ubicadas en la ruta prevista para la conducción. Para ello se deben tener en cuenta los aspectos que apliquen de la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-042 Identificación de barreras y cruces durante la construcción de sistemas de acueducto y alcantarillado"

- g) Estudios de suelos y estudios geotécnicos, ejecución de sondeos y elaboración del perfil estratigráfico del suelo, de acuerdo con las indicaciones de la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-GE-001 Requisitos para la elaboración y presentación de estudios geotécnicos".
- h) Diseño geométrico de la línea en planta y perfil en escala 1:500 y 1:50 u otra exigida por EMCALI EICE ESP Replanteo del eje de la línea.
- i) Revisión del análisis hidráulico elaborado en el prediseño de acuerdo con la consolidación de la ruta definitiva.
- j) Dimensionamiento hidráulico y mecánico de la conducción, redes de distribución y de sus accesorios, incluyendo los dispositivos de protección.
- k) Debe realizarse el estudio detallado de transientes originados por la operación de las válvulas al inicio o al final de la conducción, o por las operaciones de las bombas en las tuberías de impulsión, para determinar y diseñar los elementos de protección requeridos.
- l) Elaboración de los planos de detalle de instalación de cámaras de válvulas, purgas, ventosas, válvulas de admisión de aire, bocas de acceso y otros.
- m) Diseños estructurales de anclajes, entibados, pasos especiales, cámaras de los accesorios y otros, de acuerdo con las indicaciones de las normas técnicas de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-017 Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado", y "NDC-SE-AA-009 Acodalamiento o entibado y tablestacado" Diseño del sistema de protección catódica o protección con recubrimiento de la tubería en caso que la necesite, de acuerdo con la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-010 Protección de tuberías en redes de acueducto y alcantarillado".
- n) Sistemas constructivos (Aéreo, zanja, túnel, entre otros.).
- o) Elaboración de planos de detalle de las interconexiones. Elaboración de los planos de relocalización de interferencias.
- p) Elaboración de planos detallados de las purgas y ventosas.

- q) Elaboración de las Especificaciones Técnicas de instalación, lista de cantidades y presupuestos de equipos, materiales y servicios. Se debe tener en cuenta la normatividad vigente en EMCALI EICE ESP.
- r) Planos y especificaciones de Impacto Urbano particulares, si se requiere. Si no existen especificaciones particulares se debe hacer referencia a la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-AA-023 Criterios para planes de manejo ambiental". Planos y especificaciones para los planes de manejo ambiental durante la construcción de acuerdo con la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-AA-021 Plan de manejo ambiental para la elaboración de diseños definitivos de redes matrices de acueducto, colectores de alcantarillado pluvial y sanitario y redes secundarias de acueducto y alcantarillado".
- s) Cronograma de construcción de acuerdo con la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-SE-AA-038 Programación y control de proyectos".
- t) Elaboración de informes, planos y demás documentos de acuerdo con la norma de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-DA-012 Presentación de diseños en sistemas de acueducto y alcantarillado."
- u) Registro fotográfico del corredor e interferencias.
- v) Elaboración de los documentos para licitación de instalación, para los casos de proyectos propios de la UENAA.

### **6.2.3 Concepción del proyecto**

Todo diseño de redes de acueducto debe formar parte integral del Sistema de Acueducto que opera EMCALI EICE ESP y estar acorde con los lineamientos que para servicios públicos defina el Plan de Ordenamiento Territorial en cada Municipio.

El diseñador debe conocer la operación del Sistema de Acueducto y en especial el sub-sistema de distribución del cual forma parte el diseño a realizar, con el objeto de determinar la magnitud del mismo.

Para la Ciudad de Cali, todo diseño debe tener en cuenta el proyecto de Sectorización Hidráulica adelantado por EMCALI, de tal manera que el nuevo proyecto en su modelación armonice con los Sectores Hidráulicos que se encuentren en el área de influencia del mismo.

El diseño debe definir el objetivo concreto para la elaboración del mismo, el cual debe estar dirigido a solucionar el sistema de abastecimiento de agua potable del sector o proyecto a diseñar, ya sea mediante la ampliación de cobertura del servicio, reposición, optimización o mejoramiento de su calidad y eficiencia.

En todos los casos se procurará que las redes de distribución y redes matrices de Acueducto conformen una malla cerrada y se evitará dejar puntos muertos en la red, en los casos que no sea posible cerrar la malla hidráulica, EMCALI podrá solicitar la instalación de un hidrante en el extremo de la red.

El diseño debe identificar las características de la población y de la zona de abastecimiento.

### **6.2.4 Población y Demanda**

Para el diseño de las redes de acueducto en áreas de expansión del servicio o en zonas de re densificación poblacional; se deben realizar estudios de población y demanda para el sector o zona a estudiar, para ello podrán consultarse estudios generales de población existentes, teniendo en cuenta que esta información solo deberá ser tomada como referencia.

Los estudios de población y demanda que van a ser elaborados deben obedecer las orientaciones de EMCALI EICE ESP o a lo indicado en el Título B Sistemas de Acueducto numeral B.2.4. Proyección de usuarios del sistema del RAS 2017.

Para la estimación de la población, en los estudios de planeamiento de servicios para los niveles de complejidad medio alto y alto, se considera una buena práctica realizar estudios demográficos detallados conducidos por profesionales en la demografía. Métodos como el de los componentes demográficos, que analiza la variación en el tiempo de parámetros como la natalidad, la mortalidad, la emigración y la inmigración, son de gran utilidad y confiabilidad para obtener un sustento sólido a las proyecciones de población que permita una adecuada estimación de la demanda de los servicios.

### **6.2.5 Densidad de población**

La densidad de población se fijará en habitantes/Hectárea (hab/Ha) o viviendas/Hectárea (viv./Ha) indicando el número de habitantes por vivienda considerado en los diseños.

La densidad de población debe estar acorde con las normas urbanísticas, planes de desarrollo, planes de ordenamiento territorial y demás programas formulados por el gobierno municipal, gubernamental o nacional que determinen la distribución espacial de la población y los usos de la tierra.

Adicionalmente debe tenerse en cuenta los criterios y densidades de población definidos por EMCALI EICE ESP, acorde con la capacidad de la infraestructura de servicios públicos instalada, especialmente para zonas con limitaciones ubicadas en el piedemonte, en los extremos de la red baja y alta y en las zonas atendidas por sistemas de bombeo.

Las restricciones en la densidad de población, por limitaciones en la infraestructura de servicios públicos instalada, para el sector en el cual se localiza en diseño, será informada en la Factibilidad, Viabilidad y/o Disponibilidad de servicio.

### **6.2.6 Área del proyecto**

El área del proyecto debe contener la población de proyecto y las áreas industriales y comerciales presentes y resultantes de la optimización, mejoramiento, reposición o expansión futura, acorde con lo definido en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio en el cual EMCALI presta el servicio de Acueducto.

El área del proyecto debe ser claramente definida por Calles, Carreras, Carreteras, Ríos, curvas de nivel y otros accidentes geográficos, coordenadas y debe ser definida en un plano reservado específicamente para esta finalidad, cuya escala permita mostrar las características geométricas del sector y los accidentes geográficos utilizados para la demarcación.

### **6.2.7 Estudios topográficos**

En general, en los diseños de redes de Acueducto a nivel de diseño deben ser utilizados planos amarrados al sistema IGAC MAGNA – SIRGAS o el vigente a la fecha aceptado por EMCALI EICE ESP, en conjunto con los planos digitales de la zona. Si no existen los planos de alguna área de proyecto o si se requiere algún levantamiento topográfico, se debe seguir las exigencias de la Norma "NDI-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos" de EMCALI EICE ESP.

