

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 1 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

# NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

## AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

CONTROL DE CAMBIOS		
VERSION	FECHA DE APROBACION	DESCRIPCION DEL CAMBIO

	ELABORADO POR	REVISADO POR	APROBADO POR
<b>Cargo</b>	Profesional III	Subgerente Operaciones	Gerente
<b>Nombre</b>	Nancy Flórez Agudelo	Gustavo Calderón Silva	Sergio Amaris
<b>Firma</b>			
<b>Fecha</b>	Agosto de 2014	Septiembre de 2014	14-01-2015

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 2 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

## 1 CONTENIDO

2	GENERALIDADES .....	7
3	ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO .....	8
4	PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO.....	11
4.1	Planos .....	11
4.1.1	Memorias de cálculo.....	12
4.2	LA REFERENCIA A LAS LEYES, DECRETOS Y CÓDIGOS NACIONALES.....	13
4.3	POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA .....	13
4.3.1	Estimación de la Población.....	13
4.3.2	Estimación de la dotación.....	14
4.3.3	Demanda de agua .....	17
5	SISTEMA DE CONDUCCIÓN .....	19
5.1	CONDICIONES GENERALES .....	19
5.1.1	Periodo de diseño.....	20
5.1.2	Caudal de diseño.....	20
5.1.3	De los estudios topográficos.....	20
5.1.4	Del estudio de suelos .....	21
5.1.5	Recomendaciones de trazado .....	21
5.1.6	Del tipo de conducción .....	23
5.1.7	De la facilidad en acceso a cajas de válvulas y accesorios.....	23
5.1.8	De la protección contra la contaminación del producto .....	23
5.1.9	De la vulnerabilidad y confiabilidad de la línea de conducción .....	24
5.1.10	Del control de crecimiento y desprendimiento de biopelículas .....	25
5.2	DISEÑO DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN.....	26
5.2.1	Diseño .....	26
5.2.2	Modelación Hidráulica .....	27
5.2.3	El Cálculo Hidráulico En Tuberías Simples .....	28
5.3	ESTRUCTURACIÓN HIDRÁULICA.....	36
5.3.1	Requisitos de las tuberías para su instalación.....	36
5.3.2	Accesorios .....	46
5.3.3	COMPROBACIÓN DEL DISEÑO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN .....	61
5.3.4	Macromedición en Sistemas de Conducción.....	62
5.3.5	Dimensionamiento Estructural de la Tubería.....	64
5.3.6	Colocación y Nivelación de la Tubería de Conducción.....	66
5.3.7	Instalación de Tuberías .....	66
5.3.8	Distancias Mínimas a otras Redes de Servicios Públicos .....	67

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 3 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

5.4	ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN .....	67
5.4.1	Prueba Hidrostática .....	68
5.4.2	Desinfección de la Conducción.....	68
5.4.3	Golpe de Ariete.....	69
5.4.4	Válvulas de Lavado y Purga .....	70
5.4.5	Ventosas.....	70
5.5	ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN	70
5.5.1	Mediciones de Caudal .....	70
5.5.2	Desinfección de la Tubería de Conducción .....	71
5.5.3	Golpe de Ariete.....	72
5.5.4	Instrumentación y Telemetría en las Conducciones .....	72
5.6	REGLAS DE OPERACIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTO DE BIOPELÍCULAS O SUSPENSIÓN DE SOLIDOS INORGANICOS.....	73
5.6.1	Lavado de las Tuberías de Conducción .....	73
6	REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	74
6.1	CONDICIONES GENERALES .....	74
6.1.1	Período de Diseño .....	74
6.1.2	Caudal de Diseño .....	74
6.1.3	Pérdidas de Agua en la Red de Distribución .....	74
6.1.4	Calidad de Agua en las Redes de Distribución.....	74
6.1.5	Sectorización del servicio .....	75
6.1.6	Información sobre el recorrido y distribución de la red .....	75
6.1.7	Deflexión de las Tuberías de la Red de Distribución .....	76
6.1.8	Presiones en la Red de Distribución.....	77
6.1.9	Diámetros de las tuberías en la red de distribución .....	78
6.1.10	Velocidades en las Tuberías de la Red de Distribución.....	79
6.1.11	Velocidades para Remoción de Biopelículas.....	80
6.1.12	Pendientes en las Tuberías de la Red de Distribución .....	80
6.1.13	Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave .....	81
6.2	DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.....	81
6.2.1	Diseño Hidráulico de las Redes de Distribución .....	81
6.2.2	Cálculo de caudales por nudo .....	82
6.2.3	Cálculo hidráulico de tuberías simples .....	84
6.2.4	Calidad de agua.....	88
6.2.5	Recubrimiento y Protección de Tuberías.....	90
6.2.6	Golpe de ariete en las redes de distribución.....	90
6.2.7	Análisis de puntos muertos en la red de distribución.....	91

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 4 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

6.2.8	Comprobación de diseño bajo diferentes condiciones de operación .	92
6.2.9	Protocolo de pruebas dada por el diseñador .....	93
6.3	OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....	94
6.3.1	Dimensionamiento Estructural de las Tuberías .....	94
6.3.2	Instalación de las tuberías .....	94
6.3.3	Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos.....	95
6.3.4	Contraflujos .....	96
6.4	ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS PARA LAS TUBERIAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN .....	96
6.4.1	Aspectos Generales .....	96
6.4.2	Válvulas .....	97
6.4.3	Accesorios para el lavado de las tuberías .....	103
6.4.4	Uniones .....	104
6.4.5	Apoyos de las tuberías .....	105
6.4.6	Acometidas domiciliarias .....	105
6.4.7	Medidores domiciliarios .....	107
6.4.8	Macromedidores.....	108
6.4.9	Salidas para mediciones.....	109
6.4.10	Dispositivos para autorregulación.....	110
6.4.11	Hidrantes .....	111
6.4.12	Estructuras complementarias para las redes de distribución.....	113
6.5	ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	116
6.5.1	Presiones en la red de distribución.....	117
6.5.2	Desinfección de la red de distribución .....	119
6.5.3	Válvulas.....	120
6.5.4	Hidrantes .....	122
6.5.5	Acometidas domiciliarias .....	122
6.5.6	Macromedidores.....	123
6.5.7	Micromedidores .....	123
6.6	ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN .....	123
6.6.1	Presiones en la red de distribución.....	123
6.6.2	Fugas y pérdidas de agua en la red de distribución de agua potable 124	
6.6.3	Macromedición en la red de distribución .....	125
6.6.4	Micromedición.....	125
6.6.5	Hidrantes .....	126
6.6.6	Válvulas.....	126
6.6.7	Circuitos y subcircuitos de la red de distribución .....	127

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 5 de 149
		Versión: 1
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Vigente a partir de: 14-01-2015

6.6.8	Control de presiones en la red de distribución.....	127
6.6.9	Reglas de operación contra desprendimiento de biopelículas o suspensión de solidos inorgánicos .....	127
6.6.10	Lavado de tuberías de la red de distribución .....	128
6.6.11	Calidad de agua en la red de distribución.....	128
6.7	<b>ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN .</b>	129
6.7.1	Suspensión del servicio por mantenimiento programado .....	129
6.7.2	Reparación de Tuberías y Accesorios .....	129
6.7.3	Disponibilidad de repuestos.....	129
6.7.4	Lavado de las redes de distribución .....	130
6.7.5	Reglas de operación durante mantenimientos para evitar desprendimientos de biopelículas.....	130
7	<b>ASPECTOS AMBIENTALES .....</b>	131
7.1	ALCANCE .....	131
7.2	<b>ASPECTOS LEGALES .....</b>	131
7.2.1	Tipos de suelo para obras de sistemas de acueducto.....	132
7.2.2	Tipo de obras de acueducto .....	132
7.2.3	Entidades nacionales y locales.....	133
7.2.4	Instrumentos legales de control territorial y ambiental.....	133
7.3	<b>ASPECTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS PARA LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO .....</b>	135
7.3.1	Conducciones.....	135
7.3.2	Redes de distribución .....	136
7.3.3	Estaciones de Bombeo.....	137
7.3.4	Tanques de almacenamiento y/o compensación.....	138
7.4	<b>ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD .....</b>	139
8	<b>INTERVENTORÍA.....</b>	139
8.1	ALCANCE .....	139
8.2	<b>INTERVENTORÍA DE DISEÑO .....</b>	140
8.2.1	Funciones principales de la Interventoría de Diseño .....	140
8.2.2	Interventoría o revisión de diseños de entes externos.....	141
8.2.3	Verificación de protocolos de pruebas.....	141
8.3	<b>INTERVENTORÍA DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	142
8.3.1	Verificación de métodos constructivos y calidad de materiales .....	142
8.3.2	Verificación de planos “as built” y bitácora de obra .....	142
8.3.3	Verificación de pruebas según protocolo.....	143
8.4	<b>INTERVENTORÍA DE MANTENIMIENTOS ESPECIALES.....</b>	143
9	<b>PROYECTOS DE VIVIENDA.....</b>	144
9.1	Alcance .....	144

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 6 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

9.2	Certificado de Aprobación de Disponibilidad.....	145
9.3	Certificado de Aprobación de Diseños .....	145
9.4	Parámetros de Diseño.....	146
9.5	Edificios.....	147
9.6	Protocolo de Pruebas.....	147
10	ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA .....	148
10.1	Aspectos Generales .....	148

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 7 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

## 2 INTRODUCCIÓN

El propósito de la presente norma de diseño del sistema de acueducto de la Empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. es fijar los criterios básicos, los requisitos mínimos y los valores específicos y límites que deben tenerse en cuenta en los diferentes procesos involucrados en la conceptualización y el diseño del sistema de acueducto, incluyendo adicionalmente aspectos relacionados con la construcción, la puesta en marcha, la interventoría, la operación y el mantenimiento de dichos sistemas. Esto se hace con el fin de garantizar la seguridad, durabilidad, funcionalidad, calidad técnica, eficiencia de operación, sostenibilidad de los sistemas y redundancia de estos.

## 3 GENERALIDADES

### ✓ **OBJETIVO**

Establecer criterios y requisitos específicos respecto al diseño, puesta en marcha y operación del sistema de conducción y distribución de agua potable en el sector urbano del municipio de Barrancabermeja, con el fin de garantizar las condiciones uniformes de la prestación del servicio entre Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y el usuario.

### ✓ **ALCANCE.**

La presente norma incluye el cálculo de la población, la dotación y la demanda para el diseño de sistemas de acueducto; el diseño de las conducciones de agua tratada desde la planta de tratamiento hasta el sistema redes conducción sin entrega de agua en ruta al usuario; el diseño de las redes de distribución de agua potable; el diseño de las estaciones de bombeo. También se incluyen aquellos aspectos que desde el diseño tengan influencia sobre los procesos de construcción, puesta en marcha y operación del sistema de acueducto.

### ✓ **CONTROL DE DOCUMENTO (RESPONSABLE SUPERVISIÓN)**

Subgerencia de Operaciones, Planeación Empresarial, Subgerencia Comercial.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 8 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

## ✓ **DOCUMENTOS REFERENCIA**

- Reglamento Para Agua Potable Y Saneamiento Basico (RAS 2000)
- Compendio de normas AWWA para sector acueducto.
- Compendio De Normas NTC sector acueducto.
- Manual de diseño acueducto empresas publicas de medellín.
- Decreto 1575 de 2007

## **4 ASPECTOS GENERALES DEL SISTEMA DE ACUEDUCTO**

Toda acción relacionada con el diseño del sistema de acueducto para la empresa Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., debe seguir el procedimiento general descrito en el presente documento. En general los Pasos descritos a continuación deben ser adelantados por las dependencias encargadas de la planeación y comercialización de proyectos de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y pueden ser independientes del proceso de diseño de un proyecto particular. Estos pasos pueden desarrollarse en forma conjunta para varios proyectos, objetos de diseños particulares posteriores, que formen parte o estén agrupados dentro del sistema de acueducto.

### ✓ **PASO 1. Definición del Tamaño del Sistema**

Para definir el tamaño del proyecto se deben tener en cuenta los siguientes puntos:

El nivel de Complejidad. de acuerdo con el RAS 2000, o aquel que lo reemplace. En el caso de municipios cuyo sistema de acueducto sea atendido por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. pero que no formen parte del sistema interconectado urbano, se debe seguir lo establecido en el Capítulo A.3 “Determinación del Nivel de Complejidad del Sistema” del Título A del RAS 2000, o aquel que lo reemplace.

La clasificación del proyecto de acueducto dependerá del número de habitantes en la zona urbana de municipio, de su capacidad socioeconómica o del nivel de dificultad técnica que se requiera para llevar a cabo el proyecto.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 9 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

El Nivel de Complejidad del sistema que debe ser adoptado para los diseños, es el mayor que resulte del proceso de proyección de la población y aquel obtenido de acuerdo con el estudio sobre la capacidad económica de los habitantes.

En caso de que el municipio objeto del proyecto de diseño, dentro del período de proyección de la población, tenga una tendencia evidente a formar parte de otro municipio, el Nivel de Complejidad del Sistema que debe ser adoptado corresponde al municipio de mayor población o de mayor nivel socioeconómico de sus habitantes.

### ✓ **PASO 2. Acciones Legales**

Al llevar a cabo el proceso de diseño del sistema de acueducto, se deben conocer y tener en cuenta todas las leyes, decretos, reglamentos técnicos y normas técnicas que estén relacionadas con la conceptualización, el diseño, la operación, la construcción, el mantenimiento, la supervisión técnica y la operación de este tipo de sistemas.

### ✓ **PASO 3. Aspectos medioambientales y de aseguramiento de los procedimientos en el sistema de acueducto**

Se debe tener en cuenta lo establecido en los manuales de salud y seguridad y manejo medio ambiental para los trabajos adoptados institucionalmente. Con el fin de dar sostenibilidad y confiabilidad en el desarrollo adecuado las actividades en el sistema de acueducto en cualquiera de sus componentes.

En general, para la ejecución de las obras relacionadas con el sistema de acueducto y sus actividades complementarias, en el municipio de Barrancabermeja se debe obtener el permiso correspondiente ante la autoridad ambiental competente.

Así mismo, se debe tener en cuenta lo previsto en el párrafo del Artículo 43 de la Ley 99 de 1993, con respecto a la Tasa por Utilización de Aguas.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 10 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

✓ **Paso 4. Ubicación dentro de los planes de ordenamiento territorial y desarrollo urbano previstos para los sectores atendidos por Aguas de Barrancabermeja**

Para llevar a cabo un proyecto de acueducto se deben conocer los planes de desarrollo y de ordenamiento territorial planteados dentro del marco de la Ley 388 de 1997, o aquella que la reemplace, y establecer las implicaciones que el sistema de acueducto tendrá dentro de la dinámica del desarrollo urbano del municipio de Barrancabermeja.

En particular, el diseño de un sistema de acueducto debe contemplar la dinámica del desarrollo urbano municipal previstas para el corto, mediano y largo plazo de las áreas habitadas hoy en día y las proyectadas en los próximos años, teniendo en cuenta la estratificación socioeconómica, la utilización del suelo, la población de saturación, el plan vial del municipio y las zonas de conservación y protección de recursos naturales y ambientales, entre otros.

Cuando por motivos ambientales, técnicos o económicos no sea posible localizar parte de la infraestructura en jurisdicción de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., se debe gestionar la autorización ante el gobierno municipal competente y conseguir las garantías necesarias para asegurar la prestación del servicio, previo cumplimiento de las normas legales vigentes.

✓ **Paso 5. Aspecto Socioeconómico**

La evaluación socioeconómica del proyecto de acueducto debe realizarse con el objetivo de establecer su aporte neto al bienestar de la comunidad. Es decir, debe tener la capacidad de establecer la bondad del proyecto para la economía municipal en su conjunto.

✓ **Paso 6. Estudios previos**

Para llevar a cabo el diseño de un sistema de acueducto o parte de éste, ya sea un sistema nuevo o una ampliación, se deben conocer las condiciones físicas, técnicas, económicas y sociales de la localidad o municipio en la cual se va a llevar cabo el proyecto.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 11 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### ✓ Paso 7. Generación de alternativas y optimización

Teniendo en cuenta los resultados de los estudios previos y la información relevante dada por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. el diseñador debe generar diferentes alternativas de diseño para los proyectos de sistemas de acueducto, de tal forma que puedan ser evaluadas dentro de un proceso de optimización financiera que permita escoger aquella de menor costo, la cual debe ser objeto del diseño definitivo.

### ✓ Paso 8. Construcción e interventoría

El proceso de construcción de los sistemas de acueducto debe cumplir los requisitos mínimos establecidos en el manual “Normas y Especificaciones técnicas de construcción” y el “manual de Interventoría” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y en los pliegos de licitación de cada proyecto en particular.

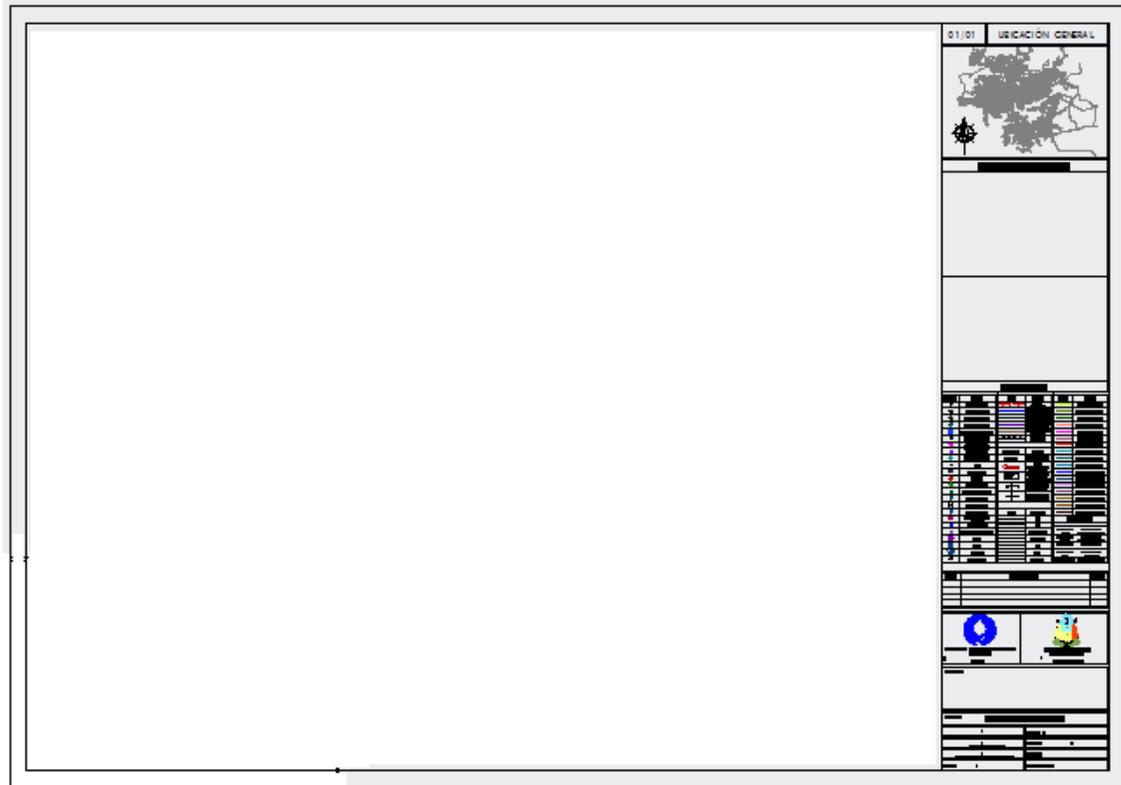
## 5 PLANOS Y MEMORIAS DE CÁLCULO

### 5.1 Planos

Con respecto al tipo de planos y su presentación, a la información mínima que debe estar contenida en ello, sus convenciones y escalas, para los proyectos de diseños de conducción, redes de distribución de agua potable y en general todas las partes que componen un sistema de acueducto se deben tener en cuenta los siguientes estándares de Aguas de Barrancabermeja:

Estándares para la digitalización del dibujo de las redes de acueducto y alcantarillado en “Autocad”. En particular se debe tener en cuenta la versión que se expone en el siguiente esquema:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 12 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	



### 5.1.1 Memorias de cálculo

Para las memorias de cálculo de los diseños de las redes de conducción y distribución de agua potable, estaciones sectoriales y tanques de compensación, se debe seguir lo establecido en el Literal A.6.2 “Memorias” del Título A del RAS 2000, o aquella versión que lo reemplace. Éste establece que los planos arquitectónicos, hidráulicos, estructurales y mecánicos que sean necesarios para la ejecución de la obra de acueducto deben ir acompañados por memorias de cálculo detalladas que describan los procedimientos por los cuales se realizaron dichos diseños. Entre otras cosas, las memorias de cálculo deben incluir lo siguiente:

- Las suposiciones utilizadas en los diseños.
- Las metodologías y ecuaciones de diseño utilizadas.
- La verificación del cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos por la presente norma de diseño de acueductos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 13 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- La referencia a todas las normas técnicas municipales, nacionales o internacionales para los materiales, equipos y procedimientos específicos utilizados para el diseño del sistema de acueducto.
- Los esquemas con base en los cuales se realizaron los planos de construcción.

## 5.2 LA REFERENCIA A LAS LEYES, DECRETOS Y CÓDIGOS NACIONALES

En el caso en que para el proceso de diseño se utilice un procesamiento automático de información, debe entregarse una descripción detallada de los principios en que se basa dicho procedimiento así como una descripción de los datos de entrada y salida del proceso computacional.

El protocolo y los procedimientos de prueba dados por el diseñador.

El presupuesto detallado, soportado por un análisis de precios unitarios con la fecha precisa de su elaboración.

Las memorias de cálculo deben indicar claramente el Tamaño del Sistema y el Nivel de Complejidad de éste utilizado en los diseños, en los procedimientos detallados y demás actividades del proyecto.

Las memorias de cálculo deben ser aprobadas por el Supervisor y/o interventor de los diseños, y éste podrá invalidar las que contengan errores aritméticos, cotas, abscisas, de transcripción, copia u otras fallas imputables al descuido o a la falta de revisión por parte del diseñador.

## 5.3 POBLACIÓN, DOTACIÓN Y DEMANDA

En este Capítulo se establecen los procedimientos que deben seguirse para evaluar la población, la dotación bruta y la demanda de agua en un sistema de acueducto, con el fin de determinar la capacidad real que debe tener cada componente particular a lo largo del período de diseño determinado

### 5.3.1 Estimación de la Población

Para llevar a cabo el diseño de una nueva red de acueducto, el diseñador debe calcular los caudales demandados. Para esto debe conocer ya sea los clientes o la población tanto actuales como futuros, proyectados al período de diseño.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 14 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

En caso de que exista la proyección futura de clientes hecha por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. o exista la información necesaria para llevar a cabo la proyección futura de clientes, el cálculo de los caudales se debe hacer utilizando la dotación por clientes descrita en el procedimiento de dotación neta. El cálculo de la proyección futura de clientes se debe hacer de acuerdo con el procedimiento descrito a continuación.

- ✓ Proyección de clientes al período de diseño del proyecto

Para llevar a cabo el cálculo del número de clientes por abastecer, en el período de diseño del sistema de acueducto, el diseñador debe tener en cuenta:

Comportamiento Histórico de los Suscriptores de la zona en estudio o entorno según Sistema de Aguas de Barrancabermeja.

Plan de Desarrollo Municipal, meta de VIS (Vivienda de Interés Social).

- ✓ Crecimiento Suscriptores

Meta de crecimiento de Suscriptores del sistema que maneja la subgerencia comercial de Aguas de Barrancabermeja vs Presupuesto (corto y mediano plazo).

Para llevar a cabo el cálculo futuro, el diseñador puede utilizar algunos de los siguientes métodos, con la previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja:

Métodos Matemáticos: aritméticos, geométricos, etc.

Métodos Heurísticos de Ensayo y Error.

Método de aproximaciones sucesivas.

### 5.3.2 Estimación de la dotación

- ✓ Dotación neta

La dotación neta se define como la cantidad mínima de agua para satisfacer las necesidades básicas de un habitante sin considerar las pérdidas que

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 15 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

ocurran en los sistemas de conducción y distribución de agua potable, en los bombes y en los tanques de almacenamiento y/o compensación.

La demanda de agua para el diseño de un proyecto específico, se debe calcular multiplicando el número de clientes proyectado por la dotación neta por cliente definida por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. En caso de que se tenga que hacer proyecciones de población, la demanda de agua se debe calcular multiplicando el número de habitantes proyectados por la dotación neta.

✓ Dotación bruta

La dotación bruta para el diseño de los elementos que conforman el sistema de acueducto Aguas de Barrancabermeja debe calcularse de acuerdo con la siguiente ecuación:

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

El porcentaje de pérdidas de la Ecuación anterior corresponde al porcentaje de pérdidas técnicas (Esta cantidad debe ser un porcentaje del caudal medio diario, el cual debe ser inferior al 2%.) de esta norma cuando se trate de proyectos de conducciones y/o tanques de almacenamiento y/o compensación únicamente. En el caso de diseño de redes de distribución se debe utilizar el porcentaje de pérdidas técnicas en la red de distribución debe ser como máximo el 15%.

✓ Censos de vivienda

Con respecto a los censos de vivienda, se deben utilizar los datos del DANE, acompañados de todos los datos registrados para las poblaciones o áreas correspondientes a la zona objeto del diseño del sistema de acueducto, indicando la fuente o el autor. Con base en estos datos debe obtenerse la tasa de crecimiento de vivienda.

Con el fin de verificar los datos de vivienda del último censo, deben hacerse muestreos de las unidades habitacionales en cada zona atendida por Aguas de Barrancabermeja, al igual que los establecimientos comerciales, industriales y oficiales. Información que estaría a cargo de la Subgerencia Comercial.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 16 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

✓ Densidades actuales y futuras

Teniendo en cuenta la identificación de las zonas actuales de la población y las zonas de expansión futuras, la densidad actual y la densidad proyectada deben hallarse con base en la población actual y futura de las zonas en las cuales se va a diseñar el proyecto de acueducto con el objetivo de verificar la expansión real del sistema.

Siempre se debe tener en cuenta la distribución espacial de la población, identificando los diferentes usos de la tierra, los tipos de consumidores y la distribución espacial de la demanda. Las densidades de población y su distribución espacial deben estar acorde con las normas urbanísticas del municipio de Barrancabermeja, con los planes de desarrollo, con los planes de ordenamiento territorial y con los demás programas formulados por el gobierno municipal que determinen la distribución espacial de la población; y los usos de la tierra atendiendo los programas desarrollados según la Ley 388 de 1997.

En caso de que no exista información sobre la población proyectada, el método de cálculo explicados en la Guía RAS 001 “Definición del Nivel de Complejidad y Evaluación de la Población, la Dotación y la Demanda de Agua”. Los datos de población deben ajustarse con la población flotante, la población migratoria y otros casos especiales que se encuentren en las diferentes zonas del municipio. En caso de falta de datos, se recomienda la revisión de la proyección de la población teniendo en cuenta los datos disponibles en municipios cercanos que tengan un comportamiento similar al de la población objeto del diseño del sistema de acueducto.

En caso de que para la zona objeto del diseño del sistema de acueducto existan posibilidades de migración, éstas deben tenerse en cuenta en los estudios de proyección de la población. Para estos cálculos deben utilizarse las metodologías establecidas por el Departamento Nacional de Planeación o por la Oficina de Planeación del municipio.

✓ Usos del agua

Uso residencial: Éste se define como el uso de agua potable destinado para el cubrimiento de las necesidades relacionadas con la vivienda de los clientes del municipio.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 17 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

**Uso comercial:** Este uso de agua potable es el destinado a predios o inmuebles en donde se desarrollan actividades comerciales de almacenamiento o expendio de bienes, la gestión de negocios o venta de servicios y actividades similares tales como almacenes, oficinas, consultorios y demás lugares de negocio. Para establecer el uso comercial, se debe utilizar un censo comercial y realizar un estimativo de los consumos futuros. Se debe cuantificar y analizar detenidamente la dotación comercial de acuerdo con las características de dichos establecimientos. Se deben estudiar los consumos puntuales o concentrados de demanda. Para estos estudios podrán utilizarse dotaciones y demandas de zonas del municipio de Barrancabermeja en las que se cuente con datos de uso comercial.

**Uso industrial:** Este es el uso de agua potable destinado a inmuebles en los que se desarrollan actividades industriales que corresponden a procesos de transformación de materias primas o de otro orden. Para establecer el uso industrial, se deben hacer censos industriales y estimativos de consumos futuros. Se debe cuantificar y analizar la dotación industrial teniendo en cuenta las características de dichos establecimientos. Deben estudiarse los consumos puntuales o concentrados demandados con el fin de establecer los posibles grandes consumidores.

**Uso Oficial:** Este es el uso de agua potable destinado a entidades de carácter oficial, establecimientos públicos que no desarrollen actividades de tipo comercial o industrial. Incluye planteles educativos a todo nivel, hospitales, clínicas, centros de salud, ancianatos y orfanatos de carácter oficial.

**Uso Especial:** Este es el uso de agua potable destinado a entidades sin ánimo de lucro que reciban donación de entidades oficiales de cualquier orden o que estas últimas hayan participado en su constitución, las instituciones de beneficencia culturales y de servicios sociales.

### 5.3.3 Demanda de agua

- ✓ Caudal medio diario

El Caudal Medio Diario, Qmd, es el caudal medio calculado para la población proyectada con sus ajustes teniendo en cuenta la dotación bruta calculada. Este caudal corresponde al promedio de los consumos diarios en un período

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 18 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

de un año, proyectado al horizonte de diseño, y debe calcularse mediante la siguiente ecuación

$$Q_{md} = \frac{p \times d_{bruta}}{30}$$

En ésta última ecuación p representa en número de clientes proyectados, la dotación bruta está dada en m<sup>3</sup>/cliente/mes y 30 representa el número de días en el mes.

En caso de que la demanda se haya calculado haciendo uso de proyecciones de habitantes, el Qmd se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación

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

En este caso, p representa el número de habitantes proyectado y la demanda bruta debe estar dada en L/hab/d.

✓ Caudal máximo diario

El Caudal Máximo Diario, QMD, corresponde al máximo caudal consumido, registrado en un período de 24 horas a lo largo de un año. Este debe calcularse multiplicando el caudal medio diario por el coeficiente de consumo máximo diario, k<sub>1</sub>. El caudal máximo diario debe calcularse mediante la siguiente ecuación:

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

Nota: El Coeficiente de Caudal Máximo Diario, k<sub>1</sub>, se debe obtener de la relación entre el mayor caudal de consumo diario y el caudal de consumo medio diario. En caso de que no existan datos suficientes para el cálculo del coeficiente, éste debe tener un valor de 1.2.

✓ Caudal máximo horario

El Caudal Máximo Horario, QMH, corresponde al caudal de consumo máximo registrado durante una hora en un período de un año sin tener en cuenta el caudal de incendio. Se calcula haciendo uso de la curva de variación horaria dada por Aguas de Barrancabermeja; si no se cuenta con esta curva, el QMH se calcula como el Caudal Máximo Diario multiplicado por el Coeficiente de Caudal Máximo Horario, k<sub>2</sub>, como se muestra en la siguiente ecuación:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 19 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

$$QMH = QMD \times K_2$$

Nota: El Coeficiente de Caudal Máximo Horario con relación al Caudal Máximo Diario,  $k_2$ , debe calcularse, para el caso de ampliaciones del sistema 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. En caso de que no existan datos suficientes o se trate de un proyecto nuevo, el coeficiente de Caudal Máximo Horario debe ser de 1.7

✓ Gran consumidor

De acuerdo con el Artículo 17 del Decreto 302 de 2000, Resolución No. 138-00 de la Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico CRA, se define como Gran Consumidor no residencial del servicio de acueducto, todo aquel cliente o suscriptor que durante seis meses continuos supere en consumo los 1000 m<sup>3</sup> mensuales.

✓ Caudal de incendios

La demanda mínima contra incendios debe estimarse teniendo en cuenta las siguientes especificaciones: para zonas residenciales densamente pobladas (150 habitantes por hectárea o mayor) o multifamiliares, comerciales e industriales de los municipios atendidos por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., un incendio debe ser servido por 4 hidrantes de uso simultáneo. Las zonas residenciales unifamiliares deben ser servidas por 2 hidrantes en uso simultáneo. En ambos casos la capacidad mínima debe ser de 32 L/s. hidrante.

## 6 SISTEMA DE CONDUCCIÓN

### 6.1 CONDICIONES GENERALES

Las líneas de conducción son aquellas destinadas al transporte del agua potable que van desde la planta de tratamiento de Aguas de Barrancabermeja conectando con el anillo de refuerzo hidráulico hasta las redes con diámetros de 10". Este sistema de conducción se hace sin entrega de agua en ruta al usuario.

Las líneas de conducción, dependiendo de la topografía, la distancia y la diferencia de nivel entre los tanques de almacenamiento a la salida de la planta de

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 20 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

tratamiento y las estaciones de regulación, deben diseñarse como una tubería a presión, cumpliendo con todos los requisitos de resistencia para las condiciones de operación que se manejarán.

Las conducciones nuevas deben diseñarse, además, con todas las estructuras y facilidades necesarias para garantizar un lavado de la tubería durante su operación normal. Estas estructuras deben incluir entre otros aspectos, las válvulas necesarias, las estructuras de disipación de energía y las estructuras de entrega a las líneas receptoras.

Para el proceso de diseño deben identificarse las principales obras de infraestructura construidas y proyectadas dentro de la zona de influencia de la conducción que se va a desarrollar, tales como calles, avenidas, puentes, vías de metro y ferrocarril, líneas de transmisión de energía eléctrica, sistemas de alcantarillado y cualquier otra obra de importancia.

El diseñador debe conocer el estudio de la demanda de agua para el área que van a abastecerse por Aguas de Barrancabermeja, o en su defecto debe realizar este estudio siguiendo lo establecido en el punto de “Población, Dotación y Demanda” de esta norma.

### **6.1.1 Periodo de diseño**

El período de diseño de las conducciones es de 30 años. En aquellos casos en los cuales el análisis de costo mínimo sugiera un desarrollo por etapas, éstas deben diseñarse teniendo en cuenta dicho período de diseño.

### **6.1.2 Caudal de diseño**

El caudal de diseño para las conducciones, o ampliaciones de ésta, corresponde al Caudal Máximo Diario QMD definido en esta norma, más las pérdidas en la conducción y las pérdidas en los sistemas de compensación.

### **6.1.3 De los estudios topográficos**

Para propósitos de diseño, el diseñador debe recopilar, entre otra, la siguiente información topográfica, cuando esté disponible:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 21 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ Planos digitales (físicos y en medio magnético) de la zona del municipio donde va a diseñarse, construirse o ampliarse la conducción.
- ✓ Fotografías aéreas existentes para la zona del municipio objeto del diseño, que incluyan claramente la zona donde va a diseñarse, construirse o ampliarse la conducción.
- ✓ Los planos de catastro o inventario de las redes de acueducto, alcantarillado y aseo existentes que tengan relación con la conducción objeto del diseño. En particular debe tenerse en cuenta la localización de las redes de distribución y/o los tanques de almacenamiento y/o compensación desde los cuales serán alimentados por la conducción.

#### 6.1.4 Del estudio de suelos

Para el diseño de las conducciones se debe seguir lo establecido en el Capítulo G2, “Aspectos Geotécnicos” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace.

- ✓ Resistividad del suelo: El valor de la resistividad eléctrica del suelo sirve como índice de su agresividad; por ejemplo un terreno muy agresivo, caracterizado por presencia de iones tales como cloruros, tendrá resistividades bajas por la alta facilidad de transportación iónica. La resistividad del suelo puede ser medida por el método. La resistividad de un terreno depende, en particular, de su estructura, de las dimensiones de sus partículas constituyentes, de su porosidad y permeabilidad, del contenido de agua (humedad) y de su contenido de iones. En la siguiente tabla se puede ver el grado de agresividad del suelo según la resistividad de éste mismo.

Resistividad ( $\Omega$ -m)	Grado de agresividad
<10	severo
10-100	Discreto
100-1000	escaso
>1000	nulo

#### 6.1.5 Recomendaciones de trazado

- ✓ El trazado se debe hacer, en lo posible, paralelo a las vías públicas. En caso contrario, o si se considera inconveniente desde el punto de vista económico o que implique el uso de predios privados, será necesario establecer la correspondiente servidumbre.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 22 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ En caso de que se considere necesario, deben estudiarse alternativas que no sigan las vías públicas, para que el trazado no cruce hondonadas o puntos muy altos pronunciados, o porque se deban rodear quebradas y cauces profundos o para evitar cruces directos con obras de infraestructura importantes.
- ✓ Con el fin de acortar la longitud de la conducción, deben estudiarse alternativas al trazado. Esto también debe hacerse en caso de que sea necesario cruzar terrenos que tengan niveles freáticos muy altos.
- ✓ El trazado de la línea de conducción debe permitir un acceso directo permanente a ésta, para los vehículos encargados de las labores de mantenimiento. Además debe asegurar que los pasos no se encuentren restringidos o cerrados para las labores de mantenimiento.
- ✓ En caso de que el trazado de la conducción quede localizado por debajo de una vía de tráfico intenso, el acceso a las estructuras especiales o accesorios de la conducción debe hacerse desde uno de los lados de la vía.
- ✓ Los cruces de las redes de acueducto con canalizaciones, quebradas, estructuras, vías férreas y otras redes se deben diseñar para cada caso particular con las protecciones requeridas y presentarse al equipo encargado del diseño.
- ✓ En el caso de redes nuevas en vías con una sola red, la tubería de la conducción se debe localizar por el costado opuesto al alcantarillado de aguas residuales.
- ✓ El trazado definitivo debe evitar, hasta donde sea posible, zonas con alto riesgo de inundación o de deslizamiento.
- ✓ El trazado de la línea debe ser lo más directo posible entre la planta de tratamiento y los sistemas de compensación.
- ✓ En caso de que el nivel freático quede por encima de la línea de conducción, el diseño debe contemplar todas las protecciones necesarias para que el material de la tubería no se vea afectado por éste.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 23 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ En el caso de redes nuevas, la tubería de la conducción se debe localizar, en lo posible, en los costados norte y oriente, de las calles y carreras, respectivamente.
- ✓ El trazado definitivo debe garantizar que la línea piezométrica en todo punto de la conducción sea positiva y que en ninguna zona cruce con la tubería con el fin de evitar presiones manométricas negativas que representen un riesgo de colapso de la tubería por aplastamiento o zonas con posibilidades altas de cavitación.
- ✓ Deben evitarse los trazados que impliquen presiones excesivas que puedan llegar a afectar la seguridad de la conducción. En caso contrario, el diseño debe prever que el tipo de tubería utilizado pueda soportar dichas presiones con los factores de seguridad correspondientes.
- ✓ El trazado debe evitar tramos con pendientes y contra pendientes que puedan causar bloqueos por aire en la línea de conducción. En caso contrario debe incluir el diseño de las ventosas correspondientes.

#### **6.1.6 Del tipo de conducción**

Todas las conducciones deben diseñarse como flujo cerrado y a presión. Las conducciones podrán ser por gravedad.

#### **6.1.7 De la facilidad en acceso a cajas de válvulas y accesorios**

En todos los casos, las líneas que conformen la conducción deben tener facilidad de acceso para los equipos de mantenimiento Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., a lo largo de todo su trazado. En caso de que alguna de las estructuras de la línea de conducción, tales como válvulas de control, válvulas de quiebre o reducción de presión, etc., quede localizada por debajo de una vía de alto tráfico, el acceso para la operación y mantenimiento de estas estructuras debe hacerse desde el lado de la vía.

#### **6.1.8 De la protección contra la contaminación del producto**

El diseño debe tener especial cuidado con la posible contaminación de las aguas tratadas que se mueven a lo largo de la conducción. En general, los conductos a presión son poco vulnerables a la contaminación que se encuentra en los suelos que

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 24 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

rodean la tubería desde la planta de tratamiento hasta los sistemas de compensación. En caso de que la línea de conducción cruce terrenos que pudiesen causar contaminación del agua tratada, la tubería debe protegerse en su exterior según los recubrimientos indicados en esta norma, para evitar posibles problemas de infiltración hacia la tubería, ya sea por corrosión o por permeabilidad de la pared a ciertos contaminantes.

### **6.1.9 De la vulnerabilidad y confiabilidad de la línea de conducción**

La conducción es vulnerable a la deformación del suelo causada por problemas geotécnicos, geológicos y/o topográficos. El diseño debe establecer el nivel de vulnerabilidad, con el fin de establecer la necesidad o no de hacer redundante la conducción objeto del diseño. En caso de que se considere que la conducción es altamente vulnerable, el abastecimiento de agua debe ser redundante a través de las otras tuberías existentes en la red de conducciones, las cuales deben tener capacidad de mover los caudales requeridos bajo las condiciones de emergencia resultantes de la posible falla. En caso de que no sea posible contar con la redundancia en la conducción debe tener en cuenta que el sistema de compensación garantice el consumo de la población en un tiempo igual al requerido para la reparación de la conducción o máximo 6 horas.

La conducción también es vulnerable a la conexión fraudulenta de clientes. En ningún caso se pueden permitir estas conexiones a la red de conducciones del sistema de acueducto. El diseñador debe identificar aquellas zonas en las cuales se considere que existe una alta vulnerabilidad a este tipo de conexiones y plantear posibles soluciones entre las que se encuentran la profundización de las tuberías, el uso de materiales especiales, etc.

Adicionalmente, el diseño de las líneas de conducción debe contemplar el análisis de la vulnerabilidad de las tuberías frente a fenómenos de corrosión.

Con el fin de establecer la vulnerabilidad de las tuberías de la conducción se debe seguir lo establecido en la siguiente tabla

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 25 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

<b>TIPO DE MATERIAL Y DIAMETRO</b>	<b>NORMA AWWA</b>	<b>TIPO DE UNIÓN</b>
<b>Vulnerabilidad baja</b>	<b>Vulnerabilidad baja</b>	<b>Vulnerabilidad baja</b>
Hierro dúctil	Series C1xx*	Campana y esponja con empaque de caucho fija
polietileno	C906	fundida
Acero	Series C2xx	Soldada con arco voltaico
Acero	Sin designación	Remachada
Acero	Series C2xx	Campana y espiga con empaque en caucho, suelta
<b>Vulnerabilidad baja a media</b>	<b>Vulnerabilidad baja a media</b>	<b>Vulnerabilidad baja a media</b>
Cilindro de concreto	C300, C303	Campana y espiga fija
Hierro dúctil	Series C1xx*	Campana y espiga con empaque de caucho, suelta
<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>	<b>Vulnerabilidad media</b>
Acero	Series C2xx	Campana y espiga suelta
Acero	Sin designación	Soldada con gas
<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>	<b>Vulnerabilidad alta</b>
Hierro fundido	Sin designación	Campana y espiga galvanizada o de mortero
*Se refiere a las series de las normas AWWA indicadas por la letra y el primer dígito de su número de tres dígitos. C1xx se refiere a las series C100s (tubería de hierro dúctil y accesorios), C2xx se refiere a las series C200s (tubería de acero).		

### **6.1.10 Del control de crecimiento y desprendimiento de biopelículas**

Con el fin de evitar los eventos de deterioro de la calidad del agua en el sistema de acueducto, el diseño debe contemplar un control del crecimiento y desprendimiento e películas biológicas estableciendo una velocidad mínima de operación para las

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 26 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

líneas de conducción. Esta velocidad debe corresponder a las condiciones de operación hidráulica de caudal de diseño en el momento de entrada en operación de la conducción.

#### **6.1.10.1 Lavado para remoción de biopelículas:**

El diseño debe garantizar la realización de un lavado unidireccional de las tuberías, el cual se caracteriza por:

- ✓ Remover las biopelículas debido a las velocidades de flujo que maneja.
- ✓ Generar un alto esfuerzo cortante
- ✓ Poner en movimiento los depósitos de material inorgánico al interior de la tubería.

Este lavado unidireccional debe permitir la remoción de las arenas en los sifones invertidos y desprender las biopelículas y los depósitos inorgánicos depositados al interior de la tubería. En caso de que se opte por esta solución, el diseño debe contemplar la instalación de una estación de vaciado de la tubería compuesta por una válvula especial.

## **6.2 DISEÑO DE SISTEMAS DE CONDUCCIÓN**

### **6.2.1 Diseño**

En el diseño de una red hidráulica nueva o la ampliación de una existente, no solo debe tenerse en cuenta el diámetro de la tubería si no también un análisis hidráulico de su interacción con la red de conducción.

Por lo que su diseño hidráulico debe basarse en:

- ✓ Las ecuaciones tenidas en cuenta para el diseño deben ser correspondientes a balances de masa en los nudos y ecuaciones de conservación de energía en circuitos, es decir, que generen las mínimas pérdidas hidráulicas por cambios de dirección, restricciones estructurales por juntas o topografía, etc.
- ✓ Los cálculos hidráulicos deben hacerse teniendo en cuenta el diámetro

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 27 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

interno real de la tubería (existente o a proyectar).

- ✓ Deben tenerse en cuenta los accesorios que causen perdidas hidráulicas en el sistema. Cada accesorio debe tener su coeficiente de perdidas menores.
- ✓ El análisis Hidráulico del sistema a diseñar debe simular las condiciones operacionales normales y de emergencia (incluye procedimientos de lavado para el control de biopelículas o depósitos al interior de la línea, el golpe de ariete con sus efectos hidráulicos de flujo no permanente causados por la operación normal/mantenimiento/emergencia de la conducción y estallido de tubería), definiendo régimen de presiones, caudales a lo largo de la línea.

### 6.2.2 Modelación Hidráulica

Su modelación hidráulica debe basarse en:

- ✓ Una modelación matemática que permita deducir la hidráulica de la línea para cualquier condición de operación normal, mantenimiento o de emergencia que sean empleadas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

El programa de análisis donde se proyecte la modelación matemática debe:

- ✓ Estar soportado en el método del gradiente en sus cálculos y debe permitir el uso de ecuaciones como la de Darcy-Weisbach y Colebrook-White.
- ✓ Tener capacidad de análisis de periodo extendido, análisis en conjunto de líneas abiertas y cerradas, rutinas para la optimización de diseños hidráulicos usando sistemas expertos.
- ✓ Tener capacidad de realizar análisis de calidad de agua en las líneas según su flujo (permanente y/o extendido) usando coeficientes de decaimiento de sustancias químicas tanto por reacción con los materiales de las tuberías como con los cuerpos de agua receptores (para mantenimiento) garantizando cumplir con las normas vigentes en Colombia al respecto.
- ✓ Debe permitir la optimización de este incluyendo datos como: costos

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 28 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

globales de la red (materiales, instalación, operación y mantenimiento según su vida útil).

- ✓ Debe ser alimentado de información como: el catastro de usuarios, diámetros internos reales de las tuberías con sus coeficientes de rugosidad o fricción en cada una de ellas, coeficiente de perdidas menores de todos los accesorios que conforman la línea a diseñar, ecuaciones y coeficientes de cada una de las válvulas de los circuitos establecidos en el sistema de conducción, caudales y controles asignados (horas de cierre de elementos) y factores de consumo.
- ✓ El programa debe permitir la comunicación con otras herramientas informáticas y bases de datos de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. para el cálculo de la hidráulica de redes de conducción.
- ✓ Debe permitir el cálculo del comportamiento hidrúlico de la red de conducción en caso de ampliaciones del sistema, contando con rutinas de calibración de redes existentes con el fin de obtener diámetro reales internos, coeficientes de perdidas menores y rugosidades absolutas de las tuberías. Todo esto teniendo un protocolo de calibración definido desde un principio.

## 6.2.3 El Cálculo Hidráulico En Tuberías Simples

### 6.2.3.1 Para fricción:

En tubería con un diámetro continuo, debe hacerse mediante la ecuación de DARCY-WEISBACH:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

Donde,

F: factor de fricción

L: longitud de la tubería (m)

D: diámetro de la tubería (m)

V: velocidad media de fluido (m/s)

G: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

Teniendo en cuenta que el coeficiente de DARCY (f) –resistencia fluida para conductos a presión- para tuberías de sección circular se obtiene de la siguiente

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 29 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

manera:

Para flujo laminar (Re menor que 2000)

$$f = \frac{64}{Re}$$

Re: Numero de Reynolds

Para flujo turbulento (Re mayor a 4000), flujo hidráulicamente liso a flujo a rugoso.

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 \log_{10} * |ks/3,7D + 2,51/(Re\sqrt{f})|$$

Donde,  $K_s$ : rugosidad absoluta de la tubería (m)

El envejecimiento en las tuberías de concreto reforzado y aislado interiormente, de plástico extrudidas se considerara despreciable para el proyecto de diseño de las conducciones a presión.

En las metálicas siempre y cuando sea posible una limpieza periódica, el diseño debe incluir un factor de seguridad sobre la rugosidad absoluta que refleje el deterioro de la pared interna al final del periodo de diseño.

### 6.2.3.2 Para las pérdidas por accesorios

Para los accesorios en líneas de conducción instalados, tales como codos, tees, válvulas, ampliaciones o reducciones u otros accesorios debe utilizarse la siguiente ecuación:

$$H_m = K_m \cdot v^2 / (2 \cdot g)$$

Donde,  $K_m$ : coeficiente de pérdidas menores (coeficiente por accesorios).

El diseño debe justificar el valor de cada coeficiente de pérdidas menores para cada uno de los accesorios de la conducción con base en la bibliografía adoptada por el diseñador y lo descrito al respecto en el título B del Reglamento de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS 2000.

Para el caso específico de las uniones entre tubos que conforman la conducción, deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 30 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ La pérdida de energía en tuberías a presión que presentes slaientes en las juntas de los tubos a lo largo del perimetro interior de la sección, es la suma de la pérdida de energía debida a la fricción, calculada como si no existieran las juntas indicadas, mas la sperdidas menores debidas a la presencia de las juntas, las cuales se debe calcular de la siguiente manera:

$$H_m = K_m \cdot v^2 / 2g$$

Siendo para la variable de la distancia entre juntas (m) entre el diametro interno real de la tubería (m) menor que 30:

$$K_m = K_0 \times K_1$$

Y para la variable de la distancia entre juntas (m) entre el diametro interno real de la tubería (m) mayor que 30:

$$K_m = K_1$$

Donde los coeficientes K0 y K1 deben tomarse de las tablas que presenta el titulo B del RAS 2000.

### 6.2.3.3 Para las presiones en la red de conducción

La presión interna de diseño de las tuberías que conforman las conducciones debe calcularse como el mayor valor que resulte entre la presión estática y la máxima sobrepresión ocurrida por causas de de un fenómeno de golpe de ariete, calculada según esta norma, multiplicado por un factor de seguridad, de acuerdo con la Ecuación 1 y Ecuación 2

$$p_{\max} = \max (P_{\text{estatica}}, P_{\text{transiente}})$$

$$P_{\text{diseño}} = K \times p_{\max}$$

$P_{\max}$  = Presión máxima entre la presión estática y la presión transiente (m.c.a).

$P_{\text{estática}}$  = Presión estática (m.c.a).

$P_{\text{transiente}}$  = Presión causada por fenómenos transientes (m.c.a).

$P_{\text{diseño}}$  = Presión de diseño (m.c.a).

k = Factor de seguridad (igual a 1.1 para conducciones por gravedad; igual a 1.3 para conducciones por bombeo).

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 31 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

La presión nominal de trabajo de las tuberías y de todos sus accesorios debe ser mayor que la presión de diseño calculada de acuerdo con la Ecuación 2. El diseño estructural de las tuberías siempre debe realizarse teniendo en cuenta el Numeral G.3 “Aspectos Estructurales” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace. Siempre debe verificarse que la presión resultante sea lo suficientemente alta para alcanzar bajo cualquier condición de operación las zonas más altas del trazado.

#### 6.2.3.4 Para selección del diámetro de tubería para conducción

Para la selección del diámetro de las tuberías de la conducción deben tenerse en cuenta:

- ✓ El número de usuarios (estos incluye los existente y los proyectados según el área de expansión).
- ✓ El circuito de instalación según el sector a intervenir.
- ✓ El sistema de contraincendios de acuerdo a los usuarios y al circuito de instalación.
- ✓ El número de purgas a instalar en el circuito de instalación.
- ✓ Las presiones de trabajo máximas y mínimas
- ✓ las velocidades del flujo máximas y mínimas
- ✓ las longitudes de cada tramo de la conducción.

La elección de cada diámetro debe estar basada en una optimización de costos.

Si la conducción está conformada por una línea de impulsión hidráulica, se debe utilizar la siguiente ecuación para predefinir el diámetro más económico.

El uso de esta fórmula se restringe a las siguientes consideraciones:

- a. el diámetro nominal no puede ser menos que 4”.
- b. La velocidad no puede ser mayor que 3m/s
- c. El flujo no puede ser laminar.

$$H = 10,69 \times L \times Q^{1,852} \times C^{-1,852} \times D^{-4,867}$$

Donde,

L: longitud de la tubería (m)

Q: caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: coeficiente de Hazen-Williams

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 32 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

D: diámetro de la tubería (m)

Para obtener el coeficiente de Hazen Williams debe tener en cuenta los valores establecidos en la siguiente tabla:

MATERIAL	CONDICIÓN	DIAMETRO	CHW
Acero soldado	constante	$d \geq 12$	120
		$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
Acero bridado	Constante	$d \geq 24$	113
		$12 \leq d \leq 20$	111
		$4 \leq d \leq 10$	107
Concreto	Formaleta de acero	Todos	140
	Formaleta de madera	Todos	120
	centrifugado	todos	135
PVC	constante	todos	150
Hierro dúctil	Con revestimiento interior de cemento	-	140
		-	150
Polietileno <sup>3</sup>	-	-	150
GRP <sup>4</sup>	-	-	150

(Tomado del libro "Hidráulica de tuberías"- Juan G. Saldarriaga)

Si la conducción está conformada por una línea de impulsión de bombeo, se debe utilizar la siguiente ecuación para predefinir el diámetro más económico.

$$De = K(XQ)^{\frac{1}{2}}$$

$$X = \left[ \frac{t}{24} \right]^{\frac{1}{2}}$$

Donde

t = Es el número de horas de bombeo por día (horas).

Q = Es el caudal de bombeo (m<sup>3</sup>/s).

De = Es el diámetro interior (m.)

K = Es un coeficiente que varía entre 1.2 y 1.6.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 33 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Este último coeficiente es función del costo de la tubería y el costo del kilovatio hora de energía eléctrica. El diámetro definitivo de las tuberías de impulsión en una estación de bombeo debe obedecer al análisis económico hecho utilizando un programa de computador en el cual se analice el costo de la energía de bombeo versus el costo de la tubería y el sistema aguas abajo de la bomba.

### 6.2.3.5 Para velocidad en tubería de conducción

Teniendo en cuenta que el agua que fluye a través de las tuberías de conducción puede contener materiales sólidos en suspensión o materiales disueltos que pueden precipitarse, ambos productos de los procesos de la planta de tratamiento de agua potable o de procesos físicos y químicos en las paredes internas de la tubería, debe adoptarse una velocidad mínima de operación para estas.

Se recomienda una **velocidad mínima de 1.0 m/s** aunque este valor dependerá de las características de autolimpieza, de la calidad de agua y de la magnitud de los fenómenos hidráulicos que ocurran en la tubería.

Con respecto a la velocidad máxima, en general el límite de la velocidad estará dado por las fuerzas de arrastre ocasionadas por los esfuerzos cortantes internos de la tubería y por consiguiente de los anclajes que ésta requiera. Se recomienda una **velocidad máxima de 6 m/s**.

- ✓ En el control de biopelículas:

El diseño de las líneas de conducción o ampliaciones a líneas de conducción debe establecer el periodo de limpieza de las tuberías, especificando su velocidad mínima y su duración, con el fin de controlar el crecimiento y/o desprendimiento de películas de origen orgánico en las paredes internas de la tubería. El lavado hidráulico de las mismas debe hacerse en periodos de demanda mínima a lo largo del día de tal manera que no genere descompensación en la prestación del servicio.

- ✓ Velocidad: Con el fin de retardar el crecimiento y/o regeneración de películas biológicas, **la velocidad mínima debe ser 1.0 m/s**. el diseño debe especificar la forma de asegurar, bajo cualquier condición especial de operación, el que en alguna tubería la **velocidad máxima de flujo no supere 1.5 veces la velocidad máxima de flujo bajo condiciones normales**. También se debe evitar el que se reverse la dirección del flujo.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 34 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ Pendiente: Con el objetivo de permitir la acumulación de aire en los puntos altos de las tuberías y su correspondiente eliminación a través de válvulas de ventosa colocadas para este efecto y con el fin de facilitar el arrastre de posibles depósitos hacia los puntos bajos y acelerar el desagüe de las tuberías, estas no deben colocarse en forma horizontal. Las pendientes mínimas recomendadas son las siguientes: Cuando el **aire acumulado tiende a circular en el sentido del flujo de agua**, la pendiente mínima debe ser **0.04%**. Cuando el **aire fluye en el sentido contrario al flujo de agua** la pendiente mínima debe estar entre **0.1 y 0.15%**.

### 6.2.3.6 Para la calidad del agua

En la etapa de diseño de conducciones para los sectores atendidos por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., es necesario conocer la calidad de agua en cada uno de los nudos de la red, con el fin de asegurar que el agua distribuida cumple, en todo el sistema de conducción, con lo estipulado en el Decreto 1575 de 2007 y la Resolución 2115 de 2007 o aquel que lo reemplace.

Como parte del diseño es necesario hacer los cálculos de la evolución de la calidad de agua en la red de conducciones. Para eso puede utilizarse cualquier programa comercial que emplee el método de gradiente para las rutinas de calidad de agua a tiempo extendido. Estos deben simular el decaimiento del cloro residual en la red, su concentración y tiempo de vida media en cada sector, esto con el fin de verificar si se cumple con las exigencias legales a que haya lugar.

Con propósitos de cálculo puede aplicarse la siguiente fórmula unidimensional de conservación de masa para una concentración de cloro diluida en agua con flujo a través de una tubería:

$$[dc/dt] = -v \times (dc/dx) - Kb * c - (Kw/R) \times (c - cw)$$

Donde,

C: concentración de cloro (mg/l)

C<sub>w</sub>: concentración de cloro en la pared de la tubería

V: velocidad media del agua (m/s)

R: radio hidráulico de la tubería (m)

T: tiempo (s)

X: abscisa o distancia horizontal (m)

K<sub>w</sub>: coeficiente de transferencia entre el agua y la pared de la tubería

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 35 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

$K_b$ : constante de reacción de primer orden en el agua.

Para el proceso de mezcla de agua en los nudos debe calcularse aplicando la siguiente formula de continuidad:

$$C_s = [\sum [C_{ij} \times Q_{ij}]] \div [\sum Q_{ij}]$$

Donde,

$C_s$ : concentración final de cloro en el agua que sale del nudo (mg/l)

$C_{ij}$ : concentración de cloro que entra del nudo i al nudo j (mg/l)

$Q_{ij}$ : caudal que fluye del nudo i al nudo j (m<sup>3</sup>/s)

### 6.2.3.7 Para la corrosión de tuberías

- ✓ Para el caso de las de las tuberías metálicas, ninguna sección debe estar en contacto directo con el agua. Por lo que para el acero debe utilizarse recubrimiento interno y externo en mortero
- ✓ Todas las protecciones contra la corrosión tanto interna como externa en las tuberías de la conducción deben cumplir con lo estipulado en las normas AWWA, ISO Y ASTP.
- ✓ Para recubrimientos externos: todas las redes de conducción deben incluirlo, además de su análisis de resistencia a condiciones operacionales y ambientales normales y adversas; Los revestimientos de las tuberías pueden ser: polietileno o polipropileno, resina epóxica, mortero de cemento, etc. En el caso de tuberías de acero se recomienda hacer uso de recubrimientos con mortero. Las tuberías metálicas deben tener continuidad eléctrica y estaciones de medición, según lo establecido en el manual AWWA M27 "External Corrosion-Introduction to Chemistry And Control". Las tuberías de hierro dúctil deben encapsularse en manga de polietileno para aislarlas de las corrientes eléctricas parásitas, siguiendo lo establecido en la Norma Técnica Colombiana NTC 3819 y el manual AWWA M27 "External Corrosion- Introduction to Chemistry And Control". En todo caso, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. deben aprobar los recubrimientos externos contenidos en el diseño de la red de conducción.
- ✓ Para el recubrimiento interno y la protección de las tuberías: el diseño de las tuberías de la red de conducción debe incluir un análisis sobre la

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 36 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

resistencia a condiciones operacionales y ambientales normales y adversas, el cual debe ser previamente aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. En tuberías de acero se recomienda el uso de recubrimientos internos con mortero. Adicionalmente, el tipo de recubrimiento y protección debe cumplir con lo establecido en las “Normas y Especificaciones Técnicas de Construcción en Redes de Acueducto”.

### 6.2.3.8 Para la pérdida de agua en las conducciones

El caudal de diseño en las tuberías de conducción, se debe aumentar en un 2% con el fin de tener en cuenta las posibles pérdidas de agua a lo largo de las líneas de conducción y las infiltraciones en las estaciones reguladoras. Este 2% es un porcentaje adicional a las pérdidas que se presentan en la red de distribución

## 6.3 ESTRUCTURACIÓN HIDRÁULICA

En todos los casos de diseño de conducciones, nuevas redes o ampliaciones, el diseñador debe analizar la necesidad de uso de técnicas y dispositivos de protección para la línea. Estos dispositivos tendrán el objetivo de controlar la sobrepresión y subpresión en los diferentes puntos de la red de conducciones.

### 6.3.1 Requisitos de las tuberías para su instalación

Las tuberías de conducción deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. El tipo de tuberías, de juntas, de materiales y de apoyos debe ser adecuado a la forma de instalación, garantizando la completa estanqueidad del conducto. Así mismo, la tubería debe estar protegida contra impactos.
- b. Las tuberías formadas por segmentos rectos pueden colocarse en curva, si es necesario, mediante la deflexión de las tuberías en sus juntas, si éstas son del tipo flexible. Sin embargo, si el trazado de la línea de conducción implica una vulnerabilidad alta o cruza suelos con problemas de estabilidad, no se recomienda deflectar las tuberías en las uniones mecánicas con el fin de mantener su flexibilidad y dar seguridad a la conducción. En el caso de juntas flexibles, la deflexión máxima posible en cada junta, con excepción de juntas con características especiales, será la indicada por el fabricante de la tubería pero nunca podrá ser superior a los valores dados en la Tabla que se presenta a continuación:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 37 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

<b>Diámetro tubo (mm)</b>	<b>deflexiones</b>
100 o menores	3"0´
150	3"0´
200	3"0´
250	3"0´
300	3"0´
400	2"40´
450	2"25´
500	2"10´
600	1" 45´
750	1"25´
900	1"10´
1000 y mayores	1"5´

Deflexiones máximas en tuberías (extraído del título B del RAS 2000)

Igualmente, se recomienda que el fabricante especifique el coeficiente de pérdidas menores correspondiente a las juntas flectadas, como función del ángulo de deflexión.

En el caso de tuberías flexibles, éstas podrán ser deflactadas para formar curvas siguiendo lo establecido en las Normas Técnicas Colombianas o en normas técnicas internacionales, en caso de que las primeras no existan. En las tuberías de conducción que operen por bombeo se deben tener en cuenta adicionalmente los siguientes requisitos:

- ✓ No pueden intersectar en ningún momento, ni para ningún caudal, la línea piezométrica en sus condiciones normales de operación.
- ✓ Cuando las condiciones topográficas del trazado de la línea de conducción impliquen una inflexión en la línea piezométrica, el flujo debe hacerse por gravedad a partir de este punto de inflexión.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 38 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ En el punto en que un ducto a presión por bombeo se transforme en un ducto a presión por gravedad, en el caso de ausencia de otros medios, para garantizar el perfecto funcionamiento debe instalarse un tanque para el quiebre de la presión; este tanque debe tener un vertedero y un conducto para el agua vertida, dimensionados para el QMD de la conducción.
- ✓ Cuando las condiciones topográficas del trazado de la tubería presenten una aproximación entre la tubería y la línea piezométrica, el flujo debe hacerse por gravedad a partir del punto de mínima presión.