A nivel de diseño, los levantamientos de franjas en escala 1:500 u otra exigida por EMCALI EICE ESP, y los levantamientos topográficos de áreas especiales, se ejecutan de conformidad con las exigencias de la Norma "NDI-SE-AA-015 Directrices para la ejecución de levantamientos topográficos" de EMCALI EICE ESP.

### **6.2.8 Condiciones geológicas**

Debe conocerse todas las condiciones geológicas y las características del subsuelo en las zonas del trazado de la red de distribución. Utilizando planos geológicos y/o información de campo, deben identificarse las zonas de fallas, de deslizamiento, de inundación y, en general, todas las zonas que presenten algún tipo de problema causado por fallas geológicas.

Debe recopilarse la información sobre sondeos eventualmente existentes que hayan sido realizados para el desarrollo o construcción de obras en el perímetro urbano del municipio.

Debe conocerse específicamente el nivel de amenaza sísmica de la zona en la cual se localiza el municipio en el cual se diseña o construye la red de distribución. En particular, debe tenerse en cuenta todo lo establecido por la NSR-10, con respecto a los niveles de amenaza sísmico de las diferentes zonas del territorio nacional.

Debe tenerse en cuenta los mapas de amenaza sísmica existente para la zona en que se adelanta el proyecto.

Es obligación del diseñador conocer el nivel de amenaza sísmico del municipio objeto del estudio para la red de distribución.

Los estudios deben cumplir con los parámetros dados en la Norma de EMCALI EICE ESP “NDC-SE-GE-001 Requisitos para la elaboración y presentación de estudios Geotécnicos” y con lo establecido en el RAS 2017 o aquel que lo reemplace y lo que se estime necesario y conveniente dependiendo del tipo de proyecto. En todo caso se debe considerar la ayuda de un especialista en Geotecnia que indique aquellos estudios adicionales a los mínimos establecidos por la versión vigente del RAS.

### **6.2.9 Trazado de la red de acueducto**

En todos los diseños debe tenerse en cuenta que la GUENAA no permite que las redes de Acueducto se instalen a través de servidumbres.

El trazado de la red se debe hacer en áreas públicas evitando adquisiciones o expropiaciones de terrenos particulares y zonas verdes.

Las redes de distribución se deben ubicar preferiblemente debajo de las zonas peatonales (andenes).

En todos los casos se debe instalar la red de distribución cubriendo todo el frente del predio que comprende el proyecto.

Las redes de acueducto se localizarán a la distancia máxima posible de los conductos de aguas residuales y por encima de ellos. El servicio de Acueducto deberá estar separado horizontalmente del servicio más inmediato por lo menos 1.00 mt.

Las tuberías de acueducto se proyectarán por el lado de la calzada donde la nomenclatura termine en número par.

Con el fin de localizar adecuadamente las redes de Acueducto con relación a los demás servicios, el proyectista se regirá por los esquemas adjuntos (Ver Anexo 4).

En todos los casos debe procurarse que las redes de distribución y redes matrices de Acueducto conformen circuitos o malla cerrada.

En los casos en que no sea posible cerrar la malla correspondiente y con el fin de no dejar puntos ciegos en la red, EMCALI EICE ESP podrá solicitar la instalación de un hidrante al final de la extensión de la red, con el fin de adelantar labores de operación y mantenimiento de la misma.

Para el trazado de la red de distribución deben tenerse en cuenta las siguientes recomendaciones:

1. Debe analizarse las redes menores existentes evaluando sus necesidades de refuerzo y ubicar en las redes matrices los nodos de caudal y presión necesarios y futuras interconexiones.
2. Para tuberías nuevas con diámetros mayores a 300 mm (12 pulgadas), deben evitarse vías públicas con tráfico intenso y con dificultad de manejo de tráfico durante la ejecución de las obras.
3. Debe evitarse interferencias principalmente con estructuras mayores u otros servicios, y aquellas cuya relocalización sea costosa o presente dificultades técnicas importantes.
4. Deben evitarse rutas junto a quebradas o cañadas en donde normalmente existe concentración de servicios de aguas lluvias y alcantarillado, así como la ocurrencia de suelos aluviales y nivel freático elevado.
5. Debe buscarse rutas con topografía suave, evitando piezas especiales y accesorios.
6. Debe minimizarse los desvíos e interrupciones del tráfico durante la ejecución de la obra.
7. Debe disminuirse la cantidad de rotura y la reconstrucción de pavimentos, seleccionando hasta donde sea posibles zonas verdes (anden para redes secundarias o separadores viales para redes matrices).
8. En todos los casos la localización de las redes secundarias y matrices nuevas dependerá esencialmente de las tuberías secundarias y matrices existentes, tratando de aprovechar al máximo la prolongación de ellas y la integración de las mismas.
9. Debe disponerse las tuberías de mayor diámetro formando una red enmallada sin puntos aislados teniendo en cuenta los sistemas separados para control de presión y la zonificación de las áreas de consumo.
10. Debe hacerse un análisis de los servicios existentes en la zona y una consulta con las diferentes entidades públicas, con el fin de localizar los servicios existentes o proyectados para reducir al mínimo las interferencias durante el período de construcción.
11. Debe proyectarse dos tuberías de distribución a lado y lado de la vía, cuando ocurra cualquiera de los siguientes casos:
  - a. El ancho de la vía sea mayor que 15 m (vías de doble calzada).
  - b. Un análisis económico involucrando el costo de las acometidas y de las tuberías concluya que sea más económica la implantación de una red doble.

#### **6.2.10 Delimitación de la zona de presión**

La presión mínima con la cual se prestará el servicio no podrá ser inferior a 15 metros de columna de agua (m.c.a.) en el punto de derivación de la red secundaria a la acometida domiciliaria, conforme a lo establecido en el Contrato de Condiciones Uniformes (C.C.U.) de EMCALI E.I.C.E. E.S.P.

En la elaboración de los diseños de extensión de redes de Acueducto, se debe conservar el punto de derivación, indicado por EMCALI en las Condiciones Técnicas para la prestación del servicio de Acueducto, de tal forma que se conserven las zonas de presión, especialmente en las zonas de ladera atendidas por

sistemas de bombeo, en donde las zonas de presión están definidas por las franjas de servicio de cada uno de los tanques existentes.

### **6.2.11 Sectorización del servicio**

Todos los diseños de extensión de redes en la Ciudad de Cali, deben tener en cuenta el proyecto de Sectorización hidráulica adelantado por EMCALI EICE ESP.

## **6.3 PARAMETROS DE DISEÑO**

En la ejecución del diseño de extensión u optimización de redes, como parte de un sistema de redes de distribución de agua potable es necesaria una etapa inicial de planeación, que garantice que el diseño propuesto atienda los requerimientos futuros de la demanda de agua en cuanto a calidad, cantidad, presión y continuidad.

### **6.3.1 Periodo de diseño**

Para todos los componentes del sistema de acueducto de EMCALI EICE ESP se adoptan los periodos de diseño máximos de 30 años, que corresponde a Sistemas de Nivel de Complejidad Alto.

### **6.3.2 Dotación**

Siempre que existan datos de consumo histórico confiables para el municipio, la dotación neta máxima a utilizar en el diseño de un nuevo sistema de acueducto o ampliación del sistema existente debe basarse en dichos datos.

Para la ciudad de Cali, la dotación neta es de 150 L/hab/día, que corresponde a Sistemas de Nivel de Complejidad Alto – clima cálido, de acuerdo con la Tabla No. B.2.3 del numeral B.2.5.2 Dotación neta por habitante del RAS 2017.

Para aquellos sistemas de acueducto donde los consumos del uso residencial representen más del 90% del consumo total de agua potable, el cálculo de agua se puede realizar teniendo en cuenta únicamente la dotación neta residencial sumándole a ésta un porcentaje que tenga en cuenta los otros usos en forma agrupada según los datos de consumo existentes. En caso contrario, el cálculo de la demanda de agua potable debe realizarse en forma desagregada para cada uno de los usos principales y para cada uno de ellos el consultor y/o la persona prestadora del servicio deben determinar las dotaciones netas, teniendo en cuenta lo establecido en el RAS 2017.

### **6.3.3 Caudal de diseño**

#### **➤ Caudal Medio Diario**

El caudal medio diario,  $Q_{md}$ , es el caudal medio calculado para la población proyectada, teniendo en cuenta la dotación bruta asignada. Corresponde al promedio de los consumos diarios de caudal en un período de un año y puede calcularse mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{md} = \frac{p \cdot d_{bruta}}{86400}$$

Donde:

p = población (hab)

$d_{bruta}$  = dotación bruta(L/(hab·día))

$$d_{bruta} = \frac{d_{neta}}{1 - \%p}$$

$\%p$  = porcentaje de pérdidas técnicas

El porcentaje de pérdidas máximas admisibles no deberá superar el 25%.

#### ➤ Caudal Máximo Diario

El caudal máximo diario, QMD, corresponde al consumo máximo registrado durante 24 horas durante un período de un año. Se calcula multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ .

El caudal máximo diario se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$QMD = Q_{md} \cdot k_1$$

Donde:

$Q_{md}$  = caudal medio diario (L/s)

$k_1$  = El coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ .

El Coeficiente de consumo máximo diario,  $k_1$ , se obtiene de la relación entre el mayor consumo diario y el consumo medio diario, utilizando los datos registrados en un período mínimo de un año. Para el nivel de complejidad alto el  $k_1$  Máximo es de 1.2

#### ➤ Caudal Máximo Horario

El caudal máximo horario, QMH, corresponde al consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula como el caudal máximo diario (QMD) multiplicado por el coeficiente de consumo máximo horario,  $k_2$ , según la siguiente ecuación:

$$QMH = QMD \cdot k_2$$

Donde:

$k_2$  = El coeficiente de consumo máximo horario.

El Coeficiente de consumo máximo horario,  $k_2$ , con relación al consumo máximo diario,  $k_1$ , puede calcularse, para el caso de ampliaciones o extensiones de sistemas de acueducto, como la relación entre el caudal máximo horario, QMH, y el caudal máximo diario, QMD, registrados durante un período mínimo de un año, sin incluir los días en que ocurran fallas relevantes en el servicio.

Los valores máximos de  $k_2$  para el sistema de acueducto de EMCALI EICE ESP son:

Red de distribución: 1.50

Red secundaria: 1.45

Red matriz: 1.40

Los caudales de diseños se aplicarán teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Para la aducción o conducción debe diseñarse con el caudal máximo diario (QMD) más las pérdidas en la conducción o aducción y las necesidades en la planta de tratamiento. En estos casos se supone que existe almacenamiento.

En todos los casos debe adicionarse el caudal estimado para el consumo de agua de lavado, de filtros y sedimentadores y el consumo interno de la planta.

Para la red de distribución, el caudal de diseño debe ser el caudal máximo horario (QMH) más el caudal de incendios.

Para la asignación del caudal de incendios se debe tener en cuenta los siguientes criterios:

Para zonas residenciales densamente pobladas o zonas con edificios multifamiliares, comerciales e industriales debe contemplarse una demanda mínima contra incendio equivalente a cuatro hidrantes funcionando de manera simultánea, cada uno con un caudal mínimo de 10 l/seg., para zonas residenciales unifamiliares deben considerarse dos hidrantes cada uno con un caudal mínimo de 10 l/seg.

#### **6.3.4 Pérdidas en la red de acueducto**

Para los diseños en el sistema de distribución de EMCALI EICE ESP se aceptará un porcentaje de pérdidas máximo del 25% (B-2.7 RAS-2017).

Desde la concepción del proyecto y la realización del diseño, el consultor deberá tener en cuenta la Sectorización Hidráulica del Sistema de Acueducto que opera EMCALI.

El programa de localización y reducción de pérdidas debe seguir las metas establecidas en la Ley 373 de 1997, o la que la reemplace, en su artículo 4º y debe estar acorde con las disposiciones de las CRA y las Corporaciones Regionales.

#### **6.3.5 Calidad de agua en la red**

En la etapa de diseño de la red de agua potable, es necesario conocer la calidad de agua en cada uno de los puntos de la red, dados los niveles de cloro y de otros químicos, así como de turbiedad del agua en las plantas y los tanques de abastecimiento en los cuales pueda existir la adición de químicos, para asegurar desde la etapa de diseño que el agua cumplirá en toda la red de distribución con la calidad de agua estipulada en el decreto 475 de 1998, o el que lo reemplace.

#### **6.3.6 Presiones en la red de acueducto**

La presión mínima establecida es de 15 m.c.a. en la red, conforme a lo establecido en el Contrato de Condiciones Uniformes, esta debe tenerse cuando por la red de distribución esté circulando el caudal de diseño.

La presión máxima establecida corresponde a los niveles estáticos, es decir, cuando no haya flujo en movimiento a través de la red de distribución, pero sobre ésta esté actuando la máxima cabeza producida por los tanques de abastecimiento, por la Estación Reguladora de Presión (ERP), esta se ajustará de acuerdo a lo establecido en el sector hidráulico correspondiente.

Los desarrollos urbanísticos en Conjunto Cerrado o Edificaciones de más de dos pisos o más de cinco grupos de baño, deben contar con su propio Sistema especial de abastecimiento interno con tanque de almacenamiento bajo y equipo de presión. En ningún momento se permite el bombeo directo desde la red de distribución.

### **6.3.7 Diámetro de las redes de acueducto**

En los casos que sea necesario realizar cálculos hidráulicos para la definición del diámetro de la red, debe hacerse con los diámetros reales internos de las tuberías comerciales.

El diámetro mínimo a utilizar en las redes de distribución para el sistema de acueducto de EMCALI EICE ESP es de 4 pulgadas.

En sectores comerciales e industriales, zonas de hospitales, clínicas y escolares, el diámetro mínimo a usar será de 6 pulgadas y deberán conectarse a tuberías diámetro 8 pulgadas o mayores.

En los sectores consolidados en donde ya existan diseños previos, los diámetros de las tuberías se asignarán de acuerdo al Plan General de la Red y se indicará en las Condiciones Técnicas para la prestación del servicio de Acueducto.

### **6.3.8 Deflexiones máximas permitidas en uniones**

Para la ciudad de Cali, situado en zona de amenaza sísmica alta no se recomienda deflectar las tuberías rígidas en las uniones mecánicas, con el fin de mantener su flexibilidad y dar seguridad a la red.

### **6.3.9 Interferencias**

Cuando durante el proceso de diseño se presenten interferencias inevitables, en especial con tuberías de alcantarillado, se deberá indicar la forma de obviarlas usando accesorios (desvíos y/o curvas) e ilustrarlo mediante un perfil y despiece detallado a escala.

### **6.3.10 Materiales para las tuberías de la red de acueducto**

En el diseño y construcción de los diferentes componentes del sistema de acueducto de EMCALI EICE ESP se pueden utilizar los siguientes materiales:

- Acero con revestimiento anticorrosivo interno y externo (A).
- Hierro dúctil (HD).
- Polivinilo de cloruro Biorientado (PVC-O).
- Poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP).
- Polietileno de alta densidad (PEAD).
- Polietileno de baja densidad (PE 40 y PE 80) para instalaciones domiciliarias.

Para la selección de los materiales que conforman las tuberías deben cumplirse los requisitos establecidos en la Norma “NDI-SE-AA-018 Criterios para la selección de materiales de tuberías para redes de acueducto y alcantarillado”.