### 6.3.1.1 Materiales para las tuberías de conducción

En relación con las características de los diferentes materiales que pueden conformar las tuberías de conducción, se debe cumplir con las “Normas y Especificaciones Técnicas para la Construcción de Redes” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Adicionalmente se debe cumplir con todas técnicas establecidas en las Normas Técnicas Colombianas correspondientes, o en caso de que éstas no existan, de las normas internacionales AWWA, ISO, ASTM o BEN, con previa autorización de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. a través de la Subgerencia de Operaciones.

Para la selección de los materiales de las tuberías deben tenerse en cuenta, durante el proceso de diseño de las conducciones, los siguientes factores:

- ✓ La resistencia contra la corrosión, la agresividad del suelo y la corrosión electrolítica ocasionada por posibles corrientes parásitas. En particular, las tuberías deben tener protección contra la corrosión, siguiendo lo establecido con los temas de corrosión, recubrimientos y protección de las tuberías de la presente norma.
- ✓ La resistencia contra la tuberculización e incrustación en la pared interna de las tuberías.
- ✓ La resistencia a los esfuerzos mecánicos producidos por las cargas tanto internas como externas.
- ✓ La facilidad de desprendimiento de biopelículas y depósitos inorgánicos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 39 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- ✓ El tipo de uniones y la necesidad de anclaje de las tuberías.
- ✓ Las características de comportamiento hidráulico del proyecto objeto del diseño, incluyendo las presiones de trabajo máximas y mínimas, y las sobrepresiones y subpresiones causadas por golpe de ariete.
- ✓ Las condiciones económicas del proyecto.
- ✓ La vida útil de las tuberías.
- ✓ Para las tuberías metálicas de diámetros nominales mayores o iguales a 150 mm, se debe utilizar un recubrimiento interno de mortero de cemento.
- ✓ El material de las tuberías debe elegirse teniendo en cuenta que las características de éste satisfaga las necesidades del proyecto, considerando no solamente uno o dos de los puntos anteriormente indicados, sino examinándolos en conjunto y con los costos de inversión inicial y los costos de operación y mantenimiento a lo largo de la vida útil del proyecto, así como la seguridad y la vulnerabilidad de la tubería.
- ✓ Todo diseño de una conducción nueva debe incluir un solo tipo de tubería, evitando la mezcla de materiales (exceptuando los casos donde se presenten cruces de cuerpos de agua, donde puede utilizarse otro material contando con autorización previa de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.). Las tuberías de repuesto para la conducción que se soliciten como parte del proyecto objeto del diseño, deben corresponder a las tuberías de máxima presión que manejaría el proyecto nuevo.

El diseñador debe conocer las características que presentan los distintos materiales disponibles para conductos a presión típicos del sistema de conducción de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. En este aspecto, se podrán utilizar tuberías de materiales comerciales siempre y cuando se conozcan las características técnicas de cada material y se cumplan con las normas técnicas nacionales o internacionales mencionadas en la Tabla que se muestra a continuación, previa aprobación de la Subgerencia de Operaciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 40 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Material de la tubería	Norma técnica colombiana	Otras normas (selección a criterio del fabricante)
ACERO	NTC 10	AWWA C200
	NTC 11	AWWA C208
	NTC 2587	ASTM A589
	NTC 3470	
	NTC 4001	
CONCRETO REFORZADO CON O SIN CILINDRO DE ACERO -CCP	NTC 747	AWWA C300
		AWWA C301
		AWWA C302
		AWWA C303
		AWWA C304
	ASTM C822	
POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO - GRP	NTC3871	AWWA C153
	NTC 3919	ISO 2531
		ISO 4179
	ISO 8179	
HIERRO DUCTIL -HD	NTC 2587	AWWA C153
	NTC 2629	ISO 2531
		ISO 4179
	ISO 8179	
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD - PEAD	NTC 872	AWWA C 901-96
	NTC 1602	AWWA C906 -90
	NTC 1747	ASTM D 2239
	NTC 2935	ASTM D 2737
	NTC 3664	ASTM D 3035
	NTC 3694	ASTM D 3350
POLIVINILO DE CLORURO - PVC	NTC 382	ASTM D 1784
	NTC369	ASTM D 2241
	NTC 539	ASTM D 2855
	NTC 1339	AWWA C 900
	NTC 2295	AWWA C 905
		AWWA C 907
	DIN 16961	

Características de las tuberías para conductos a presión (extraído del título B del RAS 2000.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 41 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

En esta tabla se muestran algunas de las normas técnicas tanto nacionales como internacionales sobre tuberías. Éstas deben cumplirse pero siempre dando prioridad a la Norma Técnica Colombiana correspondiente, en caso de que ésta exista.

El siguiente cuadro puede emplearse como guía en el estudio de los diferentes materiales posibles. Sin embargo, pueden utilizarse materiales no incluidos en la tabla siempre y cuando se cumplan con las especificaciones de las Normas Técnicas Colombianas correspondientes, o en caso de que éstas no existan, de las normas internacionales AWWA, ISO, ASTM, o DIN, previa aprobación de la Subgerencia de Operaciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

MATERIAL	DIAMETROS COMERCIALES	CARACTERISTICAS
ACERO	Desde 50 mm (2"), a pedido.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativamente liviana</li> <li>• alta resistencia a la tracción</li> <li>• adaptable a zonas donde puede haber asentamientos</li> <li>• resiste presiones altas</li> <li>• baja resistencia a la corrosión</li> <li>• dúctil y maleable</li> <li>• está sujeto a la electrolisis</li> <li>• baja resistencia a la corrosión externa en suelos ácidos o alcalinos</li> <li>• en diámetros grandes su resistencia a carga exterior es baja.</li> <li>• está sujeta a la tuberculización cuando no tiene revestimiento interno.</li> <li>• el revestimiento con pintura exterior e interiormente solo se garantiza por 10 años</li> <li>• poca estabilidad estructural</li> </ul>

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 42 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

MATERIAL	DIAMETROS COMERCIALES	CARACTERISTICAS
		bajo presión negativa <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño estructural acorde con la presión requerida.</li> </ul>
CONCRETO REFORZADO CON O SIN CILINDRO DE ACERO (CCP)	250 A 1500 mm (10 a 60 pulgadas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• en los suelos ácidos (pH inferior a 4) necesita revestimiento epóxido externo.</li> <li>• muy resistente a cargas externas a presión interna y a golpe de ariete</li> <li>• Pesada</li> <li>• Buena estabilidad estructural</li> <li>• Diseño acorde con la presión requerida</li> </ul>
HIERRO DUCTIL - HD	250 a 1500 mm (10 a 60 pulgadas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• buena resistencia a la corrosión cuando esta revestida con mortero</li> <li>• buena resistencia a la carga exterior</li> <li>• medianamente liviana</li> <li>• medianamente dúctil</li> <li>• facilidad de montaje</li> <li>• poca elasticidad (pero mayor que el hierro fundido)</li> <li>• sujeta a corrosión electrolítica cuando no está revestida externamente</li> <li>• no hay forma de dar continuidad eléctrica para protección catódica</li> <li>• está sujeta a la tuberculización cuando no está revestida internamente</li> </ul>

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 43 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

MATERIAL	DIAMETROS COMERCIALES	CARACTERISTICAS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>los accesorios son revestidos con pintura.</li> </ul>
POLIVINILO DE CLORURO (PVC)	12.5 A 900mm (1/2 A 36")	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inerte a la corrosión</li> <li>liviana y de fácil manejo</li> <li>buena resistencia a cargas externas</li> <li>temperatura máxima de trabajo 50°C</li> <li>baja resistencia a flexión</li> <li>fácil de perforar para incorporar acometidas</li> <li>se degrada cuando está expuesta a rayos solares</li> <li>los accesorios superiores a 12 pulgadas, es necesario construirlos en HD, hay mezcla de materiales.</li> </ul>
POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (GRP)	300 a 3700 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>Inerte a la corrosión</li> <li>buena resistencia a cargas externas</li> <li>liviana y de fácil manejo</li> <li>no sujeta a electrolisis</li> <li>disponibilidad de accesorios en todos los diámetros</li> <li>no se requiere combinación de materiales</li> </ul>
POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (PE)	20mm a 1200 mm	<ul style="list-style-type: none"> <li>inerte a la corrosión</li> <li>liviana y de fácil manejo</li> <li>buena resistencia a cargas externas</li> </ul>

### 6.3.1.2 Especificaciones y control de calidad de tuberías para conducción

 <b>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b> <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 44 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

En relación con las especificaciones técnicas de las tuberías que conforman el diseño de la línea de conducción y de sus accesorios, debe cumplirse con los requisitos establecidos en las Normas Técnicas Colombianas correspondientes y, en caso de que estas no existan, con las normas AWWA, ASTM, DIN, ISO u otras normas técnicas equivalentes, previamente aprobadas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. cumpliendo con ensayos de control de calidad y normas técnicas sobre tuberías, exigidas en el título B del RAS 2000, Desplegadas en la siguiente tabla:

ENSAYOS POR MATERIAL	NORMAS TECNICAS NTC	OTRAS NORMAS
<b>TUBERIA DE ACERO</b>		
Prueba hidrostática de tubo recto		AWWA C200
Propiedad física		ASTM A370
Propiedades químicas		ASTM A 751
<b>TUBERIAS DE CCP</b>		
Propiedades		AWWA C300 AWWA C 301 AWWA C 302 AWWA C303 AWWA C304
<b>TUBERIAS PVC</b>		
dimensiones	NTC 3358	ASTM D 2122
Aplastamiento	NTC 382	ASTM D 2241
Acondicionamiento de plásticos	NTC 718	ASTM D 618
Atoxicidad	NTC 539	NFS Estándar 14
Olor y sabor	-	NFS Estándar 14
Tiempo de falla a presión constante	NTC 3578	ASTM 1598
Presión de rotura a corto plazo	NTC 3579	ASTM 1599
Clasificación del compuesto para extrusión de PVC y CPVC	NTC 369	ASTM D 1784
Resistencia al impacto	NTC 1125	ASTM D 2444

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 45 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

<b>ENSAYOS POR MATERIAL</b>	<b>NORMAS TECNICAS NTC</b>	<b>OTRAS NORMAS</b>
Calidad de extrusión	-	ASTM D 2152
Prueba hidrostática	NTC 3257	ASTM D 2837
<b>TUBERIAS DE GRP</b>		
dimensionamiento	NTC 3871	ASTM D 3567
Resistencia a tensión hidrostática a largo plazo	NTC 3871	ASTM D 2992
Resistencia a tensión diagonal	NTC 3871	-
Resistencia a tensión longitudinal	NTC 3871	ASTM D 638
Resistencia a compresión longitudinal	NTC 3871	ASTM D 695
Tensión transversal	NTC 3871	ASTM D 2290
Ensayo de solidez	NTC 3871	-
Ensayo de rigidez	-	ASTM D 2412
Contenido de vidrio	-	ASTM D 2584, ISO 1172
Estanqueidad de juntas	-	ASTM D 4161
<b>TUBERIA DE POLIETILENO</b>		
Dimensiones y tolerancias	NTC 3358	ASTM D 2122
Contenido negro de humo	NTC 664	ASTM D 4218 ANSI/ASTM D 1603
Presión de rotura	NTC 3257	ASTM D 1598 ASTM D 1599
Prueba de presión sostenida a elevada temperatura	NTC 1747	AWWA C 901
Tiempo de falla a presión constante	NTC 3578	ASTM D 1598
Esfuerzo de anillos a tensión	-	ASTM D 2290
densidad	-	ASTM D 2839 ASTM D 1505
Índice de influencia	-	ASTM 1238

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 46 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

ENSAYOS POR MATERIAL	NORMAS TECNICAS NTC	OTRAS NORMAS
Prueba de flexión	-	AWWA C 906-90
Agrietamiento ambiental	NTC 1602	
<b>TUBERIAS DE HIERRO DUCTIL</b>		
Acoples y accesorios	NTC 2587	-

Los proveedores de tuberías deben presentar la certificación de control de calidad otorgado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), así como la certificación de su utilización en trabajos exitosos de importancia realizados en el pasado ya sea en Colombia o en el exterior.

### 6.3.2 Accesorios

En todos los casos de diseño de conducciones, nuevas redes o ampliaciones, el diseñador debe analizar la necesidad de uso de dispositivos de protección para la línea. Estos dispositivos tendrán el objetivo de controlar la sobrepresión y subpresión en los diferentes puntos de la red de conducciones.

Con el fin de garantizar el correcto funcionamiento de las tuberías, el diseño debe contemplar diversos elementos, según las necesidades de cada caso. En todos los casos, el diseñador debe verificar que los accesorios y las estructuras complementarias colocados en la línea de conducción tengan un comportamiento adecuado con respecto a posibles problemas de cavitación. En particular debe cumplirse con la norma técnica AWWA C550; Por la configuración del sistema, sin excepción, todas las bridas para accesorios y las válvulas deben ser perforadas bajo norma AWWA /ANSI C-207, para la presión requerida.

#### 6.3.2.1 Válvulas

Las válvulas de control de flujo lo conforman el grupo de dispositivos hidráulicos como: Válvulas de reductoras de presión, administradoras de presión (control activo hidráulico), alivio de presión, anticipadoras de golpe de ariete, control de bombeo, control de nivel.

El diseño debe asegurar que los materiales con los cuales se construyan las válvulas, tanto en su cuerpo como en su mecanismo de cierre, cumplan con todas las especificaciones técnicas reconocidas tanto a nivel nacional como internacional, en función de las características del agua, tales como el grado de

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 47 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

agresividad y otros, así como de las presiones de servicio más los factores de seguridad requeridos.

Estas especificaciones para los materiales deben seguir lo establecido en las Normas Técnicas Colombianas NTC, las normas ASTM o las normas DIN correspondientes para cada tipo de válvula. Los revestimientos internos para las válvulas y sus mecanismos deben ajustarse a las Normas Técnicas Colombianas correspondientes o a la norma AWWA C550.

✓ Válvulas de corte o cierre

Estas válvulas deben localizarse al comienzo y al final de la línea. En todos los casos el diseño debe hacer un estudio de los transientes hidráulicos ocasionados por la operación de las válvulas en el sistema y debe incluir unas recomendaciones de operación. En caso de que la tubería presente grandes desniveles, se debe verificar que para la condición de cierre de la válvula de corte, la presión en el punto más bajo no supere la presión de diseño.

Las válvulas deben cumplir con las correspondientes Normas Técnicas Colombianas, y si estas no existen con las normas técnicas AWWA, ASTM, DIN, ISO, API o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Adicionalmente, el diseño debe evaluar la necesidad de instalar válvulas de corte intermedias a lo largo de la línea de conducción en sistemas por gravedad en cuyo caso debe justificarse su instalación, analizando los aspectos técnicos que dependen de su operación, además de cumplir con las exigencias de esta normatividad y de otras normas nacionales. El diámetro de la válvula debe seleccionarse igual al diámetro de la tubería de la conducción y debe verificarse para evitar problemas de cavitación para flujos con altas velocidades.

✓ Válvulas de ventosa

Las válvulas de ventosa deben cumplir con la Norma Técnica Colombiana correspondiente o en su defecto con la norma AWWA C512. En los puntos altos de la línea de conducción deben colocarse ventosas con el fin de facilitar la salida del aire que eventualmente se acumula en la conducción durante su funcionamiento o cuando se procede a su llenado o vaciado. De igual forma, cuando la tubería tenga una pendiente muy baja ( $\leq 3\%$ ) se debe colocar una válvula ventosa cada 300m.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 48 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

Dichos dispositivos deben permitir también la entrada automática de aire durante las operaciones de descarga de la tubería o cuando el caudal de agua se disminuya por causa de una rotura, de maniobras o de paradas en el flujo de la tubería. Puede instalarse una única ventosa de doble función (entrada y salida de aire), deben ser bridadas según la norma AWWA y de cuerpo en hierro dúctil (en casos especiales puede usarse válvulas roscadas previa autorización de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.).

Cuando en la conducción se encuentre una válvula de línea, debe existir una ventosa aguas arriba o aguas abajo, dependiendo de la pendiente para la aireación durante el llenado y descarga de ésta. El diámetro mínimo de las ventosas será de 2" doble acción, Toda válvula de ventosa debe poder aislarse de la tubería principal por medio de una válvula de corte.

Cada ventosa debe estar protegida por una cámara de inspección accesible, con su respectivo drenaje de aguas y los respiraderos necesarios para garantizar el flujo de aire y completamente asegurada. Deben localizarse de tal modo que no se introduzca agua extraña al sistema. Los dispositivos previstos deben instalarse de tal manera que sus aperturas se sitúen por lo menos 50 cm por encima del nivel máximo de agua que pudiera acumularse en el sitio de la ventosa.

Como dispositivos automáticos para la entrada o salida de aire de las líneas de conducción pueden utilizarse Ventosas de doble efecto para la descarga del aire acumulado durante el llenado y durante la operación normal de la conducción y para la entrada en las operaciones de descarga de agua o las ventosas de Tubos verticales o chimeneas cuando su extremidad superior pueda situarse por encima de línea piezométrica máxima para la entrada de aire.

En el caso de que exista una válvula intermedia en la conducción, ésta debe estar dotada de un paso lateral (bypass) de tal manera que permita el flujo de aire hacia la ventosa. Este paso lateral debe estar dotado de su propia válvula de corte y se debe utilizar cuando: La válvula intermedia se localice en tramos descendientes de la tubería y su apertura no pueda realizarse sin causar perjuicios a la estructura o La válvula intermedia sea del tipo compuerta y la presión en el punto en que estuviese instalada cause un empuje superior a 20 KN.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 49 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

✓ Válvulas de purga o desagüe.

Estas válvulas deben instalarse en los puntos más bajos de los trazados en las líneas, ya que son el sistema de desagüe o limpieza hidráulica interna de la red de conducción, principalmente de la formación de biopelículas. La descarga debe permitir la eliminación total del agua contenida en la tubería de conducción, dicha descarga se recomienda que maneje un diámetro de 6" del a partir de un diámetro de 10" en la tubería principal, Cada válvula debe estar protegida con una cámara de inspección accesible con su respectivo drenaje, dicha cámara debe seguir los criterios de construcción dispuestos en los planos de detalle para este tema y las especificaciones técnicas.

Si la velocidad de salida de la válvula de purga es mayor que 3 m/s, debe colocarse una estructura de disipación de energía. El dimensionamiento de la descarga debe hacerse teniendo en cuenta la obtención de una velocidad mínima que sea compatible con la remoción del material sedimentado y las biopelículas en el interior de la tubería, durante por lo menos el primer minuto de descarga; Que el tiempo máximo para descarga sea impuesto por las condiciones de operación; El caudal máximo permitido por el sistema de recepción del agua descargada, Las válvulas de desagüe o purga deben ser de tipo esféricas y deben cumplir con las Normas Técnicas Colombianas correspondientes, o sus normas equivalentes AWWA, ASTM, DIN, ISO o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. En casos especiales, bajo la aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., se pueden utilizar válvulas de compuerta bajo norma ANSI o ISO.

En el caso de que la línea de conducción corresponda a la línea de impulsión de un bombeo, el diseño debe contemplar el colocar válvulas de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería.

Las válvulas de cheque sencillas o de doble acción deben cumplir con las Normas Técnicas Colombianas correspondientes o en su defecto con las normas AWWA C508, AWWA C510, o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 50 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

✓ Válvulas de protección contra golpe de ariete.

Este tipo de válvulas deben instalarse en tuberías de conducción por bombeo, sometidos a riesgos de sobrepresiones por golpe de ariete, sobre la línea de impulsión, con el fin de proteger las bombas y las tuberías correspondientes.

✓ Válvulas de compuerta.

Válvulas de compuesta con sello resilente y con sello de bronce. Con vástago fijo o levadizo. También puede usarse para sistemas contraincendios. Debe cumplir con las normas AWWA C-509, AWWA C-515, AWWA C-550, AWWA C-500, BS 5163, DIN 3352 & ISO 5752.

✓ Válvulas de mariposa.

Válvulas de mariposa bridadas (AWWA C504, ISO, BS), wafer o lug. También se puede considerar en este punto as de alto desempeño de doble excentricidad y válvulas para aplicaciones industriales. Debe cumplir con las normas AWWA C-504, ISO & BS.

✓ Válvulas de cheque.

En el caso de que la línea de conducción corresponda a la línea de impulsión de un bombeo, el diseño debe contemplar el colocar válvulas de cheque o de retención con el fin de evitar el retroceso del agua, con el consiguiente vaciado del conducto y posibles daños en las bombas o posibles aplastamientos de la tubería.

Las válvulas de cheque sencillas o de doble acción deben cumplir con las Normas Técnicas Colombianas correspondientes o en su defecto con las normas AWWA C508, AWWA C510, o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.; En el caso de utilizar aleaciones de cobre como material de fabricación de estas válvulas, debe cumplirse con la Norma Técnica Colombiana NTC 1762.

### 6.3.2.2 Codos, Tees, Reducciones y otros Accesorios en conducciones

Para las tuberías con juntas elásticas, los accesorios deben fabricarse por el productor de la tubería o en su defecto, deben existir en el mercado otros materiales que permitan su instalación con adaptadores, teniendo en cuenta todas

 <b>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b> <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 51 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

las normas nacionales e internacionales vigentes, las cuales se muestran referenciadas en la siguiente tabla:

<b>MATERIAL</b>	<b>NORMAS TECNICAS COLOMBIANAS</b>	<b>OTRAS NORMAS</b>
<b>ACERO</b> BRIDAS UNIONES ACOPLAMIENTOS CON MANGA UNIONES CAMPANA/ESPIGO UNIONES SOLDADAS EN CAMPO	-	AWWA C 207, AWWA C 606, AWWA C 219, AWWA C 111, AWWA C 206. ASTM A 961 ASTM F 682 ASTM A 865
<b>HIERRO DUCTIL</b> REVESTIMIENTO MORTERO CENTRIFUGADO UNIONES CAMPANA – ESPIGO UNIONES SOLDADAS EN CAMPO.	NTC 2629, NTC 2587	AWWA C 104, AWWA C 110-C153, AWWA C111, AWWA C115. ISO 2531, ISO 2230, ISO 4633.
<b>CCP</b>	NTC 1328	AWWA C 300, C301, C302, C303 Y C304. ASTM C822
<b>PVC</b> UNIONES MECANICAS EMPAQUES DE CAUCHO ACCESORIOS SOLDADOS O ROSCADOS	NTC 2295 NTC 2536 NTC 1339	ASTM D 1339 ASTM F477 ASTM D 2466
<b>POLIETILENO</b>	NTC 2935, NTC 2536, NTC 1339	ASTM D 3139, ASTM F 477, ASTM D 2466
<b>POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO</b>	NTC 3877	ASTM D 3567, ASTM D 4161.

Para las tuberías de acero soldado, las piezas especiales y los accesorios deben diseñarse y fabricarse de acuerdo con las normas y recomendaciones de la AWWA C 208. Para las tuberías de hierro dúctil, las bridas también pueden regirse por las

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 52 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

norma AWWA C 207. En el caso particular de curvas de deflexión inferiores que 8°, estas se pueden fabricar en campo a través del corte oblicuo de los tubos solo para uniones tipo espigo - campana.

### 6.3.2.3 Estructuras Complementarias en la Conducción de Agua Potable

✓ Uniones o juntas de montaje.

El diseño debe prever juntas de montaje en todos los sitios donde haya necesidad de mantenimiento o reemplazo de algún equipo, como en el caso de válvulas de corte o válvulas especiales.

Para tuberías de acero deben preverse uniones escualizables de tres cuerpos de acuerdo con la Norma Técnica Colombiana NTC 2587, o la norma AWWA C606, o brida rígida cuando se puedan presentar desplazamientos axiales en ambos sentidos de los accesorios o el espacio sea muy pequeña.

Para tuberías con superficie externa irregular o porosa, tales como las tuberías de concreto, deben colocarse extremidades en tubos de acero inoxidable para la instalación de uniones de montaje que, por lo general, también deben ser de tres cuerpos.

✓ Juntas de expansión.

Para su diseño debe preverse en los pasos aéreos ejecutados con tuberías de acero con uniones soldadas en las cuales el dimensionamiento indique su necesidad, con el fin de absorber las dilataciones o contracciones debidas a las variaciones térmicas y a las posibles deflexiones de las estructuras.

Estas juntas deben ser similares a las establecidas en la norma AWWA C220 y deben cumplir con los requisitos allí establecidos. En todo caso, el diseño de las juntas de expansión debe seguir lo establecido en el literal G.3.3 “Diseño de tuberías a presión” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace.

✓ Juntas o uniones de restricción de movimiento.

Debe incluirse cuando en el diseño de la Estructura de la red debe lograrse una estabilización en el tendido de la tubería para evitar el desacople campana espigo y las posibles fugas generadas por el movimiento normal del terreno.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 53 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

✓ Cajas para válvulas.

En cualquier proyecto de diseño o ampliación de una conducción que incluya válvulas, el diseñador debe seguir los criterios descritos en las especificaciones técnicas para la construcción según el diámetro de la red que se esté diseñando. Las dimensiones de las respectivas cajas, debe permitir el acceso para labores de operación y mantenimiento por parte del personal autorizado de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Se recomienda que las cámaras para las válvulas que están en la línea de conducción, tengan techos desmontables en concreto.

✓ Estaciones reguladoras de presión.

Con el fin de reducir la presión hasta un valor menor y establecer un nuevo nivel estático, el diseño debe contemplar la instalación de estaciones reguladoras de presión. Estas estaciones son usadas a la llegada de las conducciones a los tanques de almacenamiento y/o compensación.

Las estaciones reguladoras de presión deben estar basadas en el uso de válvulas de flujo o paso anular con regulación o el uso de cámaras de quiebre de presión que alcancen a igualar la presión de la conducción a la presión atmosférica correspondiente, válvulas ventosas, válvulas de corte, filtros, unión de desmontaje y by pass.

Las válvulas de flujo o paso anular con regulación permiten producir una pérdida de energía predeterminada con el fin de controlar la presión, manteniéndola constante independientemente del caudal que pase a través de ellas. Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

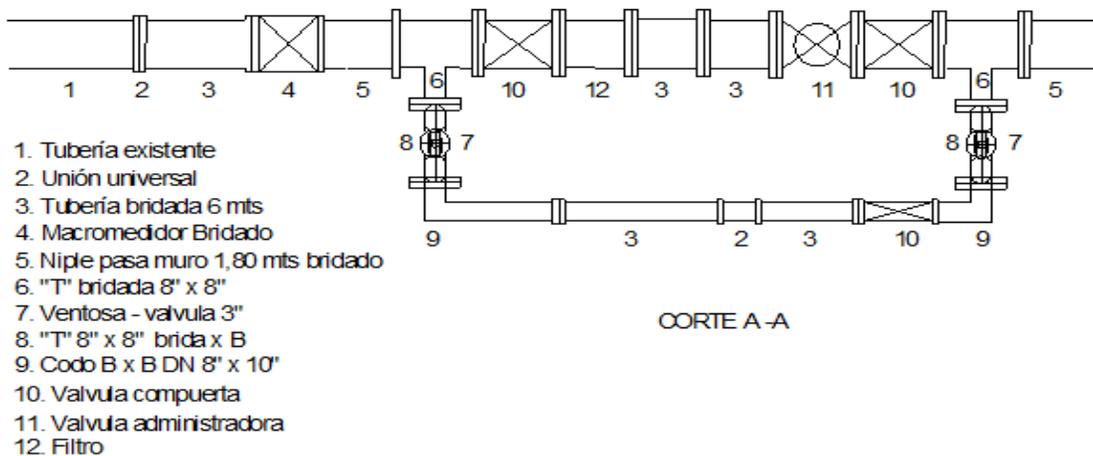
- a. Las estaciones reguladoras de presión deben tener bifurcaciones en la línea de conducción que permitan tener dos trenes paralelos de regulación de presión, con las correspondientes válvulas de corte, filtros, manómetros, etc, con el fin de permitir el funcionamiento de la instalación en caso de daño y/o mantenimiento de uno de ellos. En aquellos casos en que Aguas de Barrancabermeja lo considere conveniente, la cámara podrá construirse sin la bifurcación; en estos casos, cuando sea necesario desmontar la

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 54 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	Vigente a partir de: 14-01-2015

válvula por razones de mantenimiento debe existir un niple que la reemplace temporalmente.

- b. Las estaciones reguladoras de presión deben localizarse en cámaras que tengan un acceso adecuado para labores de montaje, operación y mantenimiento. En caso de válvulas muy grandes, el techo de la cámara puede estar conformado de forma tal que para labores de reemplazo de las válvulas, éste pueda ser removido.

La disposición de elementos en una estación reguladora de presión debe seguir, como mínimo, lo mostrado en el siguiente esquema:



✓ Anclajes o atraques.

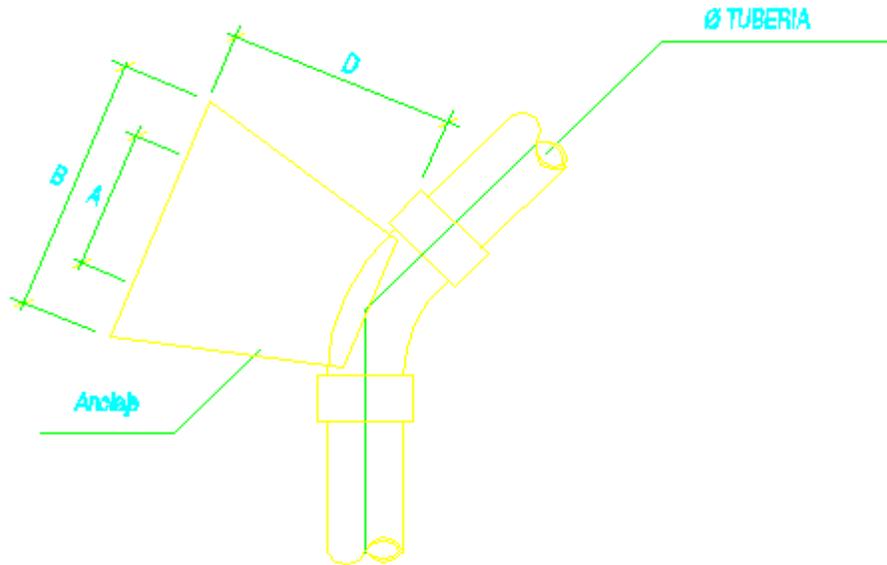
Para el cálculo de las fuerzas hidrodinámicas que deben soportar los anclajes, el diseñador debe utilizar la ecuación de conservación de momentum lineal bajo condiciones de flujo permanente y con el caudal máximo, bajo condiciones normales y especiales de operación correspondientes al final del período de diseño. Una vez obtenida esta fuerza, el diseño de los anclajes o atraques se debe hacer teniendo en cuenta lo establecido en el Título G del RAS, en su versión vigente.