### **6.3.11 Límites de velocidad**

Con base en criterios económicos y operacionales, las velocidades en las tuberías para el caudal de diseño, en las redes operadas por EMCALI EICE ESP no deben ser menores de 0.50 m/seg. ni mayores a 2.50 m/seg.

Para las líneas expresas se deberá tener en cuenta las condiciones particulares, como por ejemplo el consumo máximo diario, estableciéndose estos límites por las siguientes razones:

El límite inferior se establece con el objeto de evitar la reducción de rugosidad o fricción por incrustaciones internas, así como permitir una mayor utilización de las tuberías existentes o proyectadas, evitando la subutilización de las mismas, en etapas intermedias del diseño o construcción.

El límite superior se establece con el objeto de evitar pérdidas de carga excesiva, no dañar el revestimiento interno, así como evitar los daños causados por sobrepresiones transitorias que se originen por la operación repentina de las válvulas.

En la Tabla 2 se indica la velocidad máxima de acuerdo con el material de la tubería. La aplicación de esta velocidad máxima para casos puntuales y específicos deberá tener la aprobación previa de la GUENAA.

**TABLA 2. Velocidades máximas según material de tuberías**

Material	Velocidad (m/seg)
Acero con revestimiento	4.0
Hierro Dúctil	4.0
PVC-O	6.0
PEAD	5.0
GRP	6.0

### 6.3.12 Métodos de cálculo

Todo proyecto presentado en la GUENAA deberá ser diseñado por medio de modelos matemáticos con el fin de medir la influencia del proyecto en el funcionamiento general de la red. En el caso de que a causa del proyecto se presenten condiciones desfavorables para la GUENAA o para sus suscriptores, el proyecto deberá complementarse con los correctivos necesarios, lo cual es condición indispensable para su aprobación.

Para proyectos que por su localización no queden enmarcados dentro del Plan General de la Red de Acueducto de la ciudad de Cali, el proyectista deberá elaborar un estudio completo de caudales, presiones residuales y calidad del agua, para las redes a diseñar.

Para aducciones y conducciones, en todos los casos debe efectuarse el estudio hidráulico del flujo a través de la tubería, con el fin de determinar si las tuberías trabajan a presión o como canales, es decir, a superficie libre, lo cual dependerá de las características topográficas de la zona y del diámetro del conducto. En ningún caso se permitirán presiones manométricas negativas. Además, deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos:

1. Para el cálculo hidráulico y la determinación de las pérdidas por fricción en tuberías a presión debe utilizarse la ecuación de Darcy-Weisbach junto con la ecuación de Colebrook & White. También puede utilizarse la ecuación de Hazen-Williams, con la debida consideración de los rangos de validez y la exactitud de ella. Para el caso de flujo a superficie libre a través de tuberías debe utilizarse la ecuación de Chèzy; también pueden utilizarse las ecuaciones de Flamant y de Manning, siempre y cuando se garantice que el flujo a través de la tubería sea turbulento e hidráulicamente rugoso.
2. La ecuación de Darcy-Weisbach, junto con la ecuación de Colebrook & White, es adecuada para todos los tipos de flujo turbulento.
3. En el cálculo de flujo en tuberías debe considerarse el efecto producido por cada uno de los accesorios colocados en la línea y que produzcan pérdidas de cabezas adicionales, como válvulas, codos, reducciones, ampliaciones, etc.

### Ecuación para el cálculo de las pérdidas menores

Para el cálculo de las pérdidas menores debe utilizarse el coeficiente de pérdidas menores multiplicado por la cabeza de velocidad en el sitio donde se localice el accesorio, según la siguiente ecuación:

$$H = K_m \cdot \frac{V^2}{2 \cdot g}$$

Donde:

- H = Altura de pérdidas menores (m)  
 g = Aceleración de la gravedad (m/seg<sup>2</sup>)  
 V = Velocidad media del flujo (m/seg)  
 Km = Coeficiente de pérdida menor (adimensional)

Se debe justificar el valor de cada coeficiente de pérdidas menores para cada uno de los accesorios, con base en la bibliografía adoptada por el diseñador. A modo de ejemplo, se presenta la Tabla 3 con algunos coeficientes de pérdidas menores para accesorios típicos de aducciones a presión.

**TABLA 3. Coeficientes de pérdidas menores para accesorios comunes**

Accesorio	K <sub>m</sub>
Válvula de globo, completamente abierta	10.0
Válvula de mariposa, completamente abierta	5.0
Válvula de cheque, completamente abierta	2.5
Válvula de compuerta, completamente abierta	0.2
Codo de radio corto	0.9
Codo de radio medio	0.8
Codo de gran radio	0.6
Codo de 45°	0.4
Te, en sentido recto	0.3
Te, a través de la salida lateral	1.8
Unión	0.3
Ye de 45°, en sentido recto	0.3
Ye de 45°, salida lateral	0.8
Entrada recta a tope	0.5
Entrada con boca acampanada	0.1
Entrada con tubo entrante	0.9
Salida	1.0

También puede utilizarse el método de las longitudes equivalentes de tubería, añadiendo dichas longitudes a la longitud real del tramo.

Para el cálculo hidráulico de la red de distribución deben utilizarse los métodos de la Teoría Lineal o del Gradiente (o de Hardy Cross), el de las Longitudes Equivalentes, o cualquier otro método de cálculo similar, el cual debe ser previamente aprobado por EMCALI EICE ESP.

Además, deben tenerse en cuenta las siguientes especificaciones:

1. Debe utilizarse software especializado para la modelación hidráulica de la red, los cuales son programas comerciales ampliamente conocidos y que están basados en los métodos anteriormente mencionados. En caso de que para el diseño de la red de distribución se opte por un programa basado en métodos diferentes, éste debe ser aprobado por EMCALI EICE ESP.
2. El método de cálculo o el programa utilizado para el análisis hidráulico de la red debe permitir el análisis de líneas abiertas, en conjunto con el de las redes cerradas.

3. El método o programa de computador, debe permitir el cálculo optimizado de la red de distribución. Esto quiere decir que los diámetros resultantes para cada una de las tuberías que conforman la red de distribución deben estar optimizados desde el punto de vista de los costos globales de la red.
4. Los errores de cierre para el cálculo hidráulico de la red serán como máximo 0.01 m.c.a., en el caso de que el criterio de convergencia sea la cabeza piezométrica en los nodos de la red, o 1.0 l/s en el caso de que el criterio de convergencia sea el cumplimiento de la ecuación de continuidad en cada uno de los nodos de la red.
5. Para el cálculo hidráulico de la red, el programa o método utilizado debe hacer uso de las ecuaciones de pérdida de cabeza en una tubería simple.

### **6.3.13 Pendientes de las tuberías**

Con el objeto de permitir la acumulación de aire en los puntos altos de la tubería y su correspondiente eliminación a través de las válvulas de ventosa colocadas para este efecto y con el fin de facilitar el arrastre de los sedimentos hacia los puntos bajos y acelerar el desagüe de las tuberías, éstas no deben colocarse en forma horizontal.

Las pendientes mínimas recomendadas son las siguientes:

1. Cuando el aire circula en el sentido del flujo del agua, la pendiente mínima debe ser 0.04%.
2. Cuando el aire fluye en el sentido contrario al flujo del agua la pendiente mínima debe ser 0.1%.
3. En este último caso, la pendiente no debe ser menor que la pendiente de la línea piezométrica de ese tramo de la tubería de aducción o conducción.
4. Cuando sea necesario uniformizar las pendientes a costa de una mayor excavación, con el fin de evitar un gran número de válvulas ventosas y cámaras de limpieza, debe realizarse una comparación económica entre las dos opciones: Una mayor excavación o mayor número de accesorios.

### **6.3.14 Especificaciones de los revestimientos**

Además de los aspectos estructurales, para la definición de los materiales de las tuberías para revestimientos internos, deben considerarse las velocidades máximas de operación previstas.