En las líneas de conducción el diseño debe prever los anclajes de seguridad necesarios, ya sea en concreto (simple, reforzado o ciclópeo, o metálicos) de tal forma que se garantice la inmovilidad de la tubería en los siguientes casos:

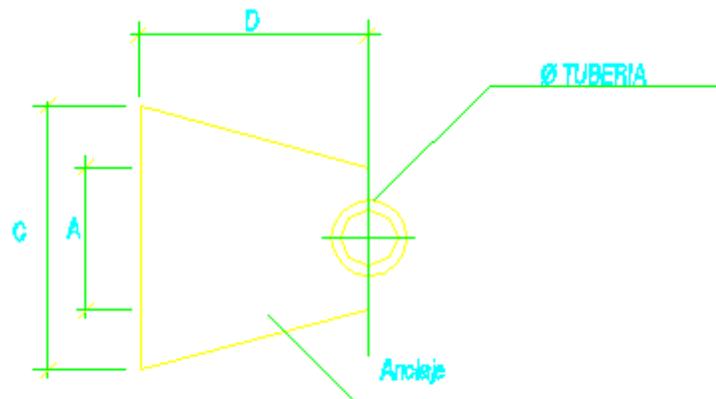
 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 55 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- a. En tuberías expuestas a la intemperie, que requieran estar apoyadas en soporte, o unidas a formaciones naturales de la roca (mediante anclajes metálicos).
- b. En los cambios de dirección, tanto horizontal como vertical, de tramos enterrados o expuestos, siempre que el cálculo estructural de la tubería lo justifique.
- c. En puntos de cambio de diámetro de la tubería o en dispositivos para el cierre o la reducción de flujo en tuberías discontinuas.
- d. Debido a que las conducciones deben ir por zonas públicas, el cálculo del tamaño de los anclajes por empujes laterales o verticales debe tener en cuenta que parte de los empujes será absorbido por la fricción de la tubería contra el suelo. Para ello se deben tener en cuenta: que en tuberías metálicas, los codos deben ser bridados o acerrojados con las piezas anteriores y posteriores que tengan una longitud de mínimo 4.0 m; En tuberías de CCP, los codos deben tener una extensión al principio y al final, de mínimo de 4.0 m como pieza completa, o tener uniones por cinturones de cierre soldados con piezas rectas anteriores y posteriores.
- e. Los espigos y campanas de tuberías no pueden quedar dentro del anclaje y se debe respetar una distancia mínima de 20 cm de la campana-espigo. Este criterio no aplica para las tuberías de GRP.

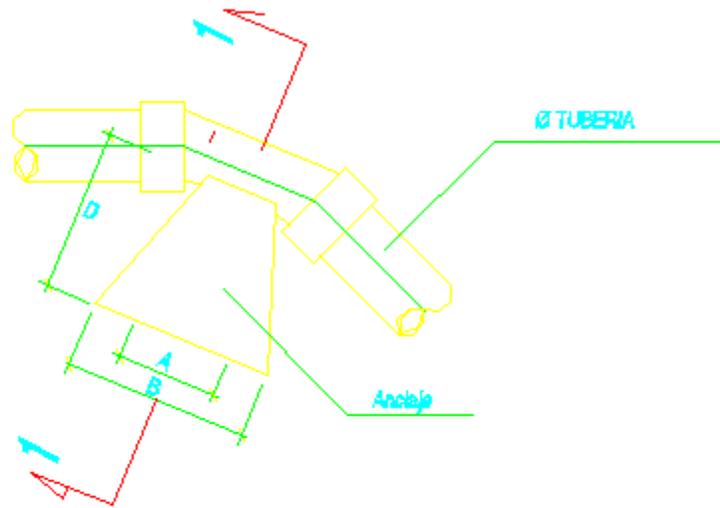
Los cambios de dirección en tramos enterrados deben seguir los criterios expuestos en las especificaciones técnicas para la construcción de atraques; las dimensiones de la estructura según el diámetro del accesorio deben ser en concreto dependiendo las únicamente del diámetro del accesorio. Como lo indican las figuras:



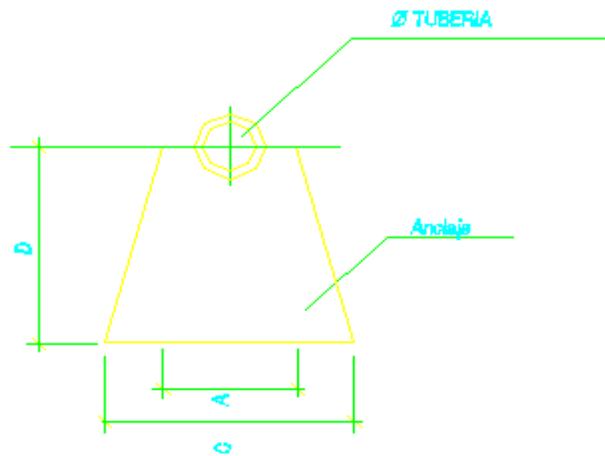
**PLANTA**



**PERFIL**



**PERFIL**



**SECCION1-1**

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 58 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

<b>DIMENSIONES MINIMAS PARA ANCLAJES</b>				
$\emptyset$	A	B	C	D
3"	0.10	0.20	0.20	0.25
4"	0.12	0.25	0.25	0.30
6"	0.15	0.30	0.30	0.35
8"	0.16	0.40	0.40	0.40

#### Notas

- Los anclajes se harán en concreto de 215 kg/cm<sup>2</sup> (3000 Psi) y se colocaran según se indica.
- Las uniones del accesorio quedaran libres de anclaje.
- Las dimensiones están dadas en metros.
- La forma indicada del anclaje puede variarse, siempre y cuando se conserven las dimensiones mínimas.

Para el cálculo de las fuerzas hidrodinámicas que deben soportar los anclajes, el diseñador debe utilizar la ecuación de conservación de momentum lineal bajo condiciones de flujo permanente y con el caudal máximo bajo condiciones normales o especiales de operación correspondientes al final del período de diseño. Una vez obtenida esta fuerza, el diseño de los anclajes se debe hacer teniendo en cuenta lo establecido en el Título G del RAS, en su versión vigente.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 59 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 6.3.2.4 Estructuras especiales para protección de tuberías.

Cuando la línea de conducción cruce vías de alto tráfico, vías férreas, vías del metro, ríos, quebradas u otros obstáculos naturales deben proyectarse estructuras especiales que garanticen la seguridad de la misma, siendo concebidas desde el diseño para absorber las cargas y otros esfuerzos que puedan ser el resultado de la colocación de las tuberías. Estas estructuras deben ser metálicas, de concreto o de otros materiales con la aprobación previa de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y conformar puentes, pasos colgantes y túneles.

Las estructuras especiales en las líneas de conducción deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. En el paso de la tubería de conducción por zonas en las cuales pueda ocurrir el tránsito de una creciente, estando el conducto elevado, debe dejarse una sección libre suficiente para permitir el paso del caudal máximo correspondiente a un período de retorno de 30 años como mínimo y deben preverse los apoyos protegidos contra posibles erosiones locales. Estos aspectos deben quedar incluidos en el diseño.
- b. Las obras de arte, tales como sifones, cruces de vías de alto tráfico, de vías férreas o para salvar pasos de ríos, quebradas, lagunas o depresiones del terreno deben proyectarse de tal forma que se garantice la durabilidad, la permanencia y el buen funcionamiento de las obras. Los accesorios pueden ser del mismo material de las tuberías de conducción.

En algunos casos especiales, las tuberías de conducción o tramos de ésta requieren de protecciones especiales (recubrimientos internos y externos). La protección de las tuberías de conducción no enterradas debe ser obligatoria cuando estas atraviesan zonas locales donde pueden estar sujetas a daños de cualquier naturaleza, provocada por agentes reales o potenciales.

- ✓ Golpe de ariete en líneas de conducción.

En el diseño de las conducciones debe hacerse siempre un análisis del golpe de ariete, causado por la operación de válvulas o por accidentes en la línea.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 60 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	<b>Versión: 1</b>	<b>Vigente a partir de:</b> 14-01-2015

✓ Análisis de puntos muertos en las conducciones.

En general, los diseños nuevos y los diseños de ampliaciones en la red de conducciones, no deben permitir la existencia de puntos muertos.

En el caso de que existan puntos muertos, el diseño debe contemplar la existencia de elementos y accesorios de control que permitan hacer un lavado periódico de la red de conducciones en este sector. En este caso, el diseño debe establecer claramente las rutinas de operación que garanticen la calidad del agua en la red de conducciones.

En el caso de existencia de zonas muertas en la red de conducciones, el diseño debe incluir el análisis del efecto que dichas zonas tienen sobre la calidad del agua general que llega a los tanques de almacenamiento y/o compensación. Para esto se debe utilizar un programa de cálculo hidráulico de la red de distribución, basado en el método del gradiente

El diseño también debe establecer, para el caso de los puntos muertos, la forma de lavado especificando qué válvulas se deben operar simultáneamente a la apertura de la válvula al final de la zona muerta, con el fin de conseguir las condiciones hidráulicas de velocidad y de esfuerzo cortante que permitan el desprendimiento de las películas biológicas y la resuspensión de posibles depósitos inorgánicos al interior de la tubería. El diseño también debe establecer la frecuencia de lavado y la duración de lavado en cada uno de los puntos muertos de la red.

✓ Estructuras para el lavado de las conducciones.

El diseño de las conducciones o ampliaciones de ésta debe incluir las operaciones de lavado con el fin de ayudar al desprendimiento de biopelículas y depósitos inorgánicos localizados al interior de las tuberías. El diseño debe incluir todos los accesorios de control como válvulas de cono hueco, válvulas de purga o desagüe, del sistema de acueducto del municipio.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 61 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 6.3.3 COMPROBACIÓN DEL DISEÑO BAJO DIFERENTES CONDICIONES DE OPERACIÓN

El diseño debe comprobarse para los siguientes casos de operaciones hidráulicas:

- ✓ Flujo permanente bajo las condiciones de Qmd en el momento de la puesta en marcha del proyecto.
- ✓ Flujo permanente bajo las condiciones de Qmd para períodos de operación de 10, 20 y 30 años.
- ✓ Caudal mínimo en el momento de inicio de operación del diseño.
- ✓ Escenarios de operaciones especiales de mantenimiento. En particular se deben tener en cuenta aquellos casos en los cuales estas operaciones impliquen la salida de operación de una o varias de las líneas de conducción de la red de conducciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
- ✓ Escenarios de operaciones de emergencia, que impliquen la salida de operación de una o varias de las líneas de conducción de la red de conducciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
- ✓ Escenario de cambio en los caudales de salida producidos por la planta de tratamiento de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., en particular cuando salga completamente de operación.
- ✓ Escenarios de lavado de ciertas líneas de la red de conducción de agua potable de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

En todos los casos anteriores es necesario verificar que los efectos sobre las velocidades no impliquen que en algún punto de las tuberías de la red de conducciones se duplique la velocidad de diseño o que en alguna de ellas ocurra un cambio de dirección del flujo. Esto tiene el objetivo de evitar el desprendimiento de biopelículas y/o la suspensión de material inorgánico depositado al interior de las tuberías, con las consecuencias de deterioro de la calidad de agua en la red de conducciones y en la red de distribución de agua potable.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 62 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

En caso de que en alguno de los escenarios se detecten tramos de la tubería de conducción en donde es imposible evitar uno de los dos efectos anteriores, se debe tener en cuenta una operación de lavado previa de estas conducciones.

El diseño debe propender por establecer reglas de operación de la red de conducciones que eviten los problemas de desprendimiento de biopelículas y/o suspensión del material inorgánico depositado al interior de las tuberías.

Para esto se deberá utilizar cualquier sistema de análisis de redes de tuberías que utilice el método del gradiente como método de cálculo, utilizando la ecuación de Darcy-Weisbach y teniendo en cuenta que todas las tuberías deben simularse con su diámetro interno real y con el coeficiente de rugosidad absoluta correspondiente a cada material de tuberías. Alternativamente dicho sistema puede permitir el uso de la ecuación de Hazen-Williams.

#### **6.3.3.1 Protocolo de pruebas dado por el diseñador**

El diseño de una nueva conducción o una ampliación de una conducción existente debe incluir un protocolo de pruebas que especifique el tipo de pruebas hidráulicas que se deben hacer al sistema antes de que éste entre en operación. El diseño debe incluir el tipo de operación hidráulica bajo la cual se deben hacer las pruebas así como el tipo de mediciones de caudal, de presiones y de calidad de agua en puntos específicos del sistema. El diseño también debe incluir los puntos de medición, con su localización y los equipos de medición especiales, estableciendo su rango de medición y su nivel de precisión.

La diferencia máxima admisible entre los valores del diseño y los de las pruebas de campo debe ser del 5%. Las pruebas establecidas en el protocolo de pruebas deben ser realizadas por el constructor del proyecto, bajo la supervisión de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

#### **6.3.4 Macromedición en Sistemas de Conducción**

Los macromedidores de agua para grandes consumos deben ser de tipo electromagnético, con sistema de velocidad, tipo hélice Woltmann y de esfera seca. Además, debe venir pre-equipado para sistemas de lectura remota AMR y cumplir con las siguientes normas: NTC 1063-1, y SO 4064, AWWA C701, AWWA C702, AWWA C700, AWWA C708, AWWA C710, AWWA C704 u otras normas

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 63 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		

internacionales equivalentes, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Para la instalación de los macromedidores en la red de distribución, el diseño debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

- a. Los puntos de medición de caudal deben estar aguas abajo de la salida de las estaciones reguladoras de presión. En estos casos se requiere la transmisión de datos medidos vía telemétrica.
- b. Los puntos de medición de apertura de válvulas deben estar aguas arriba de la entrada de los tanques. En estos casos se requiere la transmisión de datos medidos en los macromedidores vía telemétrica.
- c. Los puntos de medición de las líneas de impulsión deben estar en la descarga del bombeo.
- d. Los macromedidores deben tener estructuras adecuadas para su instalación. Estas estructuras son:
  - ✓ Conos de reducción y expansión para obtener velocidades adecuadas en el punto de medición, las cuales deben ser mayores que 0.5 m/s con el caudal mínimo nocturno en condiciones iniciales, lo cual repercute para tener una mayor exactitud en el punto de medida. Estos conos deben tener ángulos de inclinación menores que 8°, con el fin de no afectar el perfil de velocidades y mantener las presiones menores bajas.
  - ✓ Sección de verificación, para la comprobación del estado del medidor electromagnético, utilizando medidores de flujo ultrasónicos portátiles (con configuración de mínimo dos planos de medida) o con varilla electromagnética, durante el tiempo que se considere necesario.
  - ✓ Instalación de válvulas de cierre aguas abajo del medidor para que sea posible verificar el cero del equipo.
  - ✓ Instalación de tomas para el análisis de agua en un sitio definido, que no altere la medición del caudal.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 64 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 6.3.5 Dimensionamiento Estructural de la Tubería

El dimensionamiento estructural de las tuberías que conforman el diseño de la red de conducciones o una ampliación a ésta, depende del material y debe realizarse según lo establecido en el Capítulo G.3 “Aspectos Estructurales” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace. En particular se deben estudiar los efectos de las cargas externas sobre las tuberías de la conducción. Para esto se deben estudiar los siguientes puntos:

✓ Cargas externas y presiones internas

El diseño debe dejar perfectamente establecido cuáles son las cargas de diseño ocasionadas por los rellenos alrededor de las tuberías. Adicionalmente, el diseño debe dejar claramente establecido cuáles son las presiones internas máximas y mínimas que van a soportar las tuberías en cada punto a lo largo de la línea de conducción.

✓ Cálculo de los efectos de las cargas externas

Para el cálculo de los efectos de las cargas externas sobre las tuberías de las líneas de conducción, se deben estudiar las cargas del peso del suelo sobre las tuberías flexibles, el cálculo de las deflexiones de la sección transversal en las tuberías flexibles, las cargas del peso del suelo sobre tuberías rígidas, las condiciones de instalación en zanja para tuberías rígidas y las condiciones de instalación en terraplenes con proyección positiva o negativa para tuberías rígidas.

✓ Capa de cimentación y relleno lateral

El diseño debe considerar los aspectos constructivos para las condiciones de instalación en zanja tanto para tuberías rígidas como para tuberías flexibles.

Teniendo en cuenta todos los puntos anteriores, el diseño de tuberías para sistemas de conducción o ampliaciones a estos, debe tener en cuenta todas las cargas externas y las presiones internas. Particularmente, se deben considerar todas las combinaciones posibles de carga y presiones internas bajo diferentes condiciones de operación, los efectos causados por estas combinaciones de carga y los efectos sísmicos o aquellos causados por cambios de temperatura en las líneas de conducción.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 65 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Con respecto a las normas técnicas nacionales NTC o las normas técnicas internacionales AWWA, ASTM, ISO, DIN u otras normas internaciones aceptadas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., estas deben quedar establecidas desde el diseño de acuerdo con el material de las tuberías. En particular se deben tener en cuenta los siguientes casos:

a. Tuberías de acero

En el caso de que las líneas de conducción contemplen el uso de tuberías de acero, en el diseño debe corroborar su resistencia a los esfuerzos actuantes resultantes de las presiones y las cargas externas según el fabricante. Con diámetros entre 10 y 40 pulgadas.

b. Tuberías de CCP

El diseño de estas tuberías debe estar basado en el apéndice A de la norma AWWA C-303 y en la NTC 747. Con diámetros entre 10 y 40 pulgadas.

c. Tuberías de hierro dúctil

En el caso de que el diseño de la red de conducciones incluya el uso de tuberías de hierro dúctil, estas deben guiarse por las normas de tuberías de HD Serie Métrica, HD serie pulgadas y HD recubrimientos, siguiendo lo establecido en la norma AWWA C-151. Con diámetros entre 10 y 40 pulgadas.

d. Tuberías de PVC

El diseño de líneas de conducción donde se requiera utilizar tuberías de PVC debe estar basado en la norma AWWA C905, que incluye las especificaciones para tuberías de PVC con diámetros entre 20 y 10 pulgadas.

e. Tuberías de Polietileno PE

El diseño de líneas de conducción donde se requiera utilizar tuberías de Polietileno (PE) debe estar basado en la norma AWWA C906, que incluye las especificaciones para tuberías de PE con diámetros entre 10 y 18 pulgadas.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 66 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 6.3.6 Colocación y Nivelación de la Tubería de Conducción

En el caso de líneas de conducción nuevas o ampliaciones a líneas de conducción existentes, el eje de las tuberías debe localizarse equipo de topografía al menos cada 10 m. Las tuberías deben referenciarse con respecto a los ejes y los paramentos de las vías, previamente verificados por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Los levantamientos altimétricos y planimétricos deben referenciarse en planos con formato dwg según la sectorización del plano general de las redes de acueducto de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. referenciando el diámetro, el tipo y la longitud de la tubería. Y presentarse en medio físico y digital para su empalme con la herramienta digital y su documentación.

### 6.3.7 Instalación de Tuberías

Desde la etapa de diseño deben analizarse todas las condiciones de instalación de las tuberías de las conducciones, especificando su protección cuando sea necesario. En especial deben analizarse los siguientes aspectos correspondientes a la red de conducciones de agua potable:

- ✓ La instalación de tuberías en tramos con pendientes acentuadas, alrededor de 20° o más.
- ✓ La instalación de la tubería en pasos sobre ríos, quebradas o cañadas sujetos a inundaciones o caudales que puedan causar la erosión del recubrimiento de la tubería.
- ✓ La instalación de la tubería de conducción con cobertura de terreno menor que la especificada anteriormente para su protección, en caso de circulación de vehículos con carga que puedan causar daños a la tubería.
- ✓ En la instalación de la tubería en áreas sujetas a inundaciones, el diseño debe evitar la posibilidad de que la tubería flote, principalmente cuando por razones de mantenimiento o razones de emergencia no esté llena de agua, recomendando anclaje para evitar problemas de flotación donde sea necesario.
- ✓ En general, la instalación de tuberías debe realizarse siguiente lo establecido en el Capítulo G.4 “Aspectos de construcción” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace. En particular se deben seguir los

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 67 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

procedimientos de instalación y conexión de tuberías de acero, de PVC, de concreto u otras tuberías al igual que la instalación especial de accesorios como válvulas, estructuras de disipación de energía, cámaras de quiebre de presión, estaciones reguladoras de presión, etc.

### 6.3.8 Distancias Mínimas a otras Redes de Servicios Públicos

El diseño debe contemplar las distancias mínimas que deben existir entre los tubos que conforman la red de conducciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y los ductos de otras redes de servicios, tal como se establece a continuación:

- ✓ Las distancias mínimas a la red de alcantarillado de aguas residuales deben ser 1.5 m horizontal y 0.3 m vertical.
- ✓ Las distancias mínimas a la red de alcantarillado de aguas lluvias deben ser 1.0 horizontal y 0.3 m vertical.
- ✓ Las distancias mínimas a las redes de alcantarillado combinado deben ser 1.5 m horizontal y 0.3 m vertical.
- ✓ Las distancias mínimas a las redes de teléfono y de energía eléctrica deben ser 1.5 m horizontal y 0.5 m vertical.
- ✓ Las distancias mínimas a las redes domiciliarias de gas deben ser 1.2 m horizontal y 0.5 m vertical.

Si no es posible cumplir con estas distancias mínimas, las tuberías de las redes de conducción de agua potable deben ser revestidas exteriormente con una protección a todo lo largo de la zona de interferencia.

## 6.4 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN

El diseñador debe establecer en el protocolo de pruebas preliminares, aquellas condiciones que se deben medir y se deben cumplir, especificando el grado de precisión de las mediciones, para la puesta en marcha de la conducción, cuando se trate de una línea nueva o ampliaciones a las líneas de conducción existentes.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 68 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 6.4.1 Prueba Hidrostática

Una vez que finalice la instalación de la tubería de la conducción, y siguiendo el protocolo de pruebas establecido por el diseño y las especificaciones técnicas de construcción, ésta debe presurizarse hasta el nivel máximo de la presión estática que va a soportar durante su vida útil, con el fin de verificar su estanqueidad y si existen problemas en las uniones, las juntas, los accesorios, etc. Igualmente debe verificarse el correcto funcionamiento de los anclajes, de acuerdo con el protocolo de pruebas.

Estas pruebas pueden hacerse por tramos de la conducción, aislados mediante válvulas. Es responsabilidad del diseñador establecer la norma o estándar internacional bajo el cual se debe llevar a cabo dicha prueba, lo cual deberá ser aprobado previamente por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

#### 6.4.2 Desinfección de la Conducción

Siempre que se hagan trabajos en una línea de conducción, ya sea una instalación nueva, o una ampliación de una conducción existente, ésta debe ser desinfectada. La desinfección debe ser hecha por el instalador de la tubería y debe realizarse de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma técnica AWWA C-651. Una vez desinfectada la tubería, se deben verificar los datos de calidad de agua con respecto a cloro residual, de acuerdo con el protocolo de pruebas establecido en el diseño.

Para la desinfección de la conducción deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

- ✓ Antes de la aplicación del desinfectante, la tubería debe lavarse haciendo circular agua a través de ella y descargándolas por las válvulas de descarga o purga con el objeto de remover todas las materias extrañas, residuos de los procesos de construcción. El desinfectante debe aplicarse donde inicia la tubería. Para secciones de la conducción localizada entre válvulas, el desinfectante debe aplicarse por medio de una llave de incorporación.

Preferiblemente debe utilizarse cloro o hipoclorito de sodio como desinfectante. La tasa de entrada de la mezcla de agua con gas de cloro a

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 69 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

la tubería debe ser proporcional al caudal que entra al tubo. En particular debe seguirse lo establecido por la norma AWWA C-651.

- ✓ La cantidad de cloro debe ser tal que produzca una concentración mínima de 50 ppm. El diseño debe establecer claramente la calidad y la cantidad del cloro que debe ser inyectado en cada llave de incorporación. El procedimiento de desinfección debe ser aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
- ✓ El período de retención del agua desinfectada dentro de la red de conducciones de agua potable no debe ser menor que 24 horas. Después de este período de retención, el contenido de cloro residual en los extremos del tubo, en las llegadas a los tanques de almacenamiento y/o compensación; y en los puntos representativos establecidos por el diseño, deben ser de por lo menos 5 ppm.
- ✓ Una vez que se haya hecho la cloración y haya transcurrido el período mínimo de retención, la tubería debe ser desocupada completamente.

Cuando se hagan cortes en alguna de las tuberías que conforman la red de conducciones con el fin de hacer reparaciones, o ampliaciones, la tubería cortada debe someterse a cloración a lado y lado del punto de corte. Se debe hacer un muestreo final para llevar a cabo un análisis bacteriológico. En caso de que la muestra no tenga resultados de calidad Conducciones de agua adecuados, teniendo en cuenta lo establecido por el Artículo 35, Decreto Nacional 1575 de 2007, de los Ministerios de Vivienda y Medio Ambiente y de Salud y Protección Social, por el cual se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable, debe repetirse el proceso de desinfección.

### 6.4.3 Golpe de Ariete

Teniendo en cuenta lo establecido por el diseñador con respecto al golpe de ariete en la tubería de conducción, debe medirse la condición normal de operación que produzca las mayores sobrepresiones y la condición normal de operación que produzca las menores subpresiones, con el fin de realizar una prueba de golpe de ariete. Esta prueba debe simular la condición normal de operación establecida en los protocolos de prueba y la presión debe medirse en aquellos puntos, que, de acuerdo con el diseño, presentan las máximas sobreelevaciones de presión y las mínimas subpresiones. Estos datos deben conservarse en el sistema de

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 70 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

información de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., con el fin de comparar con los datos que se obtengan durante todo el período de operación normal de la red.

#### **6.4.4 Válvulas de Lavado y Purga**

Las estructuras utilizadas para el lavado de las conducciones, con el fin de remover biopelículas o depósitos de partículas inorgánicas, o prevenir el crecimiento de biopelículas, deben someterse al procedimiento establecido en el protocolo de pruebas con el fin de verificar su correcto funcionamiento, midiendo el caudal de lavado en función de la presión en el sitio de descarga.

En todas las válvulas de lavado o purga que existan a lo largo de la línea de conducción debe verificarse su correcto funcionamiento y debe medirse el caudal y la velocidad de salida del agua, bajo condiciones normales de operación de lavado. El diseño debe establecer el tipo de equipos de medición, su precisión y la frecuencia de mediciones.

En el caso de descargas que cuenten con estructuras de disipación de energía y canales de descarga a la red de drenaje natural de los municipios atendidos por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., debe verificarse el correcto funcionamiento de las mismas, midiendo las velocidades de salida, el nivel de agua en los canales y las velocidades en estos. El diseñador, en su protocolo de pruebas, debe establecer los sitios de medición, los equipos de medición, su precisión y el número de medidas que deben ser hechas.

#### **6.4.5 Ventosas**

En todas las ventosas que existan a lo largo de la línea de conducción deben hacerse las pruebas correspondientes, establecidas en un protocolo de prueba, que asegure su correcto funcionamiento para las diferentes condiciones normales de operación establecidas por el diseño. En particular debe cumplirse con la norma técnica AWWA C-512.

### **6.5 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONDUCCIÓN**

#### **6.5.1 Mediciones de Caudal**

Con el fin de verificar la cantidad de agua que llega al final de cada una de las líneas de conducción y/o los tanques de compensación; debe medirse el caudal a

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 71 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

la entrada al sistema de conducciones (salida de la planta de potabilización) y en cada punto de salida de éste (Estaciones sectoriales), en forma continua y se deben guardar los registros del caudal en el sistema de control de la planta, con el fin de mantener una base de datos que permita establecer el balance de agua en la red de conducción de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

En el caso de las medidas de caudal es obligatorio tener mediciones telemétricas, para lo cual el diseño del sistema de control debe establecer claramente los puntos de medición, los instrumentos a ser utilizados, la frecuencia de toma de datos de caudales y el nivel de precisión de las medidas.

Una vez finalizadas las pruebas hidrostáticas, y después de llenar la zanja en los tramos enterrados de la tuberías, deben verificarse los caudales de operación incluyendo el caudal máximo.

### **6.5.2 Desinfección de la Tubería de Conducción**

Siempre que se hagan trabajos en una línea de conducción, ya sea una instalación nueva, o una ampliación de una conducción existente, ésta debe ser desinfectada. La desinfección debe ser hecha por el instalador de la tubería y debe realizarse de acuerdo con el procedimiento descrito en la norma técnica AWWA C-651. Una vez desinfectada la tubería, se deben verificar los datos de calidad de agua con respecto a cloro residual.

Para la desinfección de la conducción deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Antes de la aplicación del desinfectante, la tubería debe lavarse haciendo circular agua a través de ella y descargándolas por las válvulas de descarga o purga con el objeto de remover todas las materias extrañas, residuos de los procesos de construcción. El desinfectante debe aplicarse donde inicia la tubería. Para secciones de la conducción localizada entre válvulas, el desinfectante debe aplicarse por medio de una llave de incorporación.
2. Preferiblemente debe utilizarse cloro o hipoclorito de sodio como desinfectante. La tasa de entrada de la mezcla de agua con gas de cloro a la tubería debe ser proporcional al caudal que entra al tubo. En particular debe seguirse lo establecido por la norma AWWA C-651.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 72 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

3. La cantidad de cloro debe ser tal que produzca una concentración mínima de 50 ppm. El diseño debe establecer claramente la calidad y la cantidad del cloro que debe ser inyectado en cada llave de incorporación. El procedimiento de desinfección debe ser aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

### 6.5.3 Golpe de Ariete

En todas las líneas del sistema de conducciones de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. incluyendo aquellas que conforman líneas de impulsión por bombeo (bocatoma a planta), deben medirse las sobrepresiones y las subpresiones generadas bajo condiciones normales de operación de flujo no permanente, registrando en forma específica la forma de operación de las válvulas y/o bombas que conformen el sistema.

El diseño del sistema de control junto al de operaciones debe establecer en forma clara los puntos de medición, los equipos de medición, la frecuencia de toma de datos y el nivel de precisión. Estos registros deben guardarse en las bases de datos de las Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

### 6.5.4 Instrumentación y Telemetría en las Conducciones

En todos los puntos del sistema de conducciones en los cuales exista instrumentación de control, establecida en el diseño, debe verificarse que la precisión de los equipos en el momento de entrar en operación esté dentro del rango  $\pm 1\%$ .

Adicionalmente, debe verificarse su correcta instalación en los diferentes puntos de las tuberías, en forma permanente a lo largo de la vida útil del proyecto con una frecuencia establecida por la Subgerencia de Operaciones.

En el caso específico de los sensores o transmisores de presión, debe verificarse que la capacidad de estos cubra todo el rango de presiones que pueda presentarse en la tubería de conducciones, tanto bajo condiciones normales de operación como bajo condiciones de emergencia, en particular las sobrepresiones y subpresiones ocasionadas por los casos de flujo no permanente, bajo la conducción de operación extrema.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 73 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Con respecto a los medidores de velocidad y de caudal, debe verificarse que la capacidad de estos cubra todo el rango de velocidades que puedan presentarse en la tubería, tanto bajo condiciones normales de operación como bajo condiciones de emergencia. En particular debe verificarse que la instrumentación para la medida de caudales y de velocidades cubra también las operaciones extremas de lavado de las conducciones.

## 6.6 REGLAS DE OPERACIÓN CONTRA DESPRENDIMIENTO DE BIOPELÍCULAS O SUSPENSIÓN DE SÓLIDOS INORGÁNICOS

El objetivo es el establecer reglas para establecer un procedimiento para la operación de las líneas de conducción, operaciones especiales tales como la puesta en marcha de una conducción nueva, el reemplazo de una conducción, u operaciones de emergencia, de tal forma que se provoque en lo más mínimo el desprendimiento de biopelículas o la suspensión de partículas inorgánicas depositadas en el interior de la tubería que puedan poner en riesgo la calidad del agua potable entregada por la empresa.

Dicho procedimiento para los casos expuestos anteriormente es presentado detalladamente en la guía de diseño y operación del sistema de acueducto urbano de Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P.

### 6.6.1 Lavado de las Tuberías de Conducción

Las líneas de conducción, ya sean nuevas o ampliadas, debe establecer el período de tiempo mínimo para su lavado preventivo. Este período debe ser de al menos una vez al año.

Adicionalmente, el lavado de las líneas de conducción debe realizarse, cuando se detecte un deterioro en las condiciones de calidad de agua, en la red de conducciones, o inmediatamente después presentarse condiciones de operación especiales que impliquen cambios drásticos en la hidráulica de las tuberías, tales como incrementos de velocidad, sobre la velocidad media, superiores al ciento por ciento o reversa en la dirección del flujo.

Las condiciones de operación son las establecidas secuencialmente según la descripción contenida en la guía de diseño y operación del sistema de acueducto urbano de Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 74 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

## 7 REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 7.1 CONDICIONES GENERALES

Las redes de distribución son aquellas destinadas al suministro del agua potable a las viviendas y a las empresas públicas y privadas. Estas redes están compuestas de tanques de almacenamiento, los nudos, las válvulas de control, las válvulas reguladoras de presión, las ventosas, los hidrantes, las acometidas domiciliarias, tubería de 2" a 8" y si se requiere de otros accesorios para que pueda operar el sistema.