### **6.3.15 Cruces de la red de acueducto**

#### **6.3.15.1 Cruces con carreteras o vías férreas**

Cuando una o varias de las tuberías que conforman la red de distribución crucen carreteras o vías férreas, las tuberías deben estar acompañadas de estructuras especiales de protección o de sostenimiento que garanticen la seguridad de la tubería. Se recomienda que los conductos que crucen carreteras o vías férreas se coloquen dentro de camisas de mayor sección.

#### **6.3.15.2 Cruces con redes de alcantarillado**

En todos los cruces de las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable con tuberías del sistema de alcantarillado, los conductos de la red de distribución de acueducto deben ir por encima de las redes de alcantarillado.

### 6.3.15.3 Cruces con quebradas u otras estructuras

En caso de que una o varias de las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable crucen quebradas u otras estructuras que no puedan removerse, deben diseñarse los dispositivos más convenientes y proyectarse las defensas necesarias para garantizar la integridad de los conductos de la red de acueducto.

### 6.3.16 Distancias mínimas

Las distancias mínimas que deben existir entre los tubos que conforman la red de distribución de agua potable y los ductos de otras redes de servicio público se indican a continuación y en todo caso debe estar acorde con los esquemas de la distribución subterránea de servicios y los esquemas de Anexo 4, mencionados en numeral 6.2.7 de la presente Norma.

La distancia mínima a la red de alcantarillado debe ser de 1,50 m horizontal y 0.50 m vertical.

La distancia mínima a la red de teléfonos, energía y redes domiciliarias de gas debe ser 1.20 m horizontal y 0.50 m vertical.

La distancia vertical se entiende como la distancia entre la cota de batea de la tubería de acueducto y la cota clave de las otras redes de servicios públicos.

En el caso que por falta física de espacio o por un obstáculo insalvable, sea imposible cumplir con las distancias mínimas anteriormente relacionadas, la tubería de acueducto deberá ser revestida exteriormente con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia, que garantice su estanqueidad ante la posibilidad de contaminación por presiones negativas.

### 6.3.17 Profundidad de las tuberías de acueducto

Las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable deben colocarse teniendo en cuenta los siguientes requisitos sobre profundidades:

**Profundidad mínima:** La profundidad mínima a la cual deben colocarse las tuberías de la red de distribución no debe ser menor que 1.0 m medidos desde la clave de la tubería hasta la superficie del terreno.

Para los casos críticos de construcción donde sea necesario colocar la clave de la tubería entre 0.60 m y 1.0m de profundidad debe hacerse un análisis estructural teniendo en cuenta las cargas exteriores debidas al peso de tierras, cargas vivas, impacto y otras que puedan presentarse durante el proceso de construcción. Se exceptúan las zonas en donde se garantice que no habrá flujo vehicular.

**Profundidad máxima:** La profundidad de las tuberías que conforman la red de distribución, en términos generales, no debe exceder de 1.50 m. Los casos especiales deben presentarse para estudio y aprobación de EMCALI EICE ESP.

## 6.4 ACCESORIOS

### 6.4.1 Válvulas

Las válvulas en los sistemas de agua potable se clasifican, de acuerdo con la función deseada en, válvulas de corte, válvulas de cierre, válvulas de cierre permanente, válvulas de admisión o expulsión de aire (ventosas), válvulas de regulación de presión, válvulas de regulación de caudal, válvulas reductoras de presión, válvulas de prevención de reflujo (válvulas de cheque), válvulas de drenaje o purga, válvulas de paso directo y válvulas de alivio.

Complementario a lo indicado en la Normas: “NDI-PM-DA-016 Criterios para selección de válvula” y “NCO-SE-DA-010 Aspectos Técnicos para instalación de válvulas”, se debe tener en cuenta que en la elaboración de proyectos se presenta la necesidad de usar diferentes tipos de válvulas cuya localización y empleo se deberá regir por lo estipulado a continuación:

#### 6.4.1.1 Válvulas de servicio ordinario o de corte

Son aquellas que se utilizan en las redes de Acueducto para aislar parte de las mismas.

Debe analizarse y sustentarse la disposición de las válvulas teniendo en cuenta la flexibilidad de operación del sistema y la economía en el diseño para reducirlas a un mínimo al aislar un sector o zona de servicio.

Estas válvulas deberán localizarse, mientras sea factible, en espacio público y a la menor distancia posible de la esquina.

Para las zonas de desarrollo tipo unifamiliar la distancia entre válvulas hasta de 10” (250mm) de diámetro inclusive, será tal que la longitud de tubería aislada en un circuito no sea mayor a 600m.

En casos especiales primará el criterio de la Unidad de Ingeniería, previa consulta con la Unidad de Distribución.

Para tuberías de diámetros mayores a 10” (250mm) se deberá cumplir la siguiente Tabla 4:

**TABLA 4. Distancia entre válvulas**

Diámetro de Líneas	Distancia entre Válvulas
300 mm (12”)	400 metros
350. 400 y 450 mm (14”, 16” y 18”)	600 metros
500 y 600 mm (20” y 24”)	800 metros
700 y 800 mm (28” y 32”)	1000 metros
900 y 1000 mm (36” y 40”)	1500 metros

Además, todo ramal que se desprenda de una tubería principal (Diámetro 12” o mayor), deberá llevar una válvula en el arranque a una distancia máxima de 3 metros.

En todos los puntos de empate, entre tuberías de diámetro diferente, la válvula debe colocarse sobre la tubería de menor diámetro.

En tees y cruces de tubería, deben especificarse las válvulas de corte necesarias para facilitar el aislamiento de un tramo, sin afectar a los demás.

En todo cruce entre dos tuberías principales que no estén conectadas por pertenecer a sistemas de presión diferente o a sistemas de prestación del servicio diferentes debe diseñarse una interconexión de servicio obturada mediante una válvula de corte. El diámetro de esta interconexión debe ser, como mínimo, igual al del menor diámetro de las tuberías del cruce.

En todo caso la ubicación de las válvulas debe armonizar con las condiciones definidas en el Sector Hidráulico correspondiente.

Dentro de válvulas de uso ordinario se establece el empleo de dos (2) tipos:

- Válvulas de Compuerta
- Válvulas de Mariposa

Las válvulas de compuerta serán de vástago no ascendente y extremo liso y de sello elástico. Serán de extremo campana solo en los casos especiales cuyo diseño lo requiera.

En tuberías cuyo material sea de CCP, Hierro Dúctil, o Acero, con diámetro mayor o igual a 14", se recomienda usar válvulas de extremos bridados con su respectiva unión de montaje.

Las válvulas de compuerta se utilizarán solo hasta diámetros de 12", inclusive y presiones menores de 60 m.c.a.

Las válvulas de mariposa son utilizadas ordinariamente abiertas o cerradas. Se podrán utilizar para todos los diámetros. Cuando se instalen en tuberías cuyo diámetro sea superior a 16", se usarán uniones de montaje si se trata de tuberías de Hierro Dúctil, CCP o Acero. Se deberá tener en cuenta que en su operación el cierre de las válvulas de mariposa debe ser lento.

Cuando se usen válvulas de mariposa deberá tenerse en cuenta que la velocidad máxima en las válvulas no deberá sobrepasar el valor de 4.8 m/seg. Cuando se usen como válvulas de servicio ordinario la velocidad en las válvulas deber ser inferior a 3.0 m/seg.

#### 6.4.1.2 Válvulas de Reducción de Presión

Como su nombre lo indica, son válvulas que se instalan para disminuir la presión en ciertos tramos de la red de distribución, de tal manera que la presión estática no sobrepase el límite fijado por la UENAA, el cual es de 50 m.c.a.