#### 7.1.1 Período de Diseño

El período de diseño de las redes de distribución es de 30 años. En aquellos casos en los cuales el análisis de costo mínimo sugiera un desarrollo por etapas, éstas deben diseñarse teniendo en cuenta dicho período de diseño.

#### 7.1.2 Caudal de Diseño

El caudal de diseño para las redes de distribución, o ampliaciones de ésta, corresponde al Caudal Máximo Horario QMH definido en el numeral 9.3.3 de esta norma, más las pérdidas técnicas y las pérdidas comerciales en la red de distribución.

#### 7.1.3 Pérdidas de Agua en la Red de Distribución

Se puede tener un porcentaje máximo de pérdidas técnicas en la red de distribución del 15% para realizar el cálculo de los caudales de diseño. El porcentaje máximo en las pérdidas comerciales en la red de distribución debe ser máximo del 10%.

#### 7.1.4 Calidad de Agua en las Redes de Distribución

En la etapa de diseño de una red de distribución de agua potable en Barrancabermeja, se debe calcular la calidad de agua en cada uno de los nudos de la red, dando los niveles de cloro residual y de otros químicos, teniendo en cuenta la calidad en la planta y los tanques de almacenamiento, con el fin de asegurar que el agua distribuida cumple, en toda la red de distribución, con lo

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 75 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

estipulado en el Decreto 1575 de 2007 de los Ministerios de Vivienda y Medio Ambiente y de Salud y Protección Social, o aquel que lo remplacé.

### 7.1.5 Sectorización del servicio

Se deben usar válvulas reguladoras de presión, cuando se requiera un quiebre de presión, o mediante válvulas de corte o cierre, para dividir la red en circuitos y subcircuitos de presión.

Sectorizando el servicio de aguas potable se busca lograr los siguientes objetivos:

0. Disminuir el riesgo de rotura de las tuberías y el caudal de fuga por goteos no localizables, para controlar las fugas en las zonas de presión.
1. Controlar la presión en las diferentes zonas de la red de distribución.
2. Facilitar el aislamiento de los circuitos y subcircuitos, para realizar las labores de mantenimiento preventivo programado en la red de distribución.
3. Realizar balances de agua en los circuitos y subcircuitos, para controlar el índice de agua no contabilizada.
4. Homogeneizar la presión para todos los clientes dentro de la red de distribución, para optimizar la operación del servicio.

### 7.1.6 Información sobre el recorrido y distribución de la red

Se deben tener en cuenta las siguientes condiciones con respecto al recorrido y a la distribución de las redes para realizar el diseño.

1. Las redes de distribución deben estar compuestas por circuitos cerrados con interconexiones de tuberías en los puntos de cruce o nudos.
2. En el diseño pueden incluirse tramos abiertos en la red de distribución, siempre y cuando terminen en conexiones domiciliarias, en hidrantes o en tapones que cuenten con una válvula de purga, que puedan ser usados para limpieza de la tubería y/o para expansiones futuras de la red, evitando puntos muertos en el sistema ocasionado por los problemas de calidad de agua a que estos

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 76 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

conlleven. En estos casos, el diseño debe establecer la frecuencia y forma de lavado de estas tuberías abiertas.

3. La distribución de la red debe conservar mallas independientes del diámetro, a menos que exista una dificultad técnica.
4. Es preferible que la alimentación de cada circuito o subcircuito se haga en un solo punto con el fin de facilitar el cálculo de balances de aguas necesario para controlar el índice de agua no contabilizada.

### 7.1.7 Deflexión de las Tuberías de la Red de Distribución

Las tuberías formadas por segmentos rectos pueden colocarse en curva, si es necesario, mediante la deflexión de las tuberías en sus uniones, si estas son del tipo flexible. Sin embargo, si el trazado de la red de distribución implica una vulnerabilidad alta, o cruza suelos con problemas de estabilidad, no se recomienda deflectar las tuberías en las uniones mecánicas con el fin de mantener su flexibilidad y dar seguridad a la red de distribución. En el caso de las uniones flexibles, la deflexión máxima posible en cada junta, con excepción de las uniones con características especiales, será la indicada por el fabricante de la tubería pero nunca podrán ser superiores a los valores mostrados en la tabla que se presenta a continuación.

Deflexiones máximas en tuberías (tomado del título B del RAS 2000)

Diámetro tubo (mm)	Deflexiones
100 o menores	3° 0´
150	3° 0´
200	3° 0´
250	3° 0´
300	3° 0´
400	2° 40´
450	2° 25´
500	2° 10´
600	1° 45´
750	1° 25´
900	1° 10´
1000 y mayores	1° 5´

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 77 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Igualmente, el fabricante debe especificar el coeficiente de pérdidas menores correspondiente a las juntas flectadas, como función del ángulo de deflexión.

### 7.1.8 Presiones en la Red de Distribución

En el diseño de la red de distribución deben ser tenidos en cuenta los siguientes requerimientos para las presiones:

1. La presión dinámica mínima debe ser de 14 m.c.a o 20 PSI.
2. La presión estática máxima debe ser de 42 m.c.a o 60 PSI.
3. La red de distribución debe estar subdividida en tantas zonas de presión como se requieran para cumplir con las anteriores condiciones de presión.
4. Para que en una misma zona de presión se permitan presiones estáticas mayores que la máxima definida y presiones dinámicas menores que la mínima fijada, el diseño debe cumplir con las siguientes condiciones:
  - ✓ El área a abastecer con una presión estática superior a 42 m.c.a o 60 PSI puede corresponder al 10% del área de la zona de presión, desde que no se sobrepase una presión de 45 m.c.a. o 65 PSI y hasta el 5% del área de la zona de presión desde que no se sobrepase una presión de 49 m.c.a. o 70 PSI.
  - ✓ El área a abastecer con una presión dinámica inferior a 14 m.c.a. o 20 PSI puede corresponder hasta el 10% del área, siempre que la presión mínima sea superior a 10 m.c.a. o 15 PSI y hasta el 5% del área de la zona de presión, siempre que la presión mínima sea superior a 8 m.c.a. o 12 PSI.
  - ✓ Las referencias de las presiones estáticas y dinámicas serán con respecto al nivel de agua máximo en los tanques para la primera y al nivel de agua mínimo en los tanques para la segunda.

En los casos anteriores la presión dinámica mínima debe corresponder al análisis de la red de distribución bajo el caudal máximo horario (QMH) para la población de diseño futura, la población de saturación o la proyección de clientes en la zona objeto del diseño de la red de distribución.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 78 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

La presión dinámica máxima corresponde a las presiones obtenidas bajo condiciones de flujo mínimo en el momento de entrar en funcionamiento la red de distribución.

### **7.1.9 Diámetros de las tuberías en la red de distribución**

Para realizar el diseño de la red de distribución, incluyendo el cálculo hidráulico, deben utilizarse los diámetros reales internos de las tuberías y los coeficientes de rugosidad para cada uno de los materiales que formarían parte de la red de distribución. Por consiguiente, el cálculo hidráulico de la red de distribución se debe hacer el mismo número de veces que de materiales disponibles para las tuberías de la red, y que además cumplan con las condiciones particulares del proyecto.

Con respecto a los diámetros de las tuberías de la red de distribución se deben tener en cuenta, desde la etapa de diseño, los siguientes aspectos:

1. En zonas residenciales el diámetro mínimo de las tuberías será de 2" y en zonas industriales y comerciales de acuerdo a la capacidad del sistema de distribución en el sector.
2. En los sectores donde existan tuberías de conducción, se deberá instalar una tubería paralela de mínimo 2" para distribución de agua potable.
3. Para todos los diseños, los diámetros deben asegurar un diámetro suficiente para atender el caudal máximo horario QMH y la previsión de caudales en caso de incendio, para garantizar las presiones máximas y mínimas durante todo el periodo de diseño del proyecto.
4. Para el caso del uso del polietileno de alta densidad (PEAD), debe hacerse la siguiente equivalencia de diámetros debido a la consideración de la normatividad de este material respecto a los diámetros nominales internos así:

 <b>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b> <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 79 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Tabla 5-3 Normas de Diseño de Sistemas de Acueducto de EPM - Diámetros nominales internos

Nominal exigido para las tuberías de HD, PVC y BIAxIAL	Diámetro nominal externo equivalente en POLIETILENO
75 mm	90 mm
100 mm	160 mm
150 mm	200 mm
200 mm	250 mm
250 mm	315 mm

#### 7.1.10 Velocidades en las Tuberías de la Red de Distribución

Las velocidades máximas en la red de distribución varían dependiendo del tipo de material de la tubería, cuando se encuentra en condiciones de caudal máximo horario QMH al final del periodo de diseño, o en condiciones excepcionales de mantenimiento o de protección contra incendios. En la siguiente tabla se plantean las velocidades máximas recomendadas para las tuberías en la red de distribución.

Tabla 5-4 Normas de Diseño de Sistemas de Alcantarillado de EPM – Velocidades máximas según material de tuberías

Material	Velocidad (m/s)
Acero sin revestimiento	5,0
Acero con revestimiento	4,0
Hierro dúctil	4,0
CCP	3,0
PVC	6,0
PEAD	5,0
GRP	6,0
Polipropileno	6,0

En el diseño el caudal máximo horario QMH en el momento de entrada de operación de la red debe limitar la velocidad mínima a 0.5 m/s. En el diseño deben

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 80 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

estar incluidos la instalación de hidrantes o dispositivos de vaciado para realizar la limpieza de la tubería en forma periódica.

#### **7.1.11 Velocidades para Remoción de Biopelículas**

La velocidad de lavado al interior de las tuberías de la red de distribución no puede ser inferior a 3.6 m/s y tampoco sobrepasar los 7,0 m/s, para lograr desprender las películas biológicas y los depósitos inorgánicos. Para alcanzar estas velocidades se deben utilizar hidrantes o válvulas especiales y/o tapones removibles en puntos muertos de la red.

En el diseño debe estar incluida la frecuencia y el tipo de lavado a través de los hidrantes que conforman la red de distribución, para tener control del desprendimiento de las películas biológicas o suspensión de materiales inorgánicos depositados al interior de las tuberías.

#### **7.1.12 Pendientes en las Tuberías de la Red de Distribución**

Las pendientes de las tuberías nunca deben ser cero, para que el aire se acumule en los puntos altos de las tuberías y puedan ser eliminados por medio de válvulas de ventosa, además esto facilita el arrastre de posibles depósitos y el lavado de las tuberías.

Las pendientes mínimas recomendadas son las siguientes:

1. La pendiente mínima debe ser 0.04%, cuando el aire acumulado circula en el sentido del flujo de agua.
2. La pendiente mínima debe estar entre 0.1 y 0.15%, cuando el aire circula en el sentido contrario del flujo de agua. Esta pendiente no puede ser menor que la de la línea piezométrica en ese tramo de la red de distribución.

Si hay proyectos en los que se requiere hacer una gran excavación para que sean más uniformes las pendientes de todos los tramos de la red, y de este modo evitar la instalación de más ventosas y válvulas de purga, se debe hacer un análisis económico para elegir la opción más viable.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 81 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 7.1.13 Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave

Las siguientes consideraciones deben ser tenidas en cuenta sobre la profundidad de instalación de las tuberías objeto del diseño de la línea de conducción.

1. La profundidad mínima para la ubicación de la línea de distribución, ubicadas donde haya un posible flujo vehicular, debe ser mínimo de 1.0 m medidos desde la superficie del terreno hasta la cota clave de la tubería; y la profundidad máxima no debe exceder los 1.5 m medidos desde la superficie del terreno hasta la cota clave de la tubería, pero si el diseñador considera que la profundidad debe ser mayor, esta debe ser aprobada por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
2. Para casos especiales en que la profundidad de la tubería debe estar en 0.6 m y 1.0 m, se debe hacer un análisis estructural donde estén incluidas las cargas vivas, peso del terreno, impacto y otras que puedan presentarse durante la construcción.
3. Si en algunos casos la tubería se ve sometida a una sumergencia temporal, el diseñador debe tener en cuenta que durante las labores de mantenimiento la tubería se encuentra vacía y pueden ocurrir daños debido a la subpresión, para evitar inconvenientes el diseño debe incluir la colocación de las correspondientes protecciones.
4. En lo posible la tubería que pase por quebradas, ríos, canales, depresiones u otras estructuras deben estar enterradas, con el fin de minimizar los pasos aéreos, teniendo en cuenta aspectos de seguridad, vulnerabilidad, estética y menor costo de instalación, manteniendo el mismo material de la conducción.

## 7.2 DISEÑO DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 7.2.1 Diseño Hidráulico de las Redes de Distribución

El diseño hidráulico de la red de distribución debe hacerse tomando como referencia el consumo actual, y otro para las condiciones de consumo correspondientes al periodo de diseño de la red. En el diseño debe incluirse cálculo hidráulico para flujo como para condiciones de periodo extendido que cubran los diferentes días de la semana con sus curvas de consumo particulares.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 82 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

En el diseño de la red de distribución debe estar incluido el tipo y diámetro de la tubería a utilizar, así como un análisis hidráulico de su interacción con la red de distribución existente; para lo cual seguimos los siguientes puntos:

1. Las ecuaciones que deben utilizarse para el diseño de la red de distribución deben ser las ecuaciones de balance de masa en los nudos y las ecuaciones de conservación de energía en los circuitos.
2. En el cálculo de redes de tuberías se debe tener en cuenta el caso de las redes abiertas y debe utilizarse el método del gradiente para el cálculo de redes hidráulicas.
3. Los diseños hidráulicos deben calcularse con el diámetro interno real tanto para las tuberías existentes como para las tuberías objeto del diseño.
4. En el diseño hidráulico se debe tener en cuenta que los accesorios causan pérdidas menores relevantes tanto para las tuberías existentes como para la tubería objeto del diseño. Cada accesorio debe tener su coeficiente de perdidas menores.

Para el análisis hidráulico de las redes de distribución deben ser tenidos en cuenta los siguientes aspectos:

1. El análisis hidráulico de la red de distribución debe simular todas las condiciones operacionales normales y de emergencia, definiendo el régimen de presiones y caudales a lo largo de toda la red. Este análisis debe incluir las operaciones de lavado para control de biopelículas y de depósitos inorgánicos al interior de la red.
2. En el análisis hidráulico de la red de distribución debe estar incluido un análisis de golpe de ariete, tomando en consideración todos los efectos hidráulicos de flujo no permanente causados por la operación normal de la red, operaciones bajo condiciones de mantenimiento y emergencia, y donde se incluya un posible estallido de la tubería.

### **7.2.2 Cálculo de caudales por nudo**

El cálculo de los caudales de consumo para cada uno de los nudos de las nuevas redes de distribución puede hacerse utilizando alguno de los siguientes métodos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 83 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 7.2.2.1 Método de las áreas

Se deben determinar las áreas de influencia correspondientes para cada uno de los nudos de la red, para luego aplicar el caudal específico unitario (L/s/ha) determinado para cada tipo de uso de abastecimiento y que corresponda al periodo de diseño del proyecto.

El cálculo se hace por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_i = A_i * Q_e$$

$Q_i$  = Caudal de consumo en el nudo i (L/s).

$Q_e$  = Caudal específico por unidad de superficie (L/s/ha).

$A_i$  = Área de influencia o área abastecida por el nudo i (ha).

El área de influencia es la delimitada por cada una de las mediatrices de los tramos que llegan a un nudo, delimitando los polígonos de Thiessen. Si se presentan inconvenientes con la selección del área de influencia, ocasionado por condiciones topográficas, hidrográficas u otras particulares de la zona de la red de distribución, el diseñador debe justificar el método a utilizar para la selección de áreas de influencia.

### 7.2.2.2 Método de la carga unitaria

En este método se debe hacer conteo de clientes (o hectáreas con un uso de tierra dado, o un número de unidades de consumo) que contribuyan a la demanda de agua en cada nudo y luego multiplicarlo por una demanda unitaria aplicable a la clasificación de consumo; el concepto de dotación puede utilizarse en L/Hab/día.

### 7.2.2.3 Método de la repartición media

Se determinan inicialmente los caudales de consumo de los tramos de la red de distribución (tuberías principales, tuberías secundarias y ramales abiertos), y después se establecen los caudales de las tuberías y ramales abiertos, de modo que hay una distribución lógica del flujo. Los caudales calculados se distribuyen por mitades a cada uno de los nudos extremos de los tramos respectivos.

Estos tres métodos deben utilizarse para el caso de extensiones de redes de distribución existentes. Para calcular los caudales de consumo de las zonas

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 84 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

actuales de la red, en cada nudo se debe tener en cuenta la distribución espacial de predios tomada del plano de catastro de Barrancabermeja, asignando cada predio a un nudo particular de consumo, utilizando un programa de asignación de nudos basado en los sistemas de información geográfica.

Para calcular los caudales en cada nudo se deben tener en cuenta la información comercial de consumo de agua perteneciente a Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. para cada uno de los clientes asignados a dicho nudo, teniendo en cuenta el consumo mensual y la curva de demanda de agua para la red existente. Finalmente el caudal en cada nudo debe afectarse por un factor calculado de acuerdo con la proyección de clientes o la proyección de población al final del periodo de diseño.

### 7.2.3 Cálculo hidráulico de tuberías simples

#### 7.2.3.1 Calculo de las perdidas por fricción

Para hacer el cálculo hidráulico y determinación de las pérdidas por fricción en las tuberías a presión se debe utilizar la ecuación de Darcy-Weisbach junto con la ecuación de Colebrook-White.

Estas ecuaciones son:

$$hf = f * \frac{L * v^2}{D * 2 * g}$$

f = factor de fricción.

L = longitud de la tubería (m).

D = diámetro de la tubería (m).

v = velocidad del fluido (m/s).

g = aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>).

$$\frac{1}{\sqrt{f}} = -2 * \log_{10} * \left( \frac{K_s}{3.7 * D} + \frac{2.51}{Re * \sqrt{f}} \right)$$

k<sub>s</sub> = Rugosidad absoluta de la tubería (m).

D = Diámetro de la tubería (m).

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 85 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

Las ecuaciones de Darcy-Weisbach y de Colebrook–White pueden utilizarse para todos los tipos de flujo turbulento, desde hidráulicamente liso hasta hidráulicamente rugoso.

Para calcular el flujo en las tuberías se tiene que considerar el efecto producido por los accesorios colocados en las líneas de succión e impulsión de la estación y que produzcan pérdidas de energías adicionales, dentro de los que se encuentran las válvulas, los codos, las reducciones, las ampliaciones, etc. Los cálculos de pérdidas producidas por accesorios no pueden calcularse utilizando la metodología de longitud equivalente.

Para calcular las pérdidas menores se debe utilizar el coeficiente de pérdidas menores multiplicado por la altura de velocidad en el sitio donde se localiza el accesorio.

### 7.2.3.2 Cálculo de las pérdidas menores

Para calcular las pérdidas menores que son producidas por los accesorios colocados en las líneas de succión e impulsión, tales como las válvulas, los codos, las tees, las reducciones, las ampliaciones y otros accesorios; se debe utilizar la siguiente ecuación:

$$h_m = k_m * \frac{v^2}{2 * g}$$

$h_m$  = Pérdidas menores en la cámara de inspección y/o conexión (m).

$K_m$  = Coeficiente de pérdidas menores.

$V$  = Velocidad en el conducto de salida (m/s).

En el diseño se deben justificar los valores de cada coeficiente de pérdidas menores de los accesorios de la línea de succión y/o impulsión, basándose en la bibliografía adoptada por el diseñador. El diseñador debe utilizar los coeficientes de pérdidas menores para accesorios comunes expuestos en el Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico, título B del RAS 2000.

 <b>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b> <small>NIT. 900.045.408-1</small>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 86 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

**Tabla B.6.11 Titulo B RAS 2000 - 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
Tee, en sentido recto	0,3
Tee, a través de la salida lateral	1,8
Unión	0,3
Yee de 45°, en sentido recto	0,3
Yee 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

Para las pérdidas menores generadas por las uniones entre los tubos de la línea de succión y/o impulsión, se deben tener en cuenta los siguientes requisitos:

1. En las tuberías a presión, la pérdida de energía que presenten salientes en las juntas de los tubos en el perímetro interior de la sección, es la suma de la pérdida de energía debida a la fricción que se calcula como si no existieran las juntas indicadas y las pérdidas menores generadas por la presencia de juntas, las cuales deben calcularse a través de la siguiente ecuación:

$$h_s = n_j * K_m * \left[ \frac{v^2}{2 * g} \right]$$

Si  $l_j / D$  es menor < que 30

$$K_m = K_0 * K_1$$

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 87 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

Pero si  $l_j / D$  es mayor  $> 30$

$$K_m = K_1$$

$l_j$  = distancia en metros que hay entre las juntas.

$n_j$  = número de juntas.

$D$  = diámetro interno real de la tubería.

$K_0$  = coeficiente de perdidas menores inicial.

$K_1$  = coeficiente de consumo máximo diario.

En las siguientes tablas se muestran los valores que se les debe dar a  $K_0$  y  $K_1$  dependiendo de la distancia que haya entre las juntas:

**Tabla B.6.12 Titulo B RAS 2000 Valores de  $K_0$**

$l_j / D$	4	8	12	16	20	24	30
$K_0$	0,3	0,45	0,58	0,68	0,78	0,87	1,0

**Tabla B.6.13 Titulo B RAS 2000 Valores de  $K_1$**

$d / D$	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	1,0
$K_1$	0,015	0,035	0,06	0,09	0,13	0,17	0,21	0,26	0,32	0,38

2. Las pérdidas de energía que se presentan en las uniones de tipo campana y espigo, y a uniones con anillo de caucho similar pueden ser despreciadas ya que no presentan salientes hacia el interior de la tubería, siempre y cuando la longitud de la tubería sea por al menos de 500 m.

### 7.2.3.3 Cálculo hidráulico con la Ecuación de Hazen-Williams

La ecuación de Hazen-Williams puede utilizarse para calcular el diámetro de las tuberías de la succión y la impulsión, siempre y cuando cumpla con las siguientes condiciones:

- El diámetro no puede ser menor de 100 milímetros.
- La velocidad no puede ser mayor que 3 m/s.
- El flujo no puede ser laminar

$$hf = 10,69 * L * Q^{1,852} * C^{-1,852} * D^{-4,867}$$

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 88 de 149
		Versión: 1
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Vigente a partir de: 14-01-2015

L = Longitud de la tubería (m).

$h_f$  = Pérdidas por fricción en la tubería (m).

Q = Caudal ( $m^3/s$ ).

C = Coeficiente de Hazen-Williams.

D = Diámetro de la tubería (m).

Para utilizar la ecuación de Hazen-Williams deben tenerse en cuenta los siguientes valores:

**Tabla Valores del Coeficiente CHW de Hazen-Williams  
(Tomado del libro “Hidráulica de Tuberías” – Juan G. Saldarriaga)**

Material	Condición	Diámetro	Coeficiente H-W
Acero Soldado	Constante	$d \geq 12$	120
		$8 \leq d \leq 10$	119
		$4 \leq d \leq 6$	118
Acero Bridado	Constante	$d \geq 24$	113
		$12 \leq d \leq 20$	111
		$4 \leq 10$	107
Concreto	Formaleta de acero	Todos	140
	Formaleta de madera	Todos	120
	Centrifugado	Todos	135
PVC	Constante	Todos	150
Hierro dúctil	Con revestimiento interior de cemento		140
			150
Polietileno			150
GRP			150

#### 7.2.4 Calidad de agua

En un diseño deben estar incluidos los cálculos de la evolución de la calidad de agua en la red de distribución, por lo cual se debe llevar un control de la calidad de agua con su variación temporal, en el tanque de almacenamiento y/o compensación que alimenta la red. Este procedimiento debe seguirse con la utilización de cualquier programa comercial de análisis de redes de acueducto que

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 89 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

use el método del gradiente y que cuente con rutinas de cálculo de calidad de agua en tiempo extendido.

Para los cálculos de calidad del agua deben utilizarse ecuaciones que simulen los procesos de decaimiento del cloro residual en la red, con los que se deben obtener la concentración de cloro y el tiempo de vida media del agua en cada nudo de la red y la edad media del agua.

La siguiente es la ecuación unidimensional de conservación de la masa para una concentración de cloro diluida en agua con flujo a través de una tubería, que debe utilizarse para realizar el cálculo de la calidad del agua.

$$\frac{dc}{dt} = -v * \frac{dc}{dx} - K_b * c - \frac{K_w}{R} * (c - c_w)$$

c = Concentración de cloro (mg/L).

c<sub>w</sub> = Concentración de cloro en la pared de la tubería.

v = Velocidad media del agua (m/s).

R = Radio hidráulico de la tubería (m).

t = Tiempo (s).

x = Abscisa o distancia horizontal (m).

K<sub>w</sub> = Coeficiente de transferencia entre el agua y la pared de la tubería.

K<sub>b</sub> = Constante de reacción de primer orden en el agua.

Con la siguiente ecuación de continuidad se calcula el proceso de mezcla de agua en los nudos:

$$C_s = \frac{\sum C_y * Q_{ij}}{\sum Q_{ij}}$$

Utilizando las siguientes ecuaciones se puede calcular el proceso en los tanques de almacenamiento y/o compensación.

$$\frac{dV}{dt} = \sum q_e - \sum q_s$$

$$\frac{d(V * c)}{dt} = \sum q_e * c_k - \sum q_s * c_j - K_b * c$$

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 90 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

$c_j$  = Concentración en un caudal de salida (mg/L).

$c_k$  = Concentración en un caudal de entrada (mg/L).

$Q_{ij}$  = Caudal que fluye del nudo  $i$  al nudo  $j$  (m<sup>3</sup>/s).

$q_e$  = Caudal de entrada (m<sup>3</sup>/s).

$q_s$  = Caudales de salida (m<sup>3</sup>/s).

$V$  = Volumen de agua en el (los) tanque (tanques) (m<sup>3</sup>).

$C_{ij}$  = Concentración de cloro que entra del nudo  $i$  al nudo  $j$  (mg/L).

$C_s$  = Concentración final de cloro en el agua que sale del nudo  $j$  (mg/L).

### 7.2.5 Recubrimiento y Protección de Tuberías

Si se presentan casos en que las tuberías de distribución corran riesgo de daño ya sea por razones geotécnicas, geológicas, cruce por zonas con alta contaminación, así como en los puntos de cruces de quebradas y otros cuerpos de agua, estas deben cubrirse con revestimientos externos siguiendo lo establecido en el numeral 10.3.2.4. Estos parámetros también deben seguirse cuando haya riesgo de corrosión en tuberías metálicas.

### 7.2.6 Golpe de ariete en las redes de distribución

El análisis de golpe de ariete se hace al finalizar el diseño de una red de distribución nueva o la ampliación de una red existente, a los subcircuitos y circuitos que tengan al menos una tubería con un caudal máximo horario mayor a 2.5 m/s.

El análisis de golpe de ariete se hace para verificar que en ninguna tubería de la red se produzcan presiones superiores a las admitidas según la clase que se esté usando, y así evitar el posible estallido de esta.

Con este análisis también se verifica que en ninguna tubería se produzcan presiones negativas y así evitar el posible ingreso de agua contaminada a la red de distribución.

#### 7.2.6.1 Análisis de golpe de ariete

Con el análisis de golpe de ariete en las redes de distribución se busca establecer los tiempos de maniobra de los dispositivos de control, para determinar la alternativa que ofrezca el menor riesgo contra sus efectos, y al menor costo.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 91 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Dentro del diseño deben incluirse los dispositivos de control de golpe de ariete y protección contra sobrepresiones y subpresiones se deben instalar en la red.

### 7.2.6.2 Condiciones para el cálculo de golpe de ariete

El análisis del golpe de ariete a la red se debe hacer bajo condiciones normales de operación, y en condiciones excepcionales causadas por emergencias u operaciones de mantenimiento.

En condiciones normales de operación:

- a. Operación de válvulas en la red de distribución.
- b. Encendido y apagado de bombas en redes de distribución alimentadas por bombeo.

Entre las condiciones excepcionales:

- a. Maniobras de cierre o apertura de válvulas de control con el fin de aislar circuitos.
- b. Interrupción súbita de algún bombeo dentro de la red de distribución, cuando esta es alimentada por bombas.
- c. Rotura de algunas de las tuberías principales de la red de distribución, en especial en aquellas donde se tengan las máximas presiones bajo régimen de flujo permanente, durante las horas de menor consumo de caudal de agua.
- d. Cierre retardado de alguna de las válvulas de cheque de la descarga de las bombas antes o simultáneamente con la máxima velocidad de reversa, ocurrida posteriormente a la interrupción del bombeo.

### 7.2.7 Análisis de puntos muertos en la red de distribución

En general, lo más conveniente en el diseño de nuevas redes de distribución o ampliaciones a estas, es no permitir la existencia de puntos muertos, a menos que se prevean futuras ampliaciones a la red.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 92 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Si en el área del proyecto existen puntos muertos, en el diseño deben estar incluidos los elementos y accesorios de control que faciliten hacer un lavado periódicamente de la red de distribución en este circuito.

Si en el área del proyecto existen zonas muertas, en el diseño debe estar incluido el análisis del posible efecto que dichas zonas tienen sobre la calidad del agua que llega a cada uno de los nudos de la red de distribución.

En el diseño debe estar incluida la frecuencia y duración de lavado en cada uno de los puntos muertos de la red. Así mismo, el diseño debe incluir la forma de lavado, indicando las válvulas que deben operar mientras el hidrante este abierto hidrante o la válvula al final de la zona muerta, lo anterior para alcanzar una velocidad hidráulica y un esfuerzo cortante que logren el desprendimiento de las películas biológicas y la suspensión de posibles depósitos inorgánicos al interior de la tubería, para de este modo obtener una alta calidad del agua.

### **7.2.8 Comprobación de diseño bajo diferentes condiciones de operación**

Para comprobar la funcionabilidad bajo diferentes condiciones de operación hidráulica, se debe utilizar un programa comercial de análisis de tuberías que use el método del gradiente como cálculo, con la ecuación de Darcy-Weisbach, y utilizando el diámetro interno y la rugosidad absoluta para cada material. Como segunda alternativa se puede trabajar con la ecuación de Hazen-Williams.

Las siguientes son los casos bajo los que deben comprobarse las operaciones hidráulicas:

1. Flujo permanente bajo las condiciones de Qmd en el momento de la puesta en marcha del proyecto.
2. Flujo permanente bajo las condiciones de Qmd para periodos de operación de 10, 20 y 30 años.
3. Caudal Máximo Horario QMH actual y en el periodo de diseño de la red.
4. Caudal mínimo en el momento de inicio de operación del diseño y en el periodo de diseño de la red.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 93 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

5. En operaciones especiales de mantenimiento. En particular se deben tener en cuenta aquellos casos en que se presente apertura y cierre de válvulas en la red.
6. En operaciones de emergencia, que se presenten por estallidos en tuberías de máxima presión y otras condiciones de operación especiales que impliquen el cambio de sectorización temporal de la red.
7. La comprobación de diseño para caudales mínimos se debe hacer bajo la condición de nivel máximo en los tanques que abastecen la red de distribución, mientras que para caudales máximos, la simulación se debe hacer bajo la condición de nivel mínimo en los tanques de abastecimiento.
8. El diseño también debe incluir análisis de la calidad de agua en la red de distribución.

En todos los casos anteriores es necesario verificar que los efectos sobre las velocidades no impliquen que en ningún punto de las tuberías de la red de distribución se duplique la velocidad de diseño o que en alguna de ellas ocurra un cambio de dirección del flujo. Esto tiene el objetivo de evitar el desprendimiento de biopelículas y/o la suspensión de material inorgánico depositado al interior de las tuberías, con las consecuencias de deterioro de la calidad de agua en la red de distribución de agua potable. En caso de que en alguno de los escenarios se detecten tramos de la red en donde es imposible evitar uno de los dos efectos anteriores, se debe tener en cuenta una operación de lavado previa.

El diseño debe propender por establecer reglas de operación de la red de distribución que eviten los problemas de desprendimiento de biopelículas y/o suspensión del material inorgánico depositado al interior de las tuberías.