El diámetro de esta válvula debe determinarse de acuerdo con el caudal máximo horario (QMH) para la zona. Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. En general estas válvulas serán del tipo de presión variable aguas arriba, que entregan aguas abajo una presión constante, preestablecida, independientemente de los cambios de flujo que haya lugar en la tubería de servicio sobre la cual ha sido instalada. Sin embargo, el tipo y localización de estas válvulas se estudiará para cada caso en particular.
2. Todas las válvulas reguladoras de presión deben ir acompañadas de válvulas de cierre que permitan el rápido monte y desmonte con fines de mantenimiento y/o cambio.
3. Estas válvulas deben ser completas, con todos los accesorios necesarios para su correcto funcionamiento, y deben estar provistas de un indicador del grado de apertura.
4. El tamaño de la válvula se determinará de acuerdo con la condición de consumo máximo horario del sector, y su selección se hará con base en el gráfico que para efecto suministre el fabricante. En esta selección se deberá chequear que no se presente el fenómeno de cavitación.
5. Este tipo de válvula se instalará en cámaras especiales, conformando estaciones reductoras de presión tales como la mostrada en el Anexo 5.
6. El consultor podrá presentar arreglos diferentes a los mostrados en las gráficas de las presentes normas, sustentándolos con base en las condiciones especiales del proyecto o porque demuestre mejor funcionalidad de las mismas.

#### 6.4.1.3 Válvulas Ventosas

Son elementos utilizados para permitir la evacuación del aire atrapado en la tubería y también para permitir el ingreso del aire durante la inspección y/o mantenimiento de la misma.

Considerando la función para la cual son diseñadas las hay de admisión de aire (orificio grande), expulsión de aire (orificio pequeño) y de admisión y de expulsión de aire, denominadas de doble efecto.

Las válvulas ventosas deberán ser instaladas en todos los puntos donde haya la posibilidad de acumulación de aire en la tubería o no sea posible su remoción hidráulica, esto es, cuando la velocidad del flujo sea inferior a la velocidad crítica.

Para que exista la remoción hidráulica del aire es necesario que la velocidad mínima operacional sea igual o superior a la velocidad crítica. En caso de no existir la remoción hidráulica será necesaria la instalación de ventosas para la remoción mecánica del aire.

Generalmente deberán ser instaladas en:

- Puntos altos de las tuberías principales (ejemplo: sifones, etc.), donde no sea posible la remoción hidráulica o donde no sea posible utilizar las conexiones domiciliarias para la expulsión del aire, debe instalarse una válvula de doble acción (ventosa automática) con el fin de evitar que el aire separe la columna de agua en la red cuando esté en operación y permitir la entrada de aire cuando se desocupe, evitando presiones inferiores a las atmosféricas. Debe cumplirse con la norma técnica AWWA C512-92.
- Puntos de quiebre o cambios bruscos de pendiente o picos.
- Tramos horizontales sobre tuberías principales cada 1000 metros.
- Tuberías expresas o transmisiones en diámetros mayores a 30" 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.
- En las redes de distribución de acueducto pueden instalarse ventosas simples o de orificio pequeño, cuando las condiciones especiales de operación las requieran.
- En los casos de una aducción de agua cruda o conducción de agua potable, los dispositivos previstos deben instalarse de tal manera que sus aperturas se sitúen por lo menos 1 metro por encima del nivel máximo de agua que pudiera acumularse en el sitio de la ventosa.
- En las líneas de conducción deben disponerse puntos intermedios para la entrada de aire en la tubería cuando la línea piezométrica, o la línea de gradiente hidráulico correspondiente a la descarga de un tramo de conducto durante operaciones de mantenimiento y/o reparación, se sitúe por debajo de éste, de forma tal que cause problemas de discontinuidad en la columna líquida o problemas de posible colapso de la tubería por aplastamiento.
- En casos de sistemas de bombeo, deberán 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 efecto, cuando se instalen sobre tuberías flexibles. La relación de diámetros entre la derivación a la ventosa y el diámetro debe ser:

Para el tipo "escape de aire"	1:12
Para el tipo "escape y admisión de aire"	1: 8

El dimensionamiento del orificio de la ventosa se estudiará en cada caso, teniendo en cuenta:

- El tamaño de las ventosas en las líneas que conforman la red secundaria de distribución debe ser superior a 25 mm (1 pulgada) e inferior a 50 mm (2 pulgadas).
- En las líneas de conducción, las ventosas tendrán los siguientes diámetros mínimos:
  - Para tuberías con diámetro nominal menor o igual a 100 mm (4 pulgadas) el diámetro mínimo será de 50 mm (2 pulgadas)
  - Para tuberías con diámetro nominal mayor que 100 mm (4 pulgadas) el diámetro mínimo de las ventosas será de 75 mm (3 pulgadas).
- Observación especial. En caso de que las válvulas ventosas a instalar sean de diámetros superiores a 4", se deberá exigir una válvula ventosa adicional de menor diámetro, que permita expulsión de las pequeñas cantidades de aire que no alcanzarán a accionar el mecanismo de la válvula grande.

Toda válvula de ventosa debe poder aislarse de la tubería principal por medio de una válvula de corte.

Cada ventosa debe estar protegida con una cámara de inspección accesible, con su respectivo drenaje y completamente asegurada.

Los dispositivos de entrada de aire deben localizarse de tal modo que no se introduzca agua extraña al sistema.

En el Anexo 6 se indican las alternativas para la instalación de la válvula ventosa sobre la tubería.

#### 6.4.1.4 Válvulas Pitométricas

En todas las tuberías mayores o iguales a 6" de diámetro deberán dejarse previstas e instaladas válvulas pitométricas de Ø 1", las cuales se ubicarán exactamente y en forma perpendicular en las claves de las tuberías. Para ello, a las tuberías se les dejarán salidas en Ø 1" desde su fabricación.

Estas válvulas estarán ubicadas a la mayor distancia posible de un accesorio, quedando como mínimo 20 diámetros antes o después de éste. El diámetro del que se habla se refiere al de la tubería sobre la cual se instala la válvula pitométrica.

En casos de Estaciones de Bombeo la válvula pitométrica a instalar en la tubería de impulsión tratará de instalarse a 50 diámetros de distancia del punto de arranque de dicha tubería, y en los casos donde no sea posible, como mínimo se localizará a una distancia de 20 diámetros.

Hasta donde sea posible, las válvulas pitométricas deberán instalarse dentro de una cámara, en zonas verdes o andenes.

Para la ubicación de las válvulas pitométricas deberá coordinarse con la Unidad de Distribución de Acueducto.

#### 6.4.1.5 Válvulas de regulación de caudal

Usualmente estas válvulas se instalan aguas abajo de las válvulas reguladoras de presión y tienen por objetivo dejar pasar un caudal determinado para una presión determinada, el cual es función de la apertura de la compuerta. Se utilizan válvulas de mariposa excéntricas para las cuales la posición de la lenteja se encuentra calibrada.

No se deben utilizar válvulas de compuerta como válvulas reguladoras de caudal.

#### 6.4.1.6 Válvulas de cheque

En las tuberías de la red secundaria que estén aguas abajo de una bomba (líneas de impulsión de la bomba), deben colocarse válvulas de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso de agua, con el consiguiente vaciado de la tubería y los posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería. Deben cumplirse las normas técnicas correspondientes.

#### 6.4.1.7 Válvula de sectorización

Corresponden a válvulas de compuerta o de mariposa, instaladas en la red de distribución de agua potable con el fin de sectorizar la red.

#### 6.4.1.8 Válvulas de alivio

Son válvulas que protegen la tubería contra excesos de presión ya sean causados por golpe de ariete o por operaciones anómalas en la red de distribución. Cuando la presión en la tubería supera un límite preestablecido, la válvula se abre generando una caída de presión piezométrica. La descarga de la válvula de alivio se debe dirigir directamente a un colector de alcantarillado o a un canal de drenaje con la capacidad adecuada.

#### 6.4.1.9 Otros tipos de válvulas

Conviene indicar que en algunos proyectos será necesario usar ciertos tipos de válvulas muy específicos, caso en el cual su selección se hará de común acuerdo con la Unidad de Ingeniería.

### 6.4.2 Ramales de Purga

En los puntos más bajos de las líneas, con diámetros mayores o iguales a 400 mm (16"), se deben instalar ramales de purga con el fin de drenar toda el agua de la línea cuando fuere necesario. Sin embargo, en conducciones o tubos matrices de diámetros menores a 400 mm (16") que por el desarrollo de su recorrido presentan puntos bajos, el proyectista decidirá si se justifica la colocación de ramales de purga.

Los ramales están conformados por tramos cortos de tubería conectados a la batea de la tubería principal y por una válvula de servicio ordinario, tipo compuerta o mariposa de extremos bridados, denominada comúnmente válvula de purga; el tramo de ramal instalado hasta la válvula no deberá permitir ningún tipo de desplazamiento.

Salvo en los casos en que se tenga drenaje disponible por gravedad a cauces de agua, canales o cunetas de calzadas, sin peligro de contaminación de la red de acueducto, la descarga de los ramales de purga deberá hacerse a cámaras exclusivamente concebidas para drenar por medio de bombeo, adosadas a la cámara de la válvula (Anexo 7).

Debe justificarse plenamente cuándo en un punto bajo no se requiere válvula de purga.

Para el diseño de las válvulas de drenaje se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La descarga debe permitir la eliminación de toda el agua contenida en la tubería.
2. El diámetro de la tubería de desagüe debe estar entre 1/3 y 1/4 del diámetro de la tubería principal, con un mínimo de 75 mm (3 pulgadas) para tuberías mayores que 100 mm (4 pulgadas). Para diámetros menores debe adoptarse el mismo diámetro de la tubería principal.
3. Cada válvula de purga debe estar protegida con una cámara de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado de la tubería y los posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería.

El diámetro de la válvula de purga será el que resulte del análisis hidráulico que involucre el desnivel existente entre el punto más alto y el punto de purga del tramo de tubería a drenar, diámetro, longitud de dicho tramo, volumen a drenar y el tiempo de descarga permitido.

Para líneas de tubería a partir de 700 mm (28") de diámetro, es necesario dejar previsto por lo menos un (1) ramal de purga entre válvulas de seccionamiento de dicha línea, el cual, como se indicó antes, deberá quedar en la parte más baja.

En general se recomiendan los siguientes tiempos de descarga según diámetros:

**TABLA 5. Tiempos de Descarga**

Diámetro de la Tubería (Pulg.)	Tiempo de Descarga (Horas)
$\emptyset < 16$	2 -4
$16 < \emptyset < 24$	4

24 < Ø < 36	6
36 < Ø < 48	8
Ø > 48	10

Para los diámetros mayores a 400 mm (16”), el diámetro mínimo será de 100 mm (4”). Para drenaje de tuberías menores de 16” de diámetro, el diámetro mínimo del ramal de purga será de 2”.

Es importante mencionar que el buen funcionamiento de los ramales de purga está estrechamente ligado a la correcta ubicación y dimensionamiento de las válvulas ventosas en los puntos más altos de los ramales que ellos drenan.

### 6.4.3 Hidrantes

Los hidrantes que se proyecten en los diseños de redes de acueducto deben contener tres salidas (dos salidas en diámetro 2 ½ “ y una en diámetro 4 ½”), en los siguientes diámetros:

- Con base 4”
- Con base 6”

Tener en cuenta lo estipulado en el Título B del RAS y su actualización mediante resolución 330 del 8 junio de 2017, en sus artículos 70 Caudal de incendios, artículo 71 Disposición de hidrantes, artículo 72 Diámetros mínimos de los hidrantes; se debe garantizar como mínimo 10 lps disponibles en cada hidrante.

Siempre deberán cumplir con lo descrito a continuación:

#### 6.4.3.1 Localización

La distancia entre hidrantes deberá ser la siguiente:

Para zonas industriales y comerciales cada 100 m.  
 Para zonas residenciales cada 300 m.  
 Para zonas multifamiliares cada 150 m.

Se proyectarán hidrantes en la cercanía de edificaciones donde se concentren numerosas personas como centros educativos, hospitalarios, religiosos, teatros entre otros.

#### 6.4.3.2 Ubicación

La ubicación de hidrantes debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Los hidrantes deben instalarse en el límite de dos predios, aproximadamente a 10 m de la intersección de los paramentos y en una zona verde o en el andén.
2. Cuando se coloquen en el andén no deben instalarse a una distancia mayor que 0.5 m del borde exterior hacia adentro.
3. Cuando se instalen sobre la zona verde, no deben ponerse a una distancia menor que 0.5 m del borde exterior del cordón.
4. Los hidrantes deben instalarse alejados de obstáculos que impidan su correcto uso.
5. No deben localizarse en las calzadas de las vías ni contiguos a postes u otros obstáculos que no permitan su correcto uso en caso de incendio.
6. Las bocas de los hidrantes deben quedar hacia la calle.

7. En la colocación del hidrante deben colocarse tantas extensiones sean necesarias para que el hidrante quede saliente en su totalidad por encima del nivel del terreno.
8. Antes de colocar el hidrante debe comprobarse si su funcionamiento es correcto.
9. Se ubicarán de preferencia en las esquinas, en las intersecciones de dos calles y sobre la acera, para un mejor acceso.

Si fuere necesario instalar un hidrante en la mitad de la cuadra, se estudiará el caso en particular.

#### 6.4.3.3 Alimentación

Los hidrantes deberán ser de base 6" y su alimentación se deberá hacer desde una tubería cuyo diámetro mínimo sea 6".

Para cada hidrante se deberán proyectar dos curvas de 22.5°, instalando la válvula del hidrante en la parte baja de la línea de alimentación. Esta válvula en lo posible deberá quedar sobre andén o zona verde y lo más cerca posible al hidrante. (Ver Anexo No. 8).

#### 6.4.3.4 Capacidad de los hidrantes

En áreas comerciales, industriales o residenciales con una densidad superior a 200 habitantes por hectárea, los hidrantes deben tener una capacidad mínima de 20 L/s. Para el área restante la capacidad mínima debe ser de 5 L/s.

#### 6.4.3.5 Presión en los hidrantes

Para zonas residenciales la presión mínima en los hidrantes debe ser de 98.1 kPa (10 mca) y para las zonas comerciales e industriales o zonas residenciales con edificios multifamiliares, la presión mínima debe ser de 196 kPa (20 mca).

La presión mínima de trabajo de los hidrantes debe ser de 980 kPa (100 mca) y deben soportar una presión de prueba de 1960 kPa (200 m de columna de agua).

#### 6.4.3.6 Color del hidrante

La parte superior del hidrante debe pintarse de acuerdo con su caudal y siguiendo normas internacionales, tal como se establece a continuación.

Rojo:	Caudales hasta 32 L/s
Amarillo:	Caudales entre 32 y 63 L/s
Verde:	Caudales superiores a 63 L/s.

Para Hidrantes consultar adicionalmente la Norma "NCO-SE-DA-006 Instalación de hidrantes y sistemas para válvulas en redes secundarias de distribución de acueducto".

### 6.4.4 Uniones

Este tipo de accesorio específicamente se refiere a los usados en casos muy especiales para protección de los sistemas de distribución, así como también para facilidad en los trabajos de mantenimiento. Las más usadas se indican a continuación:

#### 6.4.4.1 Uniones de aislamientos

Este tipo de unión se usa específicamente con tuberías de acero para evitar que se vuelvan conductoras de corrientes eléctricas. El objeto de su instalación es aislar una larga conducción en tramos cortos. Su localización se hace de acuerdo con los resultados de ensayos de terreno y con el criterio del encargado del diseño.