### **7.2.9 Protocolo de pruebas dada por el diseñador**

El diseño de una nueva red de distribución o una ampliación de una red existente debe incluir un protocolo de pruebas que especifique el tipo de pruebas hidráulicas que se deben hacer al sistema antes de que este entre en operación. El diseño debe incluir el tipo de operación hidráulica bajo la cual se deben hacer las pruebas así como el tipo de mediciones de caudal, de presiones y de calidad de agua en puntos específicos del sistema. El diseño también debe incluir los puntos de medición, con su localización y los equipos de medición especiales, estableciendo

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 94 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

su rango de medición y su nivel de precisión. El diseño también debe establecer la forma de simulación de las condiciones de campo encontradas durante la prueba, en el modelo matemático de la red de distribución, con el fin de comparar sus resultados con las medidas de campo.

La diferencia máxima admisible entre los valores del diseño y los de las pruebas de campo debe ser del 5%.

El protocolo de pruebas debe establecer claramente el rango de exactitud que deben arrojar las medidas de campo con respecto a los cálculos hechos en el diseño, con el fin de proceder a la recepción del proyecto. Adicionalmente se debe establecer la frecuencia y el periodo de toma de datos de campo. Las pruebas establecidas en el protocolo de pruebas deben ser realizadas por el constructor del proyecto, bajo la supervisión de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

### 7.3 OTRAS CONSIDERACIONES DE DISEÑO

#### 7.3.1 Dimensionamiento Estructural de las Tuberías

Para el dimensionamiento estructural de las tuberías que conforman la red de distribución, el diseño debe tener en cuenta que este depende del tipo de material seleccionado y debe realizarse según lo establecido en el Capítulo G.3 “Aspectos estructurales” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo replacé.

#### 7.3.2 Instalación de las tuberías

El diseño debe analizar todas las condiciones de instalación de las tuberías de la red de distribución, especificando su protección cuando sea necesario. En particular deben analizarse los siguientes aspectos correspondientes a la red de distribución de agua potable:

1. La instalación de tuberías en tramos con pendientes acentuadas, alrededor de 20° o mayores, con el fin de especificar las estructuras de apoyo y soporte que sean necesarias para impedir el movimiento de las tuberías.
2. La instalación de tuberías en pasos de cañadas, quebradas u otros cuerpos que conformen el sistema de drenaje urbano, sujeto a inundaciones o caudal de avenidas que puedan causar erosión en el recubrimiento de la tubería.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 95 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

3. La instalación de las tuberías con coberturas de terreno menor a las especificadas en el Numeral 3.1 “Condiciones Generales - Profundidad de instalación de las tuberías a cota clave” en los casos de circulación de vehículos con carga que puedan causar daño a la tubería.
4. En la instalación de las tuberías de la red de distribución, en áreas sujetas a inundaciones, se debe evitar la posibilidad de que la tubería flote, principalmente cuando por condiciones especiales de operación esta no se encuentre transportando agua, recomendando los anclajes para su protección donde sea necesario.

La instalación de las tuberías debe realizarse siguiendo lo establecido en el Capítulo G.3 “Aspectos Constructivos” del Título G del RAS 2000, o aquel que lo reemplace.

### **7.3.3 Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos**

El diseño debe contemplar las distancias mínimas que deben existir entre los tubos que conforman la red de distribución de agua potable de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. y los ductos de otras redes de servicio tal como se establece a continuación:

1. Las distancias mínimas a la red de alcantarillado sanitario deben ser 1.5 m horizontal y 0.5 m vertical.
2. Las distancias mínimas a la red de alcantarillado de aguas lluvias deben ser 1.0 m horizontal y 0.5 m vertical.
3. Las distancias mínimas a las redes de alcantarillado combinado deben ser 1.5 m horizontal y 0.5 m vertical.
4. Las distancias mínimas a las redes de teléfono y de energía eléctrica deben ser 1.5 m horizontal y 0.5 m vertical.
5. Las distancias mínimas a las redes domiciliarias de gas deben ser 1.2 m horizontal y 0.5 m vertical.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 96 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

### 7.3.4 Contraflujos

El diseño debe especificar el tipo de riesgo de ocurrencia de contraflujos hacia la red de distribución de agua potable. En caso de que exista un riesgo alto de contaminación de la red por contraflujos, el diseño debe incluir el tipo de dispositivos o accesorios necesarios para eliminar esta posibilidad, estableciendo igualmente los puntos en los cuales es necesaria la ubicación de este tipo de dispositivos. Dentro de los dispositivos se debe contemplar la instalación de válvulas de cheque y otro tipo de válvulas de prevención de contraflujo, así como las válvulas necesarias para su montaje y mantenimiento.

## 7.4 ACCESORIOS Y ESTRUCTURAS PARA LAS TUBERIAS DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN

### 7.4.1 Aspectos Generales

Los accesorios de la red de distribución de agua potable son elementos complementarios para la instalación de las tuberías y la operación hidráulica de la red, e incluyen uniones, codos, reducciones, ampliaciones, válvulas y otros dispositivos de control, anclajes, etc.

Las tuberías de la red de distribución y sus accesorios deben ser compatibles entre sí, con respecto a las presiones de trabajo, las dimensiones (diámetros, espesores, sistemas de unión) y a la estabilidad electroquímica, si se trata de materiales diferentes.

Con relación a las especificaciones técnicas de los accesorios que van a utilizarse en la red de distribución de agua potable objeto del diseño, estos deben cumplir con los requerimientos de las Normas Técnicas Colombianas vigentes o de normas técnicas internacionales con la aprobación previa de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

En general deben cumplirse los requisitos establecidos en el manual “Especificaciones Técnicas de Construcción de Acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., las Normas Técnicas Colombianas vigentes, o las normas técnicas internacionales AWWA, ASTM, DIN, ISO, o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 97 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

En todo caso los proveedores de los accesorios para redes de distribución deben presentar al diseñador del proyecto o a Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., la certificación de control de calidad otorgado por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas (ICONTEC), así como la certificación de su utilización en trabajos exitosos y de importancia relacionados con redes de distribución de agua potable. En caso de que no exista un certificado de calidad otorgado por el ICONTEC, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. podrá aceptar otro certificado de control de calidad otorgado por institutos de normatización internacionales de reconocido prestigio.

## 7.4.2 Válvulas

### 7.4.2.1 Consideraciones generales para las válvulas

El diseño de la red de distribución debe contemplar el uso de válvulas de compuerta o mariposa ubicadas de modo que se cumplan entre otros los siguientes requisitos:

1. En las tuberías principales deben disponerse de las válvulas necesarias que permitan aislar un circuito o subcircuito. Si se aísla parte del sistema de distribución de agua potable, debe asegurarse el mantener el servicio de agua en el resto del circuito.
2. El empalme de todo ramal de derivación con la red de distribución debe tener una válvula de corte o cierre.
3. Cuando la red de distribución de un sector este conformada por tuberías principales y tuberías secundarias, todas las conexiones de las tuberías secundarias con las tuberías principales deben tener una válvula de corte o cierre.
4. Debe analizarse y sustentarse la disposición de las válvulas del diseño teniendo en cuenta la flexibilidad de operación del sistema y la economía del diseño para reducir las válvulas a un mínimo, al aislar un circuito o subcircuito.
5. En el caso de que la red de distribución de agua potable de Barrancabermeja se encuentre dividida en zonas de servicio, siguiendo criterios hidráulicos de presión, los diferentes circuitos o subcircuitos deben estar conectados entre sí y aislados a través de válvulas de mariposa o compuertas con un cierre

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 98 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

permanente, si el diseñador lo considera pertinente. Se recomienda que esta válvula tenga cabezote cuadrado con el fin de facilitar su identificación, el cual debe tener una protección en mortero, que se pueda remover fácilmente, para evitar su manipulación por parte de personal no autorizado. El propósito de estas válvulas es tener formas alternas de distribución de agua potable en el caso de operaciones especiales de mantenimiento o bajo situaciones de emergencia.

6. En caso de que aguas arriba del punto de entrada a un circuito o subcircuito, la presión disponible sea mayor que la presión requerida para la correcta operación hidráulica, se debe colocar una válvula reguladora de presión con todos sus accesorios, en dicha entrada.
7. Las válvulas localizadas al interior de la red de distribución deben ser de tipo compuerta o mariposa con vástago no deslizante. La construcción e instalación de estas válvulas debe seguir lo establecido en el manual “Especificaciones técnicas de redes de acueducto” de las Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
8. Para tuberías de 150, 200 y 250 mm de diámetro nominal, el diseño debe incluir como mínimo una válvula cada 200 m. Para tuberías con diámetros nominales mayores, el diseño debe incluir válvulas, a lo largo de su longitud, que permitan una correcta operación hidráulica del sistema. Sin embargo, la máxima separación entre válvulas no puede ser superior a 300 m.
9. Si en la red existen ramales abiertos, estos deben tener como mínimo 8 válvulas por kilómetro de red. Las válvulas deben tener capacidad de interrupción del flujo dentro de la tubería.
10. En los puntos bajos de la red se deben instalar válvulas de purga o desagüe y/o hidrantes, y hacer los diseños de las obras de drenaje. Si en la red hay sifones invertidos las válvulas se deben instalar en los puntos bajos.
11. Si en la red existen puntos muertos, estos pueden terminar en válvulas o hidrantes para facilitar las operaciones de lavado de dichos puntos, los cuales deben estar provistos con su respectivo sistema de drenaje.
12. En los puntos altos de la red de distribución deben instalarse dispositivos de entrada y salida de aire (válvulas ventosas de doble efecto).

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 99 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

13. Todas las válvulas deben estar protegidas por cajas de mampostería u hormigón, y la tapa debe estar al nivel de la rasante.

14. En todas las derivaciones donde se desprendan ramales de la red de distribución, debe instalarse una válvula de cierre.

5-152

Los siguientes son los tipos de válvulas que pueden utilizarse en las redes de distribución de agua potable según la función hidráulica requerida:

#### **7.4.2.2 Válvulas de corte o cierre (válvulas de compuerta o válvulas mariposa)**

Estas válvulas se utilizan para aislar circuitos en procesos de sectorización, dando cierre o apertura en tramos de tuberías en las redes de distribución cuando se vaya a hacer mantenimiento a la red o en algún caso de emergencia. En todos los casos se deben tener en cuenta las “Especificaciones técnicas de construcción de redes de acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A E.S.P.

Si en un punto de la red se interconectan tres o más tramos de tuberías principales, se debe colocar una válvula de compuerta en cada tramo.

Dentro de un diseño debe estar el número mínimo de válvulas que sean necesarias para que al ejecutar un cierre no se aislen zonas mayores que cuatro cuadras; así como su ubicación, pero teniendo en cuenta la flexibilidad operacional y los costos globales de la red de distribución. En los puntos de empalme de en los que haya una disminución de diámetro en la tubería, se debe instalar una válvula sobre la tubería de diámetro menor.

#### **7.4.2.3 Válvulas ventosas**

La válvula ventosa es utilizada para la admisión y expulsión de aire en los procesos de vaciado y llenado de las tuberías de la red de distribución. En todos los puntos altos de la red de distribución 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 ventosa de doble acción (ventosa automática) con el fin de evitar que el aire separe la columna del agua en la red cuando esta esté en operación y permitir la entrada de aire cuando esta se desocupe en operaciones de mantenimiento o durante emergencias. En todo caso debe cumplirse con la norma técnica AWWA C512.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 100 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

El diseño debe tener en cuenta lo siguiente:

1. Se debe tener en cuenta si la red presenta condiciones especiales de operación o si son exigidas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. pueden instalarse ventosas simples o de orificio pequeño.
2. En las redes de distribución el diámetro de las ventosas debe ser de 1/8 del diámetro de la tubería de la red, pero no debe estar fuera de un rango entre de 1" y 2".

#### 7.4.2.4 Válvulas reguladoras de presión

Estas válvulas son utilizadas para regular o reducir la presión en la red de distribución de agua potable. Para el caso de las redes de distribución se deben utilizar válvulas de globo con diafragma. En todo caso, el diseño debe contemplar las "Especificaciones técnicas de construcción de redes de acueducto" de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

En las uniones de la red de distribución de agua potable con las líneas que bajan de los tanques de almacenamiento y/o compensación, cuando la presión estática de la red supere el valor máximo especificado en el Numeral 7.1 "Condiciones Generales – Presiones en la Red de Distribución" de esta norma, debe contemplarse desde la etapa de diseño la instalación de una válvula reguladora de presión.

El diámetro de esta válvula debe determinarse de acuerdo con el caudal máximo horario (QMH) para el horizonte de diseño de la red de distribución en esa zona.

Las válvulas reguladoras de presión deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. Para controlar y mantener constante la presión, se debe producir una pérdida de altura predeterminada, independientemente del caudal que pase a través de ellas.
2. Deben estar acompañadas con válvulas de cierre, para facilitar el monte y desmonte para realizar mantenimiento y/o cambio de las válvulas.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 101 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

3. Para permitir la distribución de agua potable a la comunidad durante operaciones de mantenimiento y/o cambio de las válvulas reguladoras de presión, estas deben estar acompañadas de un paso lateral (bypass). En este sentido se debe tener en cuenta lo establecido en el Numeral 7.5.2.8 de esta norma.
4. Para no tener que suspender el funcionamiento de la red de distribución si se presenta un daño o se le va a realizar mantenimiento, es recomendable instalar las válvulas en bifurcaciones de la línea.
5. Deben instalarse en cajas de fácil acceso cuando se vayan a realizar las operaciones de montaje y mantenimiento, y para la operación normal de la red de distribución. Las cajas deben contar con un sistema de drenaje conectado al sistema de alcantarillado.
6. Deben contar con un indicador del grado de apertura.
7. Deben tener un sistema de cierre automático si llegase a ocurrir un daño en los diafragmas.
8. Debe estar definido si la válvula soporta la presión aguas arriba y aguas abajo simultáneamente, o solo por un lado. La válvula debe tener una flecha que indique el sentido del flujo.
9. Es recomendable que en las estaciones reguladoras de presión que están ubicadas a la entrada de circuitos o subcircuitos hidráulicos, en el diseño sea contemplado un aparato totalizador de caudales.

#### **7.4.2.5 Válvulas controladoras de caudal**

Las válvulas utilizadas para cumplir con esta función son las de mariposa excéntrica, la cual debe instalarse aguas debajo de las válvulas reguladoras de presión, para controlar con la apertura de la válvula el paso de un caudal determinado según la presión determinada. No se deben utilizar válvulas de compuerta como válvulas controladoras de caudal.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 102 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 7.4.2.6 Válvulas de purga o descarga

Las válvulas de purga se utilizan para la limpieza y descarga de la red de distribución, las cuales deben instalarse en todos los puntos bajos de la red. El caudal de descarga debe ser conducido a un sistema de alcantarillado.

Se permite la utilización de válvulas esféricas en los sitios en los que haya una presión mayor a 40 m.c.a.

Salvo que exista una justificación debidamente aprobada por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., deben existir válvulas de descarga o purga o hidrantes en todos los puntos bajos de la red.

En el diseño de las válvulas de purga se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1. En una descarga se debe evacuar toda el agua contenida en la tubería.
2. El diámetro de la tubería de descarga debe estar entre 1/3 y 1/4 del diámetro de la tubería a drenar, con un mínimo de 75 mm para tuberías de 100 mm o mayores. Para las tuberías con diámetros menores la válvula de purga debe tener el mismo diámetro de la tubería.

#### 7.4.2.7 Materiales para las válvulas

Los materiales en que deben construirse las válvulas, tanto en su cuerpo como en sus mecanismos de cierre, deben cumplir lo establecido en las “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Adicionalmente los materiales para las válvulas deben cumplir con todas las Normas Técnicas Colombianas, o las normas técnicas internacionales de la AWWA, de la DIN, de la ASTM, de la ISO o cualquier otra norma internacional equivalente, previa aprobación de las Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Las características de los materiales de las válvulas deben ser función de las características químicas del agua, así como de las presiones de servicio más los factores de seguridad establecidos en esta norma.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 103 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 7.4.2.8 Cajas de las válvulas

Las cajas deben construirse a penas el tramo sea construido para proteger las válvulas, y deben cumplir con los siguientes requisitos:

1. El material de las cajas debe ser de mampostería de ladrillo o de concreto reforzado y deben ser de forma rectangular o cuadrada.
2. La placa de la caja debe ser de concreto y tener como mínimo un espesor de 0.15 m.
3. Las cajas deben tener un sistema de drenaje dirigido a la red de alcantarillado o a un cuerpo de agua donde pueda hacerse la descarga.
4. La distancia mínima que debe haber entre el piso de la caja y la parte inferior del cuerpo de la válvula es de 0.2 m. Esta condición no aplica para las válvulas ventosas.
5. Las tapas de las cajas deben ser construidas en concreto reforzado y con un espesor mínimo de 7 cm o mayor considerando las cargas vivas que vaya a soportar. También pueden utilizarse tapas metálicas en hierro gris. Si las cajas contienen equipos especiales de medición de caudales o de presiones, o equipos de comunicación y transmisión de datos, debe utilizarse una tapa de seguridad.

#### 7.4.3 Accesorios para el lavado de las tuberías

El diseño de la red de distribución debe incluir los siguientes accesorios para el lavado de las tuberías que conforman la red:

1. En el caso de que existan puntos muertos en la red de distribución estos deben tener los siguientes dispositivos:
  - a. Codo de 45° con respecto a la horizontal que una la tubería con el punto de lavado.
  - b. Cámara de lavado con un sistema de drenaje con capacidad suficiente, conectada con el sistema de alcantarillado o con un canal, quebrada, río o

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 104 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

cualquier otro cuerpo de agua que conforme el drenaje natural de Barrancabermeja.

- c. Válvula de control tipo compuerta cuando el diámetro de la tubería es inferior a 200 mm o válvula de cono hueco para tuberías con diámetro superior a 8”.
  - d. Caja seca separada para la operación de las válvulas, cuando se trate de tuberías con diámetros superiores a 6”.
  - e. De todas formas, el diseño debe establecer la forma de operación de las válvulas y la duración y frecuencia del lavado de esos puntos muertos.
2. En el caso de lavados convencionales utilizando hidrantes, el diseño debe asegurar la cercanía al sistema de alcantarillado o a un canal, una quebrada o río que forme parte del sistema de drenaje natural de Barrancabermeja. En estos casos, el diseño debe establecer la duración y frecuencia de los lavados.

#### **7.4.4 Uniones**

##### **7.4.4.1 Uniones de montaje**

El diseño debe prever uniones de montaje en todos los sitios donde haya necesidad de mantenimientos especiales o reemplazo de algún equipo electromecánico, tal como es el caso de las válvulas y de las estaciones reguladoras de presión.

##### **7.4.4.2 Uniones autoportantes**

El diseño debe prever en aquellos casos en que existan pasos aéreos en la red de distribución, con el fin de salvar obstáculos naturales tales como ríos, quebradas, depresiones u obstáculos artificiales como vías de metro, viaductos, etc., la existencia de uniones de expansión con el fin de absorber las dilataciones o contracciones debidas a variaciones térmicas de la temperatura.

Adicionalmente, el diseño debe prever uniones mecánicas de transición en los sitios de empalme de tuberías con diferentes diámetros externos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 105 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 7.4.5 Apoyos de las tuberías

En aquellos casos en que el diseño considere la utilización de tuberías por fuera del terreno, deben colocarse apoyos para garantizar la estabilidad de las tuberías y que la deflexión de ésta no supere lo establecido en las Normas Técnicas Colombianas, o en normas técnicas internacionales de la AWWA, la ASTM, la DIN, la ISO u otra norma técnica internacional equivalente, con previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Los fabricantes de las tuberías deben especificar la longitud máxima para la colocación de apoyos, y éstas deben ser aprobadas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. De todas formas, los apoyos de las tuberías deben localizarse a una distancia menor que 0.5 m desde la unión de la tubería que queda por fuera del terreno con otras tuberías o con alguno de los accesorios.

En el caso en que las tuberías que queden por fuera del terreno sean de materiales plásticos que puedan ser afectados por la acción de la luz ultravioleta, éstos deben estar protegidos con pinturas que eviten su degradación. Este recubrimiento debe ser aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

#### 7.4.6 Acometidas domiciliarias

La acometida domiciliaria es la derivación de la red de distribución local de acueducto que llega hasta el micromedidor de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios la acometida llega hasta el micromedidor de corte general.

##### 7.4.6.1 Acometidas individuales

Toda acometida domiciliaria individual debe estar compuesta por los siguientes accesorios: Unión de empalme entre la acometida y la red principal, uniones universales, tuberías en el diámetro recomendado, codos, niples, llave de registro, llave de corte, micromedidor para el registro del consumo de la instalación y caja de andén.

En casos especiales, el diseño debe prever el uso de válvulas de cheque, cuando exista una posibilidad de reflujos hacia la red de distribución. Para las acometidas individuales, el diseño de la red de distribución debe tener en cuenta los siguientes requerimientos:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 106 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

1. Las acometidas domiciliarias deben construirse conjuntamente con la red de distribución y deben llevarse hasta el hilo interior del andén, donde se dejarán taponadas.
2. Cuando se construyan las acometidas domiciliarias debe dejarse una marca grabada en el andén.
3. La conexión de la acometida con la tubería de la red de distribución debe ser en ángulo de 45° con respecto a la vertical.
4. El diámetro mínimo de la acometida domiciliaria debe ser de ½”.
5. Las acometidas en tuberías plásticas o de cobre menores que 25 mm de diámetro deben hacerse mediante el uso de collares de derivación y no directamente en la tubería, salvo en el caso de las tuberías que permitan termofusión o las tuberías de hierro dúctil con diámetros superiores o iguales que 250 mm.
6. El material de la tubería de las acometidas domiciliarias debe ser polietileno de alta densidad para tuberías entre 16 mm y 60 mm. También puede utilizarse tubería PVC RDE 21 para diámetros mayores que 50 mm, siempre que se cumpla con la Norma Técnica Colombiana 382 y se tengan en cuenta las profundidades mínimas para su instalación previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

#### **7.4.6.2 Acometidas conjuntas**

Para el caso de viviendas unifamiliares cuyo frente sea máximo 6.0 m, el diseño puede considerar el uso de acometidas conjuntas, es decir, una sola tubería alimentando simultáneamente dos o más medidores, con un máximo de cuatro. La acometida conjunta debe cumplir con los demás requisitos establecidos en el numeral anterior para las acometidas individuales. Sin embargo debe tener un diámetro mínimo de 25 mm, en tanto que el medidor y la tubería de cada vivienda deben tener un diámetro de 13 mm.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 107 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 7.4.7 Medidores domiciliarios

Sin perjuicio de lo establecido en la Ley 373 de 1997 y la Ley 142 de 1994, es obligatorio colocar medidores domiciliarios para cada uno de los suscriptores individuales del servicio de acueducto. Las excepciones a esta regla están establecidas en dichas leyes.

Con respecto a los tipos de medidores, en general estos deben ser de velocidad Tipo C si el diámetro está entre 12.7 mm y 38.1 mm. Si los diámetros del medidor son superiores o iguales a 50 mm, entonces éstos preferiblemente deben ser del tipo velocidad hélice Woltman. En casos especiales, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. pueden permitir el uso de otros medidores de velocidad o volumétricos con tecnologías superiores. Todos los medidores con diámetro superiores o iguales a 38.1 mm deben tener un filtro antes del medidor.

En el caso de edificios o conjuntos multifamiliares, debe existir un medidor totalizador inmediatamente aguas abajo de la acometida. También deben existir medidores individuales en cada uno de los apartamentos o interiores que conformen el edificio o conjunto multifamiliar.

En el caso de grandes consumidores, la acometida debe prever el uso de dos medidores simultáneos. El primero de ellos preferiblemente debe ser de tipo mecánico de hélice Woltman y el segundo debe ser de tipo electrónico.

En caso de variaciones bruscas del caudal de consumo a lo largo del día, el diseño debe incluir un sistema compuesto, con medidores más precisos y de menor diámetro para los caudales menores. En casos especiales los dos medidores pueden reemplazarse por un solo medidor con telemetría que cuente con un sistema de almacenamiento electrónico de datos para guardar datos históricos de consumo.

En la instalación del medidor, el diseño debe tener en cuenta que el diámetro de los niples debe ser igual al del medidor, la longitud del niple aguas arriba debe ser por lo menos 12 veces el diámetro del medidor y la del niple aguas abajo debe ser por lo menos 3 veces el diámetro del medidor. El material de los niples y de los accesorios debe ser cobre tipo K o PCV RDE 21.

Los medidores domiciliarios, de acuerdo con el tipo, deben cumplir con las normas técnicas especificadas en la siguiente tabla.

 AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 108 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE  ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA  S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

Medidor	Norma NTC	Norma Técnica ISO	Norma Técnica AWWA
Tipo Turbina			AWWA C701
Tipo Compuesto			AWWA C702
Tipo Desplazamiento (Bronce)	NTC 1063	ISO 4064	AWWA C700
Tipo Hidrante			AWWA C703
Tipo Multichorro			AWWA C708
Tipo desplazamiento (Plástico)			AWWA C710
Tipo Registro Remoto			AWWA C707
Tipo Hélice			AWWA C704

Los micromedidores deben instalarse de tal forma que se garantice su fácil montaje y desmontaje, al igual que debe ser colocado sin obstáculos para la lectura. Los medidores podrán instalarse con tapas y cajas convencionales en concreto, o por cajas tipo gabinete, empotradas en los muros de las fachadas de las viviendas.

#### 7.4.8 Macromedidores

El diseño de la red de distribución debe prever la instalación de macromedidores para obtener datos de caudales de consumo que permitan hacer un balance de aguas en la red de distribución. Dicho balance es vital para la operación y el mantenimiento de la red así como para su planeación futura, lo mismo que para implementar un programa de control de fugas y reducción del índice de agua no contabilizada.

Los macromedidores deben ser de tipo electromagnético. En todo caso, los macromedidores deben cumplir con las siguientes normas: NTC 1063-1, y SO 4064, AWWA C701, AWWA C702, AWWA C700, AWWA C708, AWWA C710, AWWA C704 u otras normas internacionales equivalentes previa aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 109 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Para la instalación de los macromedidores en la red de distribución, el diseño debe tener en cuenta los siguientes requisitos:

1. Los puntos de medición de caudal deben estar aguas abajo de la salida de los tanques. En estos casos se requiere la transmisión de datos de caudal medido en los macromedidores vía telemétrica. Los puntos de medición de caudal también deben estar localizados a la entrada de cada circuito y subcircuito en los que se encuentre dividida la red de distribución de agua potable de Barrancabermeja. Adicionalmente, se recomienda que en cada estación reguladora de presión exista un macromedidor de caudal.
2. Los macromedidores deben tener estructuras adecuadas para su instalación. Estas estructuras son:
  - a. Conos de reducción y expansión para obtener velocidades adecuadas, en el punto de medición, las cuales deben ser mayores que 0.5 m/s con el caudal mínimo nocturno para las condiciones actuales, lo cual repercute para tener una mayor exactitud en el punto de medida. Estos conos deben tener ángulos de inclinación menores que 8°, con el fin de no afectar el perfil de velocidades y mantener las presiones menores bajas.
  - b. Sección de verificación, para la comprobación del estado del medidor electromagnético, utilizando medidores de flujo ultrasónicos portátiles (con configuración de mínimo dos planos de medida) o con varilla electromagnética, durante el tiempo que se considere necesario.
  - c. Instalación de válvulas de cierre aguas abajo del medidor para que sea posible verificar el cero del equipo.
  - d. Instalación de tomas para el análisis de agua en un sitio definido, que no altere la medición del caudal.

#### **7.4.9 Salidas para mediciones**

Para tuberías con diámetros nominales mayores que 300 mm, el diseño debe incluir el uso de salidas para la medición, o salidas pitométricas, de algunos parámetros, tales como caudal, presión y muestras de calidad de agua, cumpliendo con los siguientes requisitos:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 110 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

1. Las salidas pitométricas deben tener un diámetro mínimo de 25 mm y deben colocarse en forma perpendicular a las claves de la tubería.
2. Las salidas pitométricas deben ubicarse cada 500 m y 10 diámetros antes y después de un accesorio de control. En este último caso se entiende que el diámetro corresponde al diámetro de la tubería donde se instale la salida pitométrica.
3. Las salidas de pitometría deben quedar perfectamente referenciadas en los planos de la red de distribución.

#### 7.4.10 Dispositivos para autorregulación

Los dispositivos para autorregulación se deben utilizar cuando se necesite variar de forma permanente la presión de suministro en una válvula reguladora, debido a un cambio en la demanda, teniendo así un control activo de presión.

Estos dispositivos permiten disminuir el índice de roturas, la cantidad de agua pérdida debido a las fugas y los consumos no medidos por fallas en los medidores cuando la demanda es baja. Además, permiten aumentar la presión en las horas de mayor demanda y mejorar el desempeño de las válvulas con problemas de regulación. Los dispositivos constan de una unidad de registro, unidad de control y actuador hidráulico. Para poder ajustar de forma continua la presión de salida, el equipo dispone de un controlador electrónico adaptado al piloto de una válvula reguladora de presión.

El control de la presión está regido según el patrón diario y horario de demanda. Para determinar la presión de salida de la VRP, de acuerdo con la hora del día, se debe usar la siguiente ecuación:

$$P_{\text{programada}} = P_{\text{salida VRP}} - (P_{\text{actual p.critico}} - P_{\text{deseada p.critico}})$$

$P_{\text{programada}}$  = Presión programada en el dispositivo (m.c.a.).

$P_{\text{salida VRP}}$  = Presión normal de salida de la válvula reguladora de presión (m.c.a.)

$P_{\text{actual.p.critico}}$  = Presión actual en el punto crítico de la red aguas abajo de la VRP a una hora determinada (m.c.a.)

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 111 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

$P_{deseada.p.critico}$  = Presión mínima en el punto crítico de la red, aguas abajo de la VRP, definida por esta norma en 20 m.c.a.

## 7.4.11 Hidrantes

### 7.4.11.1 Aspectos generales de los hidrantes

Los hidrantes proyectados desde la etapa de diseño de la red de distribución de agua potable deben ser de columna o pedestal de 75, 100 o 150 mm de diámetro, y deben controlarse por válvulas del mismo diámetro. En todo caso, los hidrantes deben soportar una presión nominal de trabajo 108 m.c.a (1.06 MPa) y una presión de prueba de 216 m.c.a (2.12 MPa), y se debe tener en cuenta lo establecido en las normas ASTM A 126 CL B, ASTM D 2000, ASTM 147 8A, ASTM B 62 y AWWA C 502.

### 7.4.11.2 Capacidad hidráulica de los hidrantes

La capacidad hidráulica mínima de los hidrantes debe ser 20 L/s.

### 7.4.11.3 Diámetros nominales mínimos de hidrantes

Los diámetros nominales mínimos de los hidrantes contra incendios, colocados en la red de distribución de agua potable son 75 mm y 100 mm, para tuberías de hasta 150 mm de diámetro. Los hidrantes de 150 mm de diámetro se deben instalar en tuberías de 150 mm de diámetro y mayores.

### 7.4.11.4 Distancia máxima entre hidrantes

En el caso de zonas residenciales, debe colocarse un hidrante por lo menos cada 200 m. En las zonas con bloques multifamiliares debe colocarse un hidrante por lo menos cada 150 m. En zonas industriales y comerciales debe ponerse un hidrante en cada bocacalle y a una distancia no mayor de 100 m.

### 7.4.11.5 Localización de los hidrantes

El diseño de la red de distribución de agua potable, debe garantizar que la localización de hidrantes cumpla con los siguientes requisitos:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 112 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

1. Los hidrantes deben instalarse entre dos lotes, aproximadamente a 10 metros de la intersección de los paramentos y sobre el andén o en una zona verde anexa a éste.
2. Cuando los hidrantes se coloquen en el andén, estos no deben instalarse a una distancia mayor que 0.2 m del borde exterior hacia adentro, hasta el eje del hidrante.
3. Cuando los hidrantes se instalen sobre una zona verde, no deben colocarse a una distancia menor que 0.5 m del borde exterior hacia adentro, hasta el eje del hidrante.
4. Los hidrantes deben instalarse alejados de obstáculos que impidan su correcto uso.
5. Las bocas de salida de los hidrantes deben quedar apuntando hacia la calle.
6. Para la correcta colocación del hidrante, el diseño debe prever tantas extensiones como sean necesarias para que el hidrante quede saliente en su totalidad por encima del nivel de la rasante del terreno.

#### **7.4.11.6 Presión en los hidrantes**

El diseño de la red de distribución debe garantizar, que para las condiciones del Caudal Máximo Horario QMH, proyectado al período de diseño de la red de distribución, la presión mínima en los hidrantes debe ser 14 m.c.a. (20 PSI).

#### **7.4.11.7 Instalación y anclaje de los hidrantes**

En la base del hidrante, el diseño de la red de distribución debe prever la construcción de un anclaje especial, de acuerdo con el tipo de suelo. El hidrante debe asegurarse en el pie con un anclaje de concreto reforzado, el cual debe diseñarse de acuerdo con los principios establecidos en el Título G del RAS 2000, o aquel que lo replacé. Los hidrantes deben ser protegidos interna y externamente de acuerdo con la norma AWWA C 550.

#### **7.4.11.8 Color de los hidrantes**

Todos los hidrantes en Barrancabermeja deben ser de color rojo.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 113 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### 7.4.12 Estructuras complementarias para las redes de distribución

Las redes de distribución de agua potable de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. podrán contemplar estructuras complementarias con el objetivo de garantizar una correcta prestación del servicio, en cuanto a las presiones mínimas y máximas y en cuanto a los caudales entregados en cada uno de los nudos de la red. Estas estructuras complementarias deben quedar incluidas dentro del diseño de la red.

##### ✓ Estaciones reguladoras de presión

El uso de este tipo de estación debe preverse siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

1. Las estaciones reguladoras de presión deben colocarse con el fin de reducir la altura de presión hasta un valor menor y establecer un nuevo nivel del plano de presiones en el circuito o subcircuito hidráulico inmediatamente aguas abajo de ellas.
2. El empleo de las estaciones reguladoras de presión es necesario cuando las presiones máximas de servicio de la red de distribución queden por fuera de los límites admisibles de presión mencionados en los numerales anteriores.
3. El uso de las estaciones reguladoras de presión debe establecerse cuando se implemente un programa para el control de pérdidas y reducción del índice de agua no contabilizada en el circuito o subcircuito hidráulico. En estos casos la estructura debe ir acompañada de sus correspondientes instrumentos para la medición de caudales y de presiones tanto aguas arriba como aguas abajo de la válvula.

##### ✓ Cajas de estaciones reguladoras de presión

En el caso específico de las cajas para las estaciones reguladoras de presión, se debe incluir un dimensionamiento especial de éstas, debido al cálculo especial que tienen los diámetros de las válvulas reguladoras y al tipo de equipo de control hidráulico y el tipo de equipo electrónico que contengan.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 114 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

El diseño de las válvulas (diámetros) y de las dimensiones de la caja que conforman la estación reguladora de presión debe seguir todo lo establecido en el Numeral 6.3.2.3 de esta norma.

### ✓ **Anclajes**

Los anclajes son necesarios para garantizar la estabilidad de las tuberías y los accesorios que conforman la red de distribución, en los sitios donde ocurran cambios de dirección de flujo, disminución de diámetros de tubería, aumento de diámetros de tubería, división de caudales, en aquellos sitios en los cuales la tubería no cuente con los mecanismos necesarios para soportar los esfuerzos hidrodinámicos causados por estos cambios en el flujo, o en sitios en los cuales la tubería no se encuentre lo suficientemente profunda para que su interacción con el suelo le permita trabajar a fricción.

El diseño de anclajes debe hacer referencia a las “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Adicionalmente, para los anclajes deben tenerse en cuenta los siguientes requerimientos:

1. Los anclajes deben ser macizos de concreto, el cual debe sobresalir por lo menos 0.1 m sobre la clave del accesorio o la tubería.
2. En los anclajes, las uniones de los accesorios con la tubería deben permanecer libres para casos de reparación y/o mantenimiento.
3. Los anclajes deben fundirse sobre terreno firme y no removido.
4. Con base en los estudios de suelos se debe conocer el coeficiente de fricción en los sitios específicos de cambios hidrodinámicos, de tal manera que se puede establecer si el trabajo a fricción entre la tubería y sus accesorios con el suelo es suficiente para soportar los esfuerzos dinámicos.
5. El área de apoyo del anclaje debe estar especificada por el fabricante del accesorio específico.
6. El área de apoyo del anclaje se calcula de acuerdo con el procedimiento constructivo que se escoja, ya sea que el anclaje trabaje por gravedad o por fricción.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 115 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

7. Los espigos y campanas de tuberías no pueden quedar dentro del anclaje y se debe respetar una distancia mínima de 20 cm de la campana-espigo. Este criterio no aplica para las tuberías de GRP.

#### **7.4.12.1 Estructuras especiales para protección de tuberías**

Cuando las tuberías de la red de distribución de agua potable crucen vías de alto tráfico, vías férreas, quebradas, ríos o canales de drenaje, calles o carreras u otros obstáculos naturales o artificiales, y no sea posible la solución de tubería enterrada con su debida protección, deben proyectarse estructuras especiales con el objetivo de garantizar la seguridad de las tuberías, estando estas estructuras especialmente concebidas para resistir las cargas y los esfuerzos resultantes de la colocación de la tubería. Entre otras cosas, el diseño de la red de distribución debe garantizar que las estructuras especiales cumplan con los siguientes requisitos:

1. Estar construidas en metal, mampostería, concreto, o cualquier otro tipo de material aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., y conformar puentes, pasos colgantes y túneles.
2. El diseño de toda estructura especial debe contar, con el respectivo cálculo estructural.
3. El diseño debe determinar las cargas externas utilizando las especificaciones de los fabricantes de la tubería.
4. En los sitios donde el diseño especifique la construcción de una estructura especial, no se deben tener cambios de dirección, contracciones, expansiones o aparatos para el cierre de las tuberías.
5. Los esfuerzos que deben ser considerados para el dimensionamiento estructural de los conductos y de las obras para su sustentación, combinados o separados, son los siguientes:
  - a. Presiones internas en las tuberías.
  - b. Cargas externas a la tubería.
  - c. Peso propio de la tubería y peso del agua transportada cuando ésta se encuentre completamente llena.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 116 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- d. Esfuerzos producidos por cambios de dirección, de contracciones, y de accesorios, en caso de que éstos existan.
  - e. Esfuerzos resultantes por expansión o contracción térmica en el material de la tubería.
6. Los esfuerzos que deben ser considerados desde la etapa de diseño en las instalaciones de tuberías externas sobre apoyos discontinuos deben ser los resultantes del peso propio del conducto, del peso del agua contenido en la tubería cuando ésta se encuentre completamente llena, de las cargas externas presentes y de los esfuerzos causados por expansión y/o contracción térmica.
  7. Se recomienda que los conductos que crucen vías de alto tráfico, vías férreas se coloquen dentro de camisas de mayor diámetro. En particular debe hacer énfasis en las tecnologías de hincado de tuberías y de perforación dirigida.
  8. En todos los cruces de las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable con tuberías del sistema de alcantarillado, ya sea de aguas residuales, aguas lluvias o combinado, los conductos de la red de distribución de acueducto deben colocarse por encima de las tuberías de aguas residuales.
  9. 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, el diseño debe incluir los dispositivos más convenientes y proyectar las defensas necesarias para garantizar la integridad de los conductos de la red. En particular, los cruces de canales, quebradas y ríos deben hacerse en tuberías de acero con un espesor de 6.5 mm como mínimo.

En algunos casos especiales, las tuberías de la red de distribución o tramos de ésta requieren de protecciones especiales indicadas en el Numeral 7.3.5 (Recubrimiento y Protección de tuberías). La protección de las tuberías de la red de distribución, no enterradas, debe ser obligatoria cuando éstas atraviesan zonas locales donde pueden estar sujetas a daños de cualquier naturaleza, provocada por agentes reales o potenciales.

## **7.5 ASPECTOS DE LA PUESTA EN MARCHA DE LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN**

Una vez que la red de distribución diseñada ha finalizado su período de construcción, se deben hacer las siguientes pruebas descritas en los Numerales

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 117 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

3.6.1 a 3.6.7. Estas pruebas deben estar de acuerdo con el protocolo de pruebas establecido por el diseñador de la red de distribución, tal como se mencionó en los numerales anteriores.

## **7.5.1 Presiones en la red de distribución**

### **7.5.1.1 Presiones hidrostáticas y estanqueidad**

Una vez finalizada la construcción de la red de distribución o la ampliación de una red existente, se deben llevar a cabo pruebas sobre todas las tuberías colocadas, con una presión igual a 1.5 veces la presión máxima a la que las tuberías vayan a estar sometidas, de acuerdo con su diseño, incluyendo presiones estáticas, presiones dinámicas o presiones causadas por fenómenos de flujo no permanente.

La presión debe aplicarse con una bomba de émbolo provista de manómetros, instalada en la parte baja de la tubería que vaya a probarse. En las pruebas de presión hidrostática deben tenerse en cuenta las normas técnicas correspondientes a cada material de tuberías y accesorios. Además el diseño debe tener en cuenta los siguientes aspectos, para la realización de las pruebas:

1. La prueba de presión hidrostática debe hacerse bajo la vigilancia y aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
2. La prueba debe realizarse en tramos comprendidos entre válvulas siempre y cuando esta distancia no sea mayor que 500 m. Si existe un caso en que la distancia entre válvulas sea mayor que 500 m, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. puede exigir, para la prueba, que los tramos se subdividan mediante la instalación de tapones exteriores o cualquier otro sistema adecuado.
3. La tubería debe llenarse lentamente y a baja presión para permitir la salida de aire, el cual debe ser completamente evacuado de la tubería, y por cualquier sistema, antes de aplicar la presión de prueba.
4. La tubería debe mantenerse sometida a la presión de prueba durante un período no inferior a dos (2) horas.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 118 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

5. En todos los casos, deben tenerse en cuenta las recomendaciones de las casas fabricantes de las tuberías, en lo relacionado con la forma, duración, etc., de la prueba a presión.
6. En los casos en que Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. lo considere factible desde el punto de vista del impacto urbano y vehicular, las pruebas de presión hidrostática deben realizarse antes de cubrir las zanjas de las tuberías que conforman la red de distribución de agua potable.
7. La prueba de estanqueidad se debe considerar como exitosa si el escape de agua, en L/h es inferior al indicado en la ecuación mostrada a continuación.

Ecuación B.7.6 Titulo B RAS 2000

$$E = \frac{N * D * P^{\frac{1}{2}}}{7,35}$$

E = Escape permitido (L/h).

N = Número de uniones en el circuito probado, sin incluir uniones soldadas.

D = Diámetro interno real de la tubería (m).

P = Presión de ensayo hidráulico (Pa).

Toda la longitud del tramo o circuito de la red de distribución que se someta a las pruebas de presión y estanqueidad debe recorrerse y revisarse cuidadosamente y deben repararse los tramos de tubería que fallen y las uniones defectuosas.

Si resultan daños durante la prueba de presión hidráulica, el costo de la reparación de tuberías y accesorios deberá ser asumido por el constructor o el diseñador, teniendo en cuenta la causa de la falla.

### 7.5.1.2 Presiones dinámicas y alturas piezométricas

Con el fin de verificar lo establecido en el protocolo de pruebas del diseño de la red de distribución, debe medirse la altura piezométrica en diferentes puntos de la red para condiciones extremas de flujo, incluyendo el caudal máximo horario (QMH) extendido al período de diseño del proyecto, el caudal medio diario (Qmd) tanto para el período de diseño de la red como para las condiciones iniciales, el caudal mínimo nocturno para las condiciones actuales y en general cualquier otra condición de flujo, resultado de operaciones especiales, recomendadas en el

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 119 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

protocolo de pruebas. En todo caso, los puntos que se midan deben incluir aquellos nudos que, de acuerdo con el diseño, presenten las presiones máximas y las presiones mínimas para cada una de las condiciones de operación hidráulica de la red.

Los datos sobre alturas piezométricas tomados en esta prueba, deben ser guardados en las bases de datos de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

### 7.5.2 Desinfección de la red de distribución

Antes de poner en servicio cualquier red de distribución o ampliación a redes de distribución existentes, ésta debe ser desinfectada. La desinfección debe ser hecha por el constructor de la red de distribución. Para la desinfección de la red deben tenerse en cuenta los siguientes requisitos:

1. Antes de la aplicación del desinfectante, la tubería debe lavarse haciendo circular agua a través de ellas, descargándola por las válvulas de purga, por los hidrantes o por otros puntos de salida con el objeto de remover todas las materias extrañas.
2. El desinfectante debe aplicarse donde se inicia la ampliación de la red de distribución, para el caso de ampliaciones, o en el inicio de la red de distribución, cuando ésta sea una red de distribución nueva. Para secciones de la red de distribución localizada entre válvulas, el desinfectante debe aplicarse por medio de una llave de incorporación.
3. Debe utilizarse cloro o hipoclorito de sodio como desinfectante. La tasa de entrada a la tubería de la mezcla de agua con gas de cloro debe ser proporcional a la tasa de agua que entra al tubo.
4. La cantidad de cloro debe ser tal que produzca una concentración mínima de 50 ppm.
5. El período de retención del agua desinfectada dentro de la red de distribución de agua potable no debe ser menor que 24 horas. Después de este período de retención, el contenido de cloro residual en los extremos del tubo y en los demás puntos representativos debe ser de por lo menos 5 ppm.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 120 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

6. Una vez que se haya hecho la cloración y se haya dejado pasar el período mínimo, debe descargarse completamente la tubería. Cuando se hagan cortes en alguna de las tuberías que conforman la red de distribución, con el fin de hacer reparaciones, la tubería cortada debe someterse a cloración a lado y lado del punto de corte.
7. Se debe hacer un muestreo final para llevar a cabo un análisis bacteriológico. En caso de que la prueba bacteriológica demuestre una calidad de agua que no cumpla con el Artículo 35, Decreto Nacional 1575 de 2007, de los Ministerios de Vivienda y Medio Ambiente y de Salud y Protección Social, por el cual se expiden las normas técnicas de calidad del agua potable o aquel que lo remplacé, la tubería debe desinfectarse nuevamente.
8. El proceso de desinfección debe hacerse según la norma NTC 4246 o la AWWA C 651.

### 7.5.3 Válvulas

En el momento de finalización de construcción de la red de distribución deben tenerse en cuenta los siguientes aspectos referentes a la puesta en marcha de las válvulas que conforman el sistema.

#### 7.5.3.1 Equipo electromecánico

Para todas las válvulas mecánicas o electromecánicas, debe verificarse el correcto funcionamiento antes de poner en servicio la red.

#### 7.5.3.2 Presiones

Todas las válvulas que conforman la red de distribución, antes de ser instaladas, deben ser operadas para asegurar su correcto funcionamiento. Todas las válvulas deben probarse al doble de la presión de trabajo en la casa fabricante, siempre y cuando la prueba se encuentre certificada por ICONTEC o cualquier otra entidad de normatividad internacional previamente aprobada por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Se recomienda que una vez instaladas en la red de distribución, las tuberías que tienen instaladas válvulas con diámetros superiores a 250 mm sean sometidas a pruebas estáticas que lleven la presión a 1.5 veces la presión de trabajo en la zona de la red, con el fin de verificar el correcto funcionamiento de la unión entre las válvulas y las tuberías.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 121 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 7.5.3.3 Válvulas reguladoras de presión

En el caso específico de válvulas reguladoras de presión, además de las pruebas de presión mencionadas en los numerales anteriores, se debe verificar la caída de presión como función del diferente grado de apertura de las válvulas.

Con estos datos, se debe verificar la ecuación de reducción de presión suministrada por el fabricante de la tubería.

### 7.5.3.4 Estaciones reguladoras de presión

En el caso de que en la red de distribución de agua potable existan estaciones reguladoras de presión, el protocolo de pruebas debe establecer el tipo de mediciones que deben hacerse a dichas estaciones. En particular, se debe verificar el correcto funcionamiento de todas las válvulas de cierre, válvulas de flujo lateral (by pass), equipos de medición de presión y equipos de medición de caudal para diferentes condiciones de operación del sistema de distribución. Particularmente, se debe verificar la ecuación que relaciona el caudal con la caída de presión en función de la apertura de la válvula.

Con respecto a los equipos de medición de caudales y presión, se debe verificar su correcta operación con equipos adicionales. En el caso de los macromedidores de caudal, y utilizando el espacio dejado para este propósito, se debe verificar la precisión de medida utilizando aparatos no intrusivos en las tuberías, tales como medidores electromagnéticos o medidores de efecto Doppler acústico.

### 7.5.3.5 Válvulas de descarga

En todas las válvulas de descarga o purga que existan en la red de distribución de agua potable, debe verificarse su correcto funcionamiento y medir el caudal y la velocidad de salida de agua bajo diferentes condiciones de operación. También debe verificarse el correcto funcionamiento de las estructuras y conductos de desagüe del agua que sale de la red de distribución y su flujo hacia la red de alcantarillado o hacia la red de drenaje urbano de la ciudad. Si la válvula tiene una estructura de disipación de energía debe verificarse su correcto funcionamiento.

Este tipo de pruebas también deben realizarse a las válvulas o tapones colocados en los puntos muertos de la red, con el fin de verificar su funcionalidad ante futuras operaciones de lavado.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 122 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 7.5.3.6 Ventosas

En todas las ventosas que existan en la red de distribución de agua potable, deben hacerse las pruebas correspondientes que aseguren su correcto funcionamiento para las diferentes condiciones normales y especiales de operación establecidas en el protocolo de pruebas, verificando que todas ellas queden cubiertas. Las ventosas deben cumplir con las Normas Técnicas Colombianas correspondientes o con la norma AWWA C512.

### 7.5.3.7 Aislamiento de circuitos

En el caso de que la red de distribución diseñada se encuentre dividida en circuitos y subcircuitos, de acuerdo con la hidráulica, y especialmente en el caso de ampliaciones a redes de distribución existentes, debe verificarse el aislamiento de cada uno de los circuitos de la red, operando las diferentes válvulas provistas para tal función. Debe procederse a cerrar las válvulas y a verificar que en la zona aislada la presión se mantenga a lo largo de un período de prueba no inferior a una hora. En el caso de válvulas de cierre que conecten dos circuitos hidráulicos, con el propósito de permitir operaciones especiales, su funcionamiento se debe verificar abriendo las válvulas y simulando la operación de emergencia, la cual debe estar establecida en el protocolo de pruebas dado por el diseñador.

### 7.5.4 Hidrantes

Una vez finalizada la construcción de la red de distribución de agua potable o una ampliación de ésta, debe verificarse la operación de los hidrantes. Para cada uno de los hidrantes que forman parte de la red de distribución deben verificarse los siguientes aspectos: caudal, presión en el hidrante para diferentes horas del día estando el hidrante cerrado, presión a la salida del hidrante cuando se encuentre operando a máximo caudal y el color del hidrante.

Las pruebas deben poner especial atención a que haya una correspondencia entre el color del hidrante y el caudal de salida de acuerdo con lo establecido en el Numeral 7.5.11 (hidrantes) de este capítulo.

### 7.5.5 Acometidas domiciliarias

Antes de proceder a la instalación de todos los accesorios que conforman las acometidas domiciliarias de acuerdo con el diseño de la red de distribución, deben

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 123 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

someterse los medidores, las piezas especiales y los accesorios a aprobación y homologación por parte de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., por lo menos 60 días antes de la instalación en la red de distribución.

### 7.5.6 Macromedidores

Antes de proceder a la instalación de los macromedidores en la red de distribución de agua potable, tanto de caudal como de presión, ya sea a la salida de las plantas de tratamiento o a la entrada de cada uno de los circuitos y subcircuitos de la red de distribución, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. debe garantizar el correcto funcionamiento de éstos. Los macromedidores deben ser probados en los talleres de la empresa o en laboratorios certificados en su país de origen según normas ISO, AWWA, DIN, o ASTM.

En caso de macromedidores especiales, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. puede aceptar la calibración presentada por el fabricante, siempre y cuando éstas se encuentren homologadas por el ICONTEC o cualquier instituto internacional de homologación de reconocido prestigio.

### 7.5.7 Micromedidores

Antes de proceder a la instalación de los micromedidores domiciliarios, debe llevarse a cabo una prueba para verificar la exactitud de éstos en el taller de micromedidores de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Las pruebas de los micromedidores deben llevarse a cabo con los caudales establecidos en las normas técnicas NTC-1063/3. Con el caudal de sobrecarga no debe obtenerse una pérdida de altura piezométrica superior a 10 m.c.a. (98.1 KPa).

## 7.6 ASPECTOS DE LA OPERACIÓN DE REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 7.6.1 Presiones en la red de distribución

Los puntos de verificación de presiones en la red, deben ser definidos desde la etapa de diseño, cumpliendo con lo establecido en el **Literal B.7.9 del RAS 2000**, o aquel que lo remplacé, y en especial con lo establecido en la Resolución 1096 del 17 de diciembre de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico en su Artículo 199 "Operación":

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 124 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Los procedimientos y medidas pertinentes a la operación continua y permanente de los diferentes componentes de un sistema de agua potable y saneamiento básico deben seguir los requerimientos establecidos en los planos de construcción y los manuales de operación que deben tener disponibles en todo momento los operadores de las entidades prestadoras de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado y aseo para cada uno de sus componentes, con el fin de brindar a los clientes el respectivo servicio con los patrones de calidad y continuidad exigidos por el presente reglamento técnico.

Parágrafo 1: Presiones en la red: Una vez que la red de distribución, o su ampliación, entre en operación, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse las presiones en diferentes puntos de la red, teniendo en cuenta los manuales de operación y mantenimiento”.

Los planes de medición de presiones establecidos por el diseñador deben incluir los puntos de medición, los aparatos de medición, la precisión de estos, la frecuencia de tomas de datos y la forma como éstos son incluidos en las bases de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Es recomendable que, desde la etapa de diseño, se incluya la instalación de medidas telemétricas de presión de agua en la red, con el fin de conocer en tiempo real la hidráulica en todo el sistema de distribución de agua potable de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Los datos deben transmitirse de tal forma que puedan analizarse en forma simultánea en el programa de simulación hidráulica.

### **7.6.2 Fugas y pérdidas de agua en la red de distribución de agua potable**

Una vez que la red de distribución de agua potable entre en operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, es necesario verificar las posibles fugas y conexiones clandestinas en la red de distribución, con el fin de tener un control sobre el índice de agua no contabilizada. Es necesario que existan programas permanentes de detección de fugas y de conexiones clandestinas en puntos preestablecidos de la red. Estos puntos deben ser definidos desde la etapa de diseño, al igual que las rutinas y tipo de simulación hidráulica que deben hacerse con el fin de apoyar programas de control de fugas. El diseño debe establecer igualmente la forma de calibración hidráulica de la red de distribución, con el fin de detectar, en el modelo matemático de la red y mediante rutinas que utilicen emisores en cada uno de los nudos de la red, zonas en las cuales haya concentración de fugas no detectables y/o conexiones clandestinas. El diseño también debe recomendar el uso de medidas telemétricas de presiones y caudales

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 125 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

en diferentes puntos de la red de distribución que permitan detectar en tiempo real la posible ocurrencia de fugas en los diferentes puntos de la red de distribución. El diseño debe establecer la forma de uso de los programas de simulación hidráulica con este fin.

### **7.6.3 Macromedición en la red de distribución**

Una vez que la red de distribución o su ampliación se encuentre en operación, en conjunto con los macromedidores definidos en el Numeral 7.5.8 de este capítulo, y durante todo el período de vida útil del proyecto, deben verificarse los caudales medidos por los macromedidores y compararlos con los arrojados por los modelos de simulación hidráulica de la red de distribución, con el fin de actualizar el modelo y asegurar el buen funcionamiento de los medidores. El diseño debe establecer la frecuencia de medición de caudales, la precisión de medida y la forma como estos datos deben transmitirse a la base de datos de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. También debe establecer la forma de introducción de estos datos dentro de los programas de simulación hidráulica de la red de distribución con el fin de tener un perfecto conocimiento de las presiones y caudales en puntos de interés. El diseño también debe establecer aquellos puntos en los cuales es obligatoria la lectura telemétrica de los caudales macromedidos, de forma tal que Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. puedan conocer el estado hidráulico de la red y los caudales producidos en tiempo real.

### **7.6.4 Micromedición**

Durante todo el período de vida útil de la red de distribución diseñada, deben hacerse muestreos en las acometidas domiciliarias con el fin de establecer el estado de los micromedidores. Este muestreo debe ser función de la distribución geográfica de los suscriptores en esa zona de la red de distribución. Por consiguiente, el diseño de la red de distribución debe establecer la forma de obtención de las muestras de micromedidores domiciliarios.

Los medidores de la muestra deben retirarse y cambiarse por uno nuevo, con el fin de ser enviados a laboratorios certificados escogidos por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., para verificar la exactitud de la medida.

Si los medidores están por fuera del rango de precisión establecido en las normas definidas en el Numeral 7.5.7 de este capítulo, multiplicado por 2, debe cambiarse aquella parte del conjunto de medidores correspondiente a la muestra defectuosa por medidores nuevos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 126 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Los medidores se deben reemplazar por lo menos cada 3000 m3 de marcación según lo establecido en la Resolución 151 de 2001 de la Comisión de Regulación de Agua Potable en su Artículo 2.1.1.4 “Reparación y mantenimiento de medidores”.

Adicionalmente se debe tener en cuenta lo establecido por la Ley 142 de 1994, la Ley 373 de 1997 y todas las demás disposiciones pertinentes de la Comisión Reguladora de Agua Potable (CRA) y de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD).

### 7.6.5 Hidrantes

Durante la operación de la red de distribución, es necesario hacer un mantenimiento de calidad de agua en los hidrantes, teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 77 de la Ley 9 de 1979, o la que la remplace, el cual establece: “Los hidrantes y extremos muertos de la red de distribución de agua deben abrirse con la frecuencia necesaria para eliminar sedimentos. Periódicamente debe comprobarse que los hidrantes funcionen adecuadamente”. El diseño debe establecer los puntos muertos de la red y la localización de hidrantes, definiendo la forma de mantenimiento hidráulico de éstos, y teniendo en cuenta que éstos deben revisarse como mínimo una vez cada tres meses, procediendo a la apertura de hidrantes y válvulas con el fin de preservar la calidad de agua en la red.

Mediante el uso del modelo de simulación hidráulica de la red de distribución, el diseño debe establecer el momento del día en el cual la apertura de hidrantes y zonas muertas es óptima, y establecer simultáneamente el tiempo de duración de la operación de apertura y lavado de esta zona de la red de distribución.

### 7.6.6 Válvulas

Una vez que la red de distribución se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, debe hacerse una inspección preventiva permanente de las válvulas, teniendo en cuenta los siguientes requisitos:

1. Cuando la función de la válvula sea la división en circuitos o subcircuitos de alguna parte de la red, la válvula debe operarse con una frecuencia mínima de seis meses.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 127 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

2. Cuando la función de la válvula sea la de servir de tubería de paso directo, la frecuencia mínima de operación debe ser una vez cada tres meses.
3. Cuando la función de la válvula sea la purga o drenaje de la red de distribución, la frecuencia mínima de operación debe ser de una vez al año.

#### **7.6.7 Circuitos y subcircuitos de la red de distribución**

Siempre que se construya una nueva red de distribución o una ampliación a una red existente, pueden existir efectos hidráulicos sobre la distribución de caudales y presiones en otras zonas de la red de distribución de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. Por consiguiente, el diseño debe establecer si es necesario hacer cambios en los circuitos o subcircuitos de la red de distribución, con el fin de lograr una mejor uniformidad de presiones y una sectorización con criterios hidráulicos. Para esto, el diseño debe establecer, cuando sea necesario, una nueva distribución de válvulas y la apertura y/o cierre de válvulas existentes.

El diseño de la nueva sectorización de la red de distribución debe establecer la ubicación de válvulas y su estado de apertura o cierre, con el fin de optimizar la uniformidad de la presión en cada uno de los circuitos y subcircuitos.

#### **7.6.8 Control de presiones en la red de distribución**

El diseño de la red de distribución o la ampliación a una red de distribución existente, debe contemplar que bajo las diferentes condiciones de operación posibles para ese circuito de la red, las presiones siempre se encuentren dentro de los rangos establecidos en los numerales anteriores de esta norma. Para esto, cada una de las condiciones extremas de operación debe simularse en el programa de cálculo hidráulico de la red de distribución de agua potable.

#### **7.6.9 Reglas de operación contra desprendimiento de biopelículas o suspensión de sólidos inorgánicos**

Una vez establecido el diseño definitivo de la red de distribución y/o la ampliación a una red de distribución existente, el diseñador debe establecer reglas de operación que eviten el desprendimiento de biopelículas y/o depósitos de material inorgánico al interior de las tuberías, causados por aumentos excesivos de velocidad en algunos tramos de la red, la inversión de la dirección del flujo en tramos de la red, o combinaciones de estos dos.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 128 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

En todo caso, se debe tener en cuenta todo lo establecido en el Numeral 10.6 de esta norma.

#### **7.6.10 Lavado de tuberías de la red de distribución**

Con respecto al lavado de tuberías de las redes de distribución se debe tener en cuenta todo lo establecido en el Numeral 6.1.10.1 (Lavado para remoción de biopelículas) de esta norma.

#### **7.6.11 Calidad de agua en la red de distribución**

Una vez que la red de distribución diseñada se encuentre en operación y durante todo el período de vida útil del proyecto, debe verificarse la calidad de agua en la red de distribución, haciendo un muestreo diario en puntos preestablecidos de la red. Estos puntos deben definirse como parte del diseño, en el cual también deben establecerse el tipo de parámetros físico-químicos y/o bioquímicos que deben ser medidos, los aparatos a ser utilizados, la precisión de éstos y la frecuencia de toma de datos.

El diseño también debe establecer la forma de almacenar estos datos dentro de las bases de datos de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Las muestras de agua deben ser analizadas en un laboratorio de calidad de agua acreditado por la Superintendencia de Industria y Comercio y por el Ministerio de Protección Social. Es recomendable que desde la etapa de diseño, se incluya la instalación de medidas telemétricas de calidad de agua en la red, con el fin de conocer en tiempo real la calidad en todo el sistema de distribución de agua potable de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

En todos los casos debe tenerse en cuenta lo establecido en el Artículo 76 de la Ley 9 de 1979 o la que la replacé, el cual establece: “Las entidades administradoras de los acueductos comprobarán periódicamente las buenas condiciones sanitarias de las redes de distribución, con muestras de análisis de agua, tomadas en los tanques, hidrantes, conexiones de servicio y en las tuberías”. El diseño de la red de distribución debe establecer estos puntos.

El control de calidad de agua también debe utilizarse para detectar fenómenos de conexiones erradas (cross connections) y debe existir una programación

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 129 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

permanente dirigida a realizar las correcciones necesarias para eliminar dichas conexiones.

## **7.7 ASPECTOS DEL MANTENIMIENTO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN**

### **7.7.1 Suspensión del servicio por mantenimiento programado**

En el caso de que las labores de mantenimiento impliquen la suspensión del servicio de abastecimiento de agua potable, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. debe informar a la comunidad sobre los horarios y cortes programados en el suministro de agua. Para esto, el diseño debe establecer aquellos clientes que van a ser afectados por la suspensión del servicio o por bajas temporales en la presión del suministro de agua potable.

### **7.7.2 Reparación de Tuberías y Accesorios**

En el caso de que haya que cambiar o reparar alguna de las tuberías o accesorios que forman parte de la red de distribución, debe tenerse en cuenta que el cambio debe realizarse en máximo 12 horas. En caso de que el tiempo mínimo de reparación antes de restablecer el servicio sea superior a 12 horas, debe establecerse un plan de emergencia.

El diseño debe establecer la forma de utilizar el modelo matemático de la red de distribución de agua potable con el fin de que el Sistema de Daños determine aquellos clientes que serán afectados por la reparación y la consecuente interrupción del servicio, con el fin de que Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. informe a la comunidad involucrada.