#### 6.4.4.2 Uniones de expansión

Este tipo de unión tiene uso especial en la succión y la descarga de sistemas de bombeo y en las descargas de compresores. Su localización se hace inminente antes y después de las bombas y en el caso de compresores inmediatamente después de ellos, para absorber en ambos casos, cualquier tipo de movimiento que se presente.

En sistemas con diámetros inferiores a 30", la unión de expansión reemplazará a la unión de montaje.

#### 6.4.4.3 Unión de montaje

Este tipo de unión hace referencia a aquellas que permiten alguna flexibilidad en sistemas rígidos y facilitan las labores de mantenimiento de los elementos instalados. Un ejemplo de ellas son las uniones Dresser. Su localización está determinada por los elementos o accesorios que son susceptibles a mantenimiento o cambio. En redes de distribución se usarán con válvulas de Ø 14" en adelante cuando la tubería donde se instale dicha válvula sea de CCP, Acero o Hierro Dúctil. En la misma forma, su uso será indispensable en tuberías de acero expuestas a grandes variaciones de temperatura.

En los sistemas de bombeo con accesorios de diámetro inferior a 30", se usarán como uniones de montaje las uniones de expansión. Cuando el diámetro es mayor o igual a 30", además de las uniones de expansión será indispensable usar uniones de montaje, localizadas junto a la válvula de mariposa.

#### 6.4.4.4 Juntas elásticas acerrojadas

Este tipo de junta se usa específicamente en las tuberías de hierro dúctil, para neutralizar los esfuerzos dinámicos producidos por el fluido transportado. Estas juntas transmiten a la pared de la tubería esfuerzos que tienden a desacoplar los ductos, siendo neutralizados por el rozamiento entre el terreno y la pared de los tubos, en los tramos subterráneos, o por el anclaje en los apoyos de los tramos aéreos.

Se usa cuando los bloques de concreto utilizados como anclajes son demasiado voluminosos y, por lo tanto, de difícil ejecución en zonas congestionadas de centros urbanos o de sectores industriales. También se recomienda su utilización en terrenos inestables, cruzamiento de ríos y canales o en pendientes acentuadas.

En los proyectos en los cuales se proponga este tipo de juntas, su número se sustentará presentando memoria de cálculo que deduzca la cantidad necesaria.

### **6.4.5 Estructuras complementarias**

#### 6.4.5.1 Cámaras para válvulas y bocas de acceso

Todas las válvulas y/o bocas de acceso deberán estar alojadas en cámaras, cuyas características varían según la clasificación que a continuación se indica:

##### 6.4.5.1.1 Cámara Tipo 1

Este tipo de cámara se usa para válvulas hasta 350 mm (14"). Son cámaras de forma circular de 1.1 m de diámetro interior, construidas con ladrillo tizón y se usarán cada vez que las válvulas se alojan se encuentran en vías vehiculares. Las características de la cámara y el detalle estructural de la tapa se indican en los Anexos 9 y 10.

#### 6.4.5.1.2 Cámara Tipo 2 A

Este tipo de cámara se usa para válvulas hasta de 350 mm (14"), localizadas en zonas verdes o andenes, con una profundidad igual o menor a 1.5 m.

Son cámaras de forma rectangular de 1.0 x 0.8 m construidas con ladrillo en soga. Las características de la cámara y el detalle estructural de la tapa se indican en los Anexos 11 y 12.

#### 6.4.5.1.3 Cámara Tipo 2 B

Son cámaras que se usan bajo las mismas condiciones de la anterior (2 A) a excepción de la profundidad, pues esta permite profundidades mayores a 1.50 m. Son también rectangulares pero las paredes construidas con ladrillo tizón.

#### 6.4.5.1.4 Cámara Tipo 3

Estas cámaras se usan para válvulas de compuerta de 400 mm (16") de diámetro con extremo campana y para válvulas de compuerta de 350 mm (14") y 400 mm (16") de diámetro con extremos bridados usadas en tuberías de CCP y Acero.

Serán de forma rectangular, construidas con ladrillo tizón de acuerdo con las características que se indican en el Anexo 13

#### 6.4.5.1.5 Cámara Tipo 4

Este tipo de cámara se utiliza para válvulas de mariposa con extremos bridados de diámetro mayor de 400 mm (16"). Serán de forma rectangular, construidas con ladrillo tizón de acuerdo con las características que se indican en el Anexo 14.

En circunstancias muy específicas se podrán diseñar cámaras especiales de común acuerdo con la Unidad de Ingeniería de la UENAA.

Todas las cámaras tendrán solados de concreto simple de 120 k/cm<sup>2</sup>, sin embargo, dependiendo del tipo de terreno o cualquier otra circunstancia, el Interventor podrá ordenar el refuerzo conveniente de dicho solado. En cámaras cuyo tamaño lo permita, el solado tendrá pendiente hacia un extremo de la cámara, donde se construirá el pozo de achique.

La tapa de las cámaras tipo 1, 2 A y 2 B, será un elemento prefabricado, construido de acuerdo con las especificaciones indicadas en los Anexos No.10 y No. 12. La Losa superior para las cámaras tipo 3 y tipo 4 será de diseño especial con las especificaciones indicadas en los Anexos 13 y 14.

Toda válvula de campana y/o extremo liso deberá descansar sobre un apoyo y además estar fijada a dicho apoyo mediante varillas de hierro embebidas en él. En el caso de válvulas con bridas, el apoyo se hará en el niple adyacente a la válvula.

Entre la tubería y la mampostería de la cámara deberá dejarse un espacio libre de 3 cm aproximadamente para evitar que los muros transmitan cargas a la tubería.

Toda cámara deberá tener para facilidad de acceso, escalones hechos con varillas de hierro  $\varnothing \frac{3}{4}$ ".

#### 6.4.5.2 Anclajes

Para los anclajes y soportes consultar la norma técnica de EMCALI EICE ESP "NDI-SE-AA-017 Criterios de diseño de anclajes en redes de acueducto y alcantarillado".

### **6.5 VIGENCIA DE APROBACION A LOS DISEÑOS EN SISTEMAS DE ACUEDUCTO**

Las condiciones de prestación del servicio de acueducto pueden variar en el tiempo por razones de tipo técnico, normativo o económico; por tanto, todo proyecto revisado y/o aprobado por EMCALI EICE ESP tiene vigencia de cinco (5) años, contados a partir del oficio de aprobación del diseño y/o fecha del sello de la Unidad de Ingeniería de la GUENAA en los planos, pasado este tiempo debe ser presentada nuevamente la solicitud de actualización de su vigencia en la Unidad de Ingeniería. Esta solicitud debe estar acompañada del Informe Técnico en el que se indique si existen modificaciones al proyecto inicialmente aprobado y así EMCALI EICE ESP determinará la actualización de la vigencia del proyecto por oficio o si requiere ser presentado nuevamente para revisión y aprobación.

Si durante la vigencia del proyecto aprobado se presentan modificaciones: en caso de que la capacidad de la infraestructura se vea comprometida por modificación en la normatividad nacional y/o local, en el Plan de Ordenamiento Territorial del municipio en que se pretenda desarrollar el proyecto, en el cambio de proyecto original a desarrollar, por modificaciones del esquema vial y urbanístico aprobado por el Departamento de Administrativo de Planeación, el consultor debe solicitar ó presentar la actualización del mismo.

## **7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

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.

## **8. ANEXOS**

Ver los anexos en el link que aparece contiguo a la norma:

<https://www.emcali.com.co/documents/107516/125178/Anexos.pdf>