### **7.7.3 Disponibilidad de repuestos**

En el caso de que se requieran repuestos para labores de mantenimiento de las estructuras y/o accesorios que conforman las redes de distribución, debe tenerse en cuenta que la consecución y localización in situ de los repuestos debe ser inmediata para aquellos casos que impliquen la suspensión del servicio, ya sea por mantenimiento preventivo o por situaciones de emergencia. Para los repuestos que no impliquen suspensión del servicio, la consecución y localización in situ de estos debe hacerse como máximo en un día.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 130 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

#### **7.7.4 Lavado de las redes de distribución**

Las operaciones de lavado de las tuberías que conforman la red de distribución deben quedar establecidas en el diseño. Los parámetros básicos relacionados con la frecuencia de limpieza del sistema de distribución de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P, son los siguientes:

1. Mínimo dos veces al año para zonas de la tubería de hierro fundido o acero donde estén desalineadas, cuando hay tubérculos en grandes cantidades, o cuando hay quejas frecuentes de olor, color y sabor por parte de los clientes.
2. Mínimo dos veces al año en sistemas de válvulas de división, hidrantes y tuberías con baja velocidad.
3. Es necesario realizar un lavado periódico, definido desde el diseño, en áreas donde los problemas de calidad de agua son crónicos, particularmente en las tuberías donde las velocidades de flujo son bajas.

#### **7.7.5 Reglas de operación durante mantenimientos para evitar desprendimientos de biopelículas**

El diseño debe establecer reglas de operación durante mantenimientos con el fin de evitar deterioros en la calidad de agua causados por desprendimientos de biopelículas y/o depósitos inorgánicos que puedan encontrarse al interior de las tuberías. En particular, el diseño debe seguir las siguientes recomendaciones para los mantenimientos hasta donde sea posible:

1. No cambiar de manera drástica la velocidad en ninguna de las tuberías de la red de distribución.
2. Evitar aquellas operaciones de mantenimiento que impliquen el duplicar la velocidad en algunas de las tuberías de la red.
3. Tratar de evitar la inversión en la dirección de flujo en las tuberías, debido a que el riesgo de desprendimientos de biopelículas y/o depósitos inorgánicos aumenta.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 131 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

4. Las operaciones de mantenimiento deben evitar la perturbación de biopelículas y/o depósitos inorgánicos, a menos que se trate una operación de lavado interno de la red.

## 8 ASPECTOS AMBIENTALES

### 8.1 ALCANCE

Este capítulo comprende los aspectos ambientales con los cuales debe cumplir el diseño de sistemas de acueducto desarrollados por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. con el objetivo de disminuir los impactos que se presentan en las actividades de diseño, construcción, puesta en marcha, operación y mantenimiento.

### 8.2 ASPECTOS LEGALES

Las siguientes son las leyes, decretos y normas que el diseñador debe tener en cuenta con respecto a la parte ambiental, para los proyectos de sistemas de acueducto:

1. Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS, en su versión vigente.
2. Ley 142 de 1994 por la cual se establece el Régimen de Servicios Públicos Domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
3. Decreto 216 del 3 de febrero de 2003 por el cual se determinan los objetivos, la estructura orgánica del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
4. Leyes 99 de 1993 y 489 de 1998.
5. Leyes 373 de 1997: Uso eficiente y ahorro del agua.
6. Decreto 302 de 2000 y Decreto 229 del 2002: Prestación de los Servicios Públicos Domiciliarios de Acueducto y Alcantarillado.
7. Decreto 1575 de 2007 y Resolución 2115 de 2007: Normas técnicas de calidad del agua potable.
8. Decreto 1504 de 1998. Por el cual se reglamenta el manejo del espacio público en los planes de ordenamiento territorial.
9. Decretos 1541 de 1978 y 2811 de 1974 de la Presidencia de la República.
10. Decreto 1220 de 2005: Por el cual se reglamenta el Título VIII de la Ley 99 de 1993 sobre licencias ambientales.
11. Decreto Ley 2811 de 1974: Aprovechamiento y Uso del recurso hídrico.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 132 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

12. Resolución N° 0185 de 1999.

13. Ley 45 de 1995, sobre Calidad Ambiental de Aire.

A continuación se presentan en detalle algunos aspectos específicos y las respectivas leyes, que se deben tener en cuenta para el diseño de sistemas de acueducto.

### 8.2.1 Tipos de suelo para obras de sistemas de acueducto

La clasificación de los suelos en los cuales existe la posibilidad de realizar una obra relacionada con sistemas de acueducto, debe ser la establecida por la Ley 388 de 1997 ó Ley de Desarrollo Territorial.

En el Capítulo IV de esta Ley, se establece que los Planes de Ordenamiento Territorial – POT, deben clasificar un territorio en los siguientes:

1. Suelo urbano
2. Suelo de expansión urbana
3. Suelo rural
4. Suelo suburbano
5. Suelo de protección

El Plan de Ordenamiento Territorial (Artículo 14 de la Ley 388/97) establece las políticas para la adecuada interacción entre los asentamientos rurales y la cabecera municipal, el uso del suelo rural y la ubicación de las obras de acueducto para las áreas urbanas, suburbanas y rurales.

También se debe hacer referencia a la Ley 99 de 1993 ó Ley del Medio Ambiente, la cual se refiere a las Áreas Naturales Protegidas, que requieren de un manejo especial de los recursos naturales renovables.

### 8.2.2 Tipo de obras de acueducto

En general, las obras de sistemas de acueducto que pueden ser desarrolladas por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., se pueden clasificar en:

1. Obras de ampliación
2. Obras de expansión
3. Obras de reposición
4. Obras de optimización

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 133 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

Para cada uno de estos tipos de obras relacionadas con sistemas de acueducto, el diseño debe tener en cuenta el tipo de suelo o zona afectada por el proyecto, con el fin de determinar el tipo de manejo ambiental que se debe implementar.

### 8.2.3 Entidades nacionales y locales

El diseño debe tener en cuenta las entidades ambientales nacionales y locales que tienen las facultades para otorgar permisos de ocupación de cauce y ejercer regulaciones desde el punto de vista ambiental. Estas entidades son:

1. El Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
2. Corporaciones Autónomas Regionales.
3. Las Unidades Ambientales Urbanas.
4. El Ministerio de Protección Social.
5. La Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios.
6. Comisión Reguladora de Agua Potable y Saneamiento Básico (CRA).

### 8.2.4 Instrumentos legales de control territorial y ambiental

La Ley 388 de 1997 y la Ley 99 de 1993 disponen de una serie de instrumentos y procedimientos legales que se deben tener en cuenta en cualquier obra o actividad susceptible de producir deterioro ambiental.

#### 8.2.4.1 Plan de Ordenamiento Territorial

Para la ejecución de obras relacionadas con sistemas de acueducto, se debe tener en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial, en los términos del Capítulo III de la Ley 388 de 1997.

Esta Ley establece que, con el fin de evitar la existencia de zonas urbanas sin posibilidad de cobertura de servicios públicos domiciliarios, a partir de su promulgación, el perímetro urbano municipal no puede ser mayor que el denominado perímetro de servicios (Parágrafo 2º Artículo 12 Ley 388/97).

#### 8.2.4.2 Permiso de ocupación de cauces

Para toda obra de construcción de sistemas de acueducto que implique la ocupación permanente o transitoria de una corriente de agua, o depósito de agua,

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 134 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

se requiere el permiso otorgado por la Autoridad Ambiental Competente. En particular, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. debe tramitar los permisos de ocupación de cauce de las obras propias y los urbanizadores deben tramitar los permisos de las obras particulares y Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. las habilita y recibe para su operación y mantenimiento, sólo cuando los permisos se validen y acepten.

#### **8.2.4.3 Licencia de Construcción**

Dentro de los componentes del sistema de acueducto, las estaciones de bombeo y los tanques de almacenamiento y/o compensación son los únicos que requieren de Licencia de Construcción.

#### **8.2.4.4 Manejo de Impacto Comunitario y Señalización durante la ejecución de un proyecto**

Se debe identificar la afectación del proyecto al medio ambiente y urbano en su etapa de construcción, operación y mantenimiento, y a partir de esto, diseñar las medidas de mitigación de los impactos.

En general, se deben tener en cuenta los impactos que se pueden tener sobre los siguientes potenciales receptores:

1. Recurso Hídrico
2. Recurso Suelo
3. Recurso Vegetación
4. Factor Urbano

Por otro lado, las condiciones particulares de las obras a ejecutar, en componentes del sistema como estaciones de bombeo y tanques de almacenamiento y/o compensación, deben ser analizadas por las dependencias contratantes, ajustando en los pliegos las condiciones específicas aplicables a los proyectos particulares.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 135 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 8.3 ASPECTOS AMBIENTALES ESPECÍFICOS PARA LOS SISTEMAS DE ACUEDUCTO

Para el diseño de sistemas de acueducto se deben evaluar los impactos más relevantes y definir las medidas de mitigación, prevención y compensación durante las etapas de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento.

EL diseñador debe tener en cuenta como mínimo lo establecido en los numerales 8.3.1 a 8.3.4 de la presente norma.

#### 8.3.1 Conducciones

##### 8.3.1.1 Etapa de Planeación y Diseño

Durante la etapa de Planeación y Diseño, se debe realizar el trámite de las licencias y permisos necesarios y requeridos por la correspondiente Autoridad Ambiental para llevar a cabo la ejecución de las obras de redes de conducción; los impactos y las medidas de mitigación mínimas a tener en cuenta son:

- a. Evitar la alteración de la calidad de los cuerpos de agua, diseñando desvíos oportunos, pasos elevados o viaductos sobre estas fuentes, dependiendo de su tamaño.
- b. El ruido producido por los equipos y maquinaria recomendada debe ser atenuado, sobre todo en las zonas urbanas.

Evitar, en lo posible, no planear actividades de trabajo nocturno en zonas urbanas.

##### 8.3.1.2 Etapa de Construcción

Para obras de construcción de conducciones, en zonas rurales o suburbanas, se debe tener en cuenta la Ley 769 del 2002, Resolución 1050 del 2004 del Ministerio del Transporte o aquella que lo modifique “Señalización de seguridad y protección en las zonas de trabajo”.

##### 8.3.1.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

Los impactos más relevantes que se puedan presentar son debidos a la intervención de trabajadores y equipos mecanizados, con alteración de la vegetación y del suelo.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 136 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

Si la operación se hace en zona rural o suburbana, el diseño debe incluir lo relacionado con el acceso y anchos de servidumbre para las inspecciones y labores de operación y mantenimiento. Estos accesos deben ser diseñados lo más cerca posible a la línea de conducción y deben tener el ancho necesario para evitar que la movilización del equipo y maquinaria de mantenimiento, altere el suelo y la vegetación de la zona.

### **8.3.2 Redes de distribución**

#### **8.3.2.1 Etapa de Planeación y Diseño**

Durante la etapa de Planeación y Diseño, se debe realizar el trámite de las licencias y permisos necesarios y requeridos para llevar a cabo la ejecución de las obras de redes de distribución; los impactos mínimos a tener en cuenta son:

- a. Problemas de tráfico vehicular y peatonal.
- b. Emisión de ruidos.
- c. Emisión de material particulado.
- d. Posibilidad de accidentes.
- e. Alteración del paisaje urbano.
- f. Remoción de árboles, prados y jardines.
- g. Demolición de pavimentos, calzadas y andenes.
- h. Daños en otros servicios públicos.

#### **8.3.2.2 Etapa de Construcción**

Para obras de construcción de conducciones, en zonas rurales o suburbanas, se debe tener en cuenta la Ley 769 del 2002, Resolución 1050 del 2004 del Ministerio del Transporte o aquella que lo modifique.

#### **8.3.2.3 Etapa de Operación y Mantenimiento**

En las actividades de operación y mantenimiento de redes de distribución se deben tener en cuenta los siguientes impactos:

- a. Intervención de equipo y maquinaria, con generación de ruido, polvo y gases.
- b. Afectación del tráfico en la zona de la reparación.
- c. Desperdicio de agua y posible deterioro de su calidad.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 137 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

- d. Desabastecimiento de agua en la zona afectada por la suspensión del servicio, mientras se realiza la reparación en el sistema.
- e. Afectación de propiedades de terceros.
- f. Inundaciones en vías y viviendas.
- g. Demolición de pavimentos, andenes y daños en zonas verdes.
- h. Posible falla en otros servicios como consecuencia del daño en la red de acueducto.

### **8.3.3 Estaciones de Bombeo**

#### **8.3.3.1 Etapa de Planeación y Diseño**

Los impactos ambientales potenciales asociados a este tipo de obra son de tipo urbano y se debe tener en cuenta la Ley 769 del 2002, Resolución 1050 del 2004 del Ministerio del Transporte o aquella que lo modifique “Señalización de seguridad y protección en las zonas de trabajo”.

#### **8.3.3.2 Etapa de Construcción**

Las estaciones de bombeo en muchos casos forman una sola unidad operativa con los tanques. De todas maneras, independientemente de su ubicación, los impactos potenciales y las medidas de mitigación y compensación que aplican durante su construcción y terminación de la obra, son iguales que las de los tanques de almacenamiento y/o compensación.

#### **8.3.3.3 Etapa de Operación y Mantenimiento**

Al igual que los tanques de almacenamiento y/o compensación, las estaciones de bombeo y las zonas cercanas a su área de operación, deben permanecer limpias y agradables a la vista para no distorsionar el paisaje urbano. Se deben tener en cuenta los siguientes impactos como mínimo:

- a. Ruido generado por los motores.
- b. Emisión de gases a la atmósfera, por la combustión de los motores.

Para mitigar estos impactos deben tenerse en cuenta las siguientes acciones:

- a. Insonorizar la sala de máquinas con material aislante.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 138 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- b. Si es necesario, la estación debe rodearse con muros y/o árboles que amortigüen el ruido.
- c. Aislar la zona de operación de la estación y controlar el ingreso de personas.
- d. Si la estación hace uso de motores de combustión, se debe controlar la emisión de gases para cumplir con los estándares de emisión indicados en el Decreto 948 de 1995, o aquel que lo remplace.

### **8.3.4 Tanques de almacenamiento y/o compensación**

#### **8.3.4.1 Etapa de Planeación y Diseño**

Los impactos ambientales potenciales, asociados a este tipo de obra son de tipo urbano y se deben tener en cuenta la Ley 769 del 2002, Resolución 1050 del 2004 del Ministerio del Transporte o aquella que lo modifique “Señalización de seguridad y protección en las zonas de trabajo”.

#### **8.3.4.2 Etapa de Construcción**

Los tanques de almacenamiento y/o compensación son obras puntuales que se pueden ubicar en zonas suburbanas o urbanas y pueden ser enterrados, semienterrados o elevados. Los impactos potenciales asociados a este tipo de obra son eminentemente de tipo urbano.

Por lo tanto, también se debe tener en cuenta la Ley 769 del 2002, Resolución 1050 del 2004 del Ministerio del Transporte o aquella que lo modifique “Señalización de seguridad y protección en las zonas de trabajo”.

Adicionalmente, se deben tener en cuenta las siguientes medidas de compensación:

- a. La zona alrededor del tanque debe ser ambientada con jardines para mitigar el efecto que la estructura ofrece a la vista, si ésta se ubica en un espacio libre como lo puede ser un parque.
- b. Si el tanque es enterrado o semienterrado y la losa superior ocupa un área amplia, con las medidas de protección del caso puede ser habilitada como zona de recreación, disponiendo allí, por ejemplo, de canchas deportivas para beneficio de la población.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 139 de 149
		Versión: 1
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 8.3.4.3 Etapa de Operación y Mantenimiento

Como son estructuras que hacen parte del paisaje urbano, su presentación y el mantenimiento de la zona donde se encuentran, deben permanecer agradables a la vista. Se recomienda tener en cuenta los siguientes impactos como mínimo:

- a. Perturbación de la comunidad debido a las actividades propias de limpieza y mantenimiento.
- b. Problemas de rebose del tanque por descuido en su operación.
- c. Ingreso de personas no autorizadas al área de operación del tanque por falta de delimitación.
- d. Descuido en la presentación de la estructura y del área del tanque.

## 8.4 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

El RAS, en su versión vigente, hace exigible la realización de un análisis de vulnerabilidad para cada sistema, el cual pueda servir de base para la realización de un plan de contingencias para prevenir o mitigar los impactos negativos que se puedan derivar por la ocurrencia de fenómenos naturales.

Este análisis se debe hacer con base en lo estipulado en el Capítulo G.6 Vulnerabilidad y Reducción de Riesgos del Título G del RAS, en su versión vigente, el cual conceptualiza el alcance del análisis de vulnerabilidad, define los tipos de vulnerabilidad, amplía el listado de estas amenazas, da elementos de ayuda para elaborar el plan de contingencias y recomienda medidas de reducción de riesgos.

## 9 INTERVENTORÍA

### 9.1 ALCANCE

En este capítulo se establecen los criterios básicos y requisitos mínimos que debe cumplir la Interventoría durante las actividades de diseño, construcción y mantenimientos especiales, para los proyectos de acueducto de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P

La Interventoría debe velar por el cumplimiento en la ejecución de las obras, la mitigación de impactos negativos generados y el mejoramiento de la calidad de vida en lo referente a proyectos de saneamiento ambiental y de agua potable

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 140 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

teniendo en cuenta los objetivos y lo establecido en la Resolución 1096 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico en su artículo 52 “Interventoría”.

El alcance de la revisión, interventoría o supervisión que se realice durante la etapa de diseño, no exime al diseñador de la responsabilidad que le asiste, de acuerdo con la Ley, por los criterios y decisiones adoptadas en el desarrollo de los proyectos.

## 9.2 INTERVENTORÍA DE DISEÑO

Las actividades de la Interventoría de Diseño incluyen la verificación de metodologías, cálculos y protocolos de prueba para los elementos, estructuras y accesorios que conforman el sistema de acueducto. Los proyectos de sistemas de acueducto deben cumplir con los requisitos de diseño establecidos en esta norma para ser aprobados por la Interventoría, y poder iniciar el proceso de construcción.

Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. debe verificar la ejecución administrativa y técnica de las consultorías de diseño, por medio de un interventor o un equipo Interventor, el cual, de acuerdo con la Política de Calidad de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P, debe hacer un seguimiento de los Planes de Gestión de la Calidad del diseñador y una inspección de los diseños, que incluye la verificación de los parámetros, metodologías y demás elementos que contempla el diseño de los sistemas de acueducto.

### 9.2.1 Funciones principales de la Interventoría de Diseño

Las principales funciones de la Interventoría de Diseño para los proyectos de sistemas de acueducto para Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. son las siguientes:

- Verificar que los diseños y especificaciones definitivas cumplan con todo lo establecido en la presente norma y en la legislación vigente.
- Velar porque los diseños se realicen de acuerdo con lo establecido en los pliegos de condiciones y las especificaciones particulares que se tengan, en caso que los diseños sean producto de una contratación.
- Verificar que los informes y planos presentados por el diseñador contengan la información necesaria que permitan una correcta interpretación durante la etapa de construcción, cumpliendo con lo establecido en el Numeral 5.1 de esta norma.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 141 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

- Verificar que, de acuerdo con la información presentada por el diseñador, la experiencia de los profesionales que elaboren los diseños, cumpla con los requerimientos establecidos en la presenta norma.
- Practicar la inspección de los trabajos de diseño con el fin de identificar posibles no conformidades que puedan afectar el alcanzar el objeto del proyecto.
- Ordenar que se rehagan los trabajos de diseño que se detecten defectuosos y realizar la inspección de los mismos.
- Revisar y verificar los informes producidos por los sistemas de Gestión de la Calidad de las empresas diseñadoras, con el objeto de buscar puntos de potencial error en la elaboración de los diseños.
- Si el diseño es producto de una contratación, la Interventoría es responsable de aplicar las sanciones a que hubiere lugar y que estén estipuladas en los pliegos de condiciones y especificaciones de la contratación.

### 9.2.2 Interventoría o revisión de diseños de entes externos

Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. deben revisar los diseños que sean elaborados por solicitud de entidades públicas o privadas, externas a éstas y cuyas obras sean entregadas para la operación y el mantenimiento por parte de Aguas De Barrancabermeja S.A. E.S.P. La revisión de estos proyectos se debe realizar de acuerdo con lo establecido en el capítulo 6 de esta norma, que se refiere a proyectos de vivienda.

### 9.2.3 Verificación de protocolos de pruebas

La Interventoría de Diseño debe verificar que el diseñador entregue el protocolo de pruebas de diseño, el cual debe especificar el tipo de pruebas hidráulicas que se debe hacer al sistema de acueducto antes de que éste entre en operación.

Además, debe verificar que el protocolo de pruebas especifique el tipo de operación hidráulica bajo la cual se deben hacer las pruebas, así como el tipo de mediciones (caudal, presión, calidad de agua, etc.) en puntos específicos del sistema, la frecuencia y el período de toma de datos de campo.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 142 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

### 9.3 INTERVENTORÍA DE CONSTRUCCIÓN

La Interventoría de Construcción debe verificar que los métodos constructivos, la calidad de materiales, el manejo del impacto comunitario, la señalización, la seguridad industrial, los planos “as built”, la bitácora de obra y los protocolos de pruebas de los sistemas de acueducto cumplan con los requisitos establecidos en esta norma y en el manual “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P; la Interventoría debe rechazar las obras deficientes y ordenar su reconstrucción con la aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

#### 9.3.1 Verificación de métodos constructivos y calidad de materiales

La Interventoría de Construcción debe supervisar todas las obras relacionadas con sistemas de acueducto. El interventor debe recibir una notificación por escrito quince (15) días antes del inicio de las obras; para iniciar las obras es necesario firmar el Acta de Iniciación correspondiente. Las visitas que la Interventoría realice a las obras deben quedar registradas por escrito, con las observaciones a que haya lugar. Esta constancia debe ser firmada por el responsable de las obras, o su representante, y por la Interventoría. En ningún caso esta constancia representa un Acta de Recibo.

Con el fin de controlar la calidad de los materiales utilizados en las obras de construcción de sistemas de acueducto, la Interventoría puede ordenar los ensayos de materiales que estime convenientes; el importe de tales ensayos debe ser por cuenta del constructor.

#### 9.3.2 Verificación de planos “as built” y bitácora de obra

La Interventoría de construcción debe verificar que, durante el tiempo de ejecución del proyecto, se vayan elaborando correctamente los planos “as built”, los cuales deben incluir los detalles definitivos de la obra construida, siguiendo los requisitos establecidos en el Numeral 5.1.1 de la presente norma, para la presentación de los planos y las memorias de cálculo de proyectos de sistemas de acueducto.

Cuando se presenten dudas sobre la interpretación de los planos de diseño o cuando éstos no se puedan cumplir por existir algún imprevisto, se debe consultar con la Interventoría; cualquier variación a los diseños debe incluirse en los planos “as built”. Para el recibo definitivo (total o parcial) de las obras es necesario que el

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 143 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

constructor entregue a la Interventoría copia de los planos definitivos de construcción.

### 9.3.3 Verificación de pruebas según protocolo

La Interventoría de construcción debe verificar el cumplimiento del protocolo de pruebas hidráulicas dado por el diseñador. Además, debe verificar el tipo de operación hidráulica bajo la cual se ejecutan las pruebas, el tipo de mediciones, el correcto funcionamiento de los equipos de medición, la frecuencia y la duración de la toma de datos de campo.

Adicionalmente, la Interventoría debe verificar la correcta realización de las pruebas de estanqueidad y ex filtración establecidas en las “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. de todas las obras construidas, debidamente probadas y recibidas a satisfacción, la Interventoría debe elaborar un Acta de Recibo. Se pueden hacer actas parciales siempre que sean tramos completamente terminados, sin puntos ciegos o taponés sin su respectiva descarga, que hayan sido sometidos a las pruebas de chequeo respectivas y cumplan con los protocolos de prueba de esta norma, así como con las “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de Acueducto”.

Terminadas las obras y recibidas a satisfacción por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P, se debe proceder a conectar el sistema a la red principal.

## 9.4 INTERVENTORÍA DE MANTENIMIENTOS ESPECIALES

Durante las actividades de mantenimiento, que incluyan la construcción de algún tipo de obra civil, la Interventoría debe supervisar, controlar y garantizar el correcto cumplimiento de los procedimientos de construcción y mantenimiento, teniendo en cuenta lo establecido en esta norma, en las “Especificaciones Técnicas de Construcción de Redes de acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P

La Interventoría debe verificar que los procedimientos de mantenimiento, los métodos constructivos, la calidad de materiales, el manejo del impacto comunitario, la señalización, la seguridad industrial, los planos “as built”, la bitácora de obra y los protocolos de pruebas, producto de un proyecto de mantenimiento especial de un sistema de acueducto, cumplan con los requisitos establecidos en esta norma y en las “Especificaciones Técnicas de Construcción

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 144 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

de Redes de Acueducto” de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P; la Interventoría debe rechazar las obras deficientes y ordenar su reconstrucción con la aprobación de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

## 10 PROYECTOS DE VIVIENDA

### 10.1 Alcance

A continuación se describen las normas y los parámetros de diseño con los que deben cumplir los particulares o empresas para la expansión, ampliación y optimización de las redes de acueducto.

Los proyectos de redes de acueducto para urbanizaciones públicas y privadas deben cumplir con el Decreto 302 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico y su Decreto Modificatorio 229 de 2000, decreto 3050 del 27 de diciembre de 2013 del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Los diseños deben cumplir con las especificaciones técnicas y las normas de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P., los Aspectos técnicos en redes de distribución del Reglamento Técnico del Sector Agua Potable y Saneamiento Básico, RAS 2000 y a la norma NTC 1500 – código de fontanería.

1. Todas las redes de distribución al interior de las urbanizaciones, deben ser construidas por el urbanizador desde el punto de empalme con la red pública existente de acuerdo con los cálculos de la red de distribución de agua potable hecha por el diseñador.
2. El urbanizador debe empalmar la red de su urbanización con las redes públicas, con el diámetro proyectado y utilizando los empalmes que sean necesarios.
3. En los empalmes de las tuberías de la red pública con las tuberías de los proyectos de urbanizaciones, siempre se debe instalar una válvula.
4. El diseño de la red de distribución para urbanizaciones no podrá contemplar la operación de válvulas que ya estén en servicio.
5. Los edificios con 4 o más pisos de altura deben contar con un sistema interior de bombeo y sus tanques auxiliares, específicamente el tanque de succión.

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 145 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

No se permiten diseños que contemplen bombeos directamente de la red pública de distribución de agua potable.

## 10.2 Certificado de Aprobación de Disponibilidad

Los urbanizadores deben solicitar en Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. el Certificado de Disponibilidad del Servicio de Acueducto, con el cual se especifican los sitios en los cuales se puede hacer el empalme con las redes de acueducto.

Para la obtención de este Certificado deben presentarse los siguientes documentos:

- Plano de la ubicación general del proyecto.
- Cedula o cámara de comercio del solicitante.
- Certificación de la oficina de Planeación Municipal del predio y del uso que se le puede dar.
- Cedula catastral o licencia.

En Anexo se adjunta el formato de la Solicitud de Aprobación de Disponibilidad del Servicio:

## 10.3 Certificado de Aprobación de Diseños

Los siguientes son los requisitos que se deben cumplir para obtener la aprobación de diseños Hidráulicos, ya sea para una nueva urbanización o edificación, o un proyecto de expansión de una red existente.

Para la obtención de este Certificado deben presentarse los siguientes documentos:

- Certificado de Disponibilidad del servicio de Acueducto expedido por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.
- Memorias de cálculo del sistema hidráulico para edificaciones.
- Memorias de cálculo redes de acueducto para urbanizaciones o edificaciones
- Planos del diseño hidráulico y detalles para la revisión.
- Planos adicionales para sello y firma de aprobación.

En Anexo se adjunta el formato de la Solicitud de Aprobación de Diseños Hidráulicos:

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 146 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

## 10.4 Parámetros de Diseño

Para el caso de diseño de redes de distribución de agua potable pertenecientes a urbanizaciones privadas, el diseño debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

1. El diámetro nominal mínimo de las redes de distribución debe ser 75 mm.
2. La velocidad máxima, para las condiciones de Caudal Máximo Horario proyectado al período de diseño del proyecto debe limitarse a las velocidades establecidas en el Numeral 7.1 “Condiciones Generales - Velocidades máximas según material de tuberías”.
3. Las redes de acueducto en las urbanizaciones deben conformar mallas a menos de que exista algún impedimento técnico. En el caso de que existan ramales abiertos, éstos deben finalizar en un hidrante o válvula que permita el lavado periódico de la red de distribución. El diseño debe especificar la frecuencia y la duración de estos lavados y preferiblemente localizará esta estructura cerca de un punto que facilite su drenaje.
4. Las redes de distribución de agua potable deben prolongarse para cubrir completamente el frente del lote de la vivienda o instalación a construir, con el fin de atender futuros abastecimientos, y no ser interrumpidas en el sitio de entrada de la vivienda o instalación.
5. Las redes de distribución de agua potable deben tenderse por el andén o calzadas de la vía, salvo en casos excepcionales. En estos, el diseño debe especificar el tipo de protección de las tuberías y el tipo de señalización y/o servidumbres que crucen por predios privados o zonas verdes.
6. En todos los casos se debe cumplir con lo estipulado en el Numeral 7.4.3 “Distancias mínimas a otras redes de servicios públicos” de esta norma, en cuanto a la separación de las redes de distribución de agua potable con respecto a otras redes de servicios públicos.
7. Los urbanizadores deben ser responsables por la afectación de las redes de servicios que pasen por los lotes del proyecto urbanístico y efectuar las

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 147 de 149
<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1	
	Vigente a partir de: 14-01-2015	

reubicaciones en caso de que exista una aprobación previa por parte de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

8. Para las edificaciones de 4 o más pisos de altura, los diseños deben contemplar el dimensionamiento de la acometida y del medidor. Teniendo en cuenta que el bombeo está asociado al diseño de la acometida y del medidor, Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P. debe exigir al urbanizador que el dimensionamiento del tanque aguas arriba de la succión de las bombas de la edificación se calcule para atender como mínimo 12 horas de consumo de cada unidad de vivienda. El diseño del tanque y los tiempos de llenado deben estar relacionados con el diseño del medidor y el diámetro de la acometida domiciliaria.
9. El diseño debe considerar acometidas y medidores independientes en los proyectos que tengan dotación contra incendios o hidrantes privados. En este caso se debe seguir todo lo establecido en el Decreto 302 de 2000 del Ministerio de Desarrollo Económico y su Decreto Modificatorio 229 de 2002.

### 10.5 Edificios

Los edificios de cuatro (4) o más pisos de altura deben contar con su propio sistema hidroneumático o de bombeo interno de agua para producir las presiones suficientes que permitan llevar el agua hasta el piso más alto. No es permitido instalar bombes directos desde la red pública, por tal motivo todos los edificios deben tener un tanque de succión.

En todas las instalaciones de equipos hidroneumáticos y demás redes internas se debe cumplir con la Norma NTC 1500, Código Colombiano de Fontanería. Todos los edificios deben tener un tanque de reserva de agua.

### 10.6 Protocolo de Pruebas

El diseñador de la red de distribución de agua potable para urbanizaciones privadas, debe especificar un protocolo de pruebas que permita establecer que el comportamiento hidráulico de la red esté de acuerdo con lo establecido en el diseño. Para esto, el plano de diseño debe incluir el número de puntos y localización donde se deben hacer medidas de presión, caudal y calidad de agua en la red de distribución, así como debe especificar el tipo de aparatos de medición, su precisión, y su rango de medida. Adicionalmente, el diseño debe

 <p>AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. NIT. 900.045.408-1</p>	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 148 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
		Vigente a partir de: 14-01-2015

especificar la duración de las mediciones, la frecuencia de las mediciones y las condiciones hidráulicas para las cuales se deben tomar las medidas.

En todos los casos, para comprobar el estado de funcionamiento hidráulico de la red a través del protocolo de pruebas, el diseñador debe hacer uso del programa de cálculo de redes de distribución de agua potable que sea aprobado por Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

## 11 ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA

### 11.1 Aspectos Generales

Las estaciones de monitoreo son utilizadas para el control y vigilancia de la calidad del agua para el consumo humano, y verificar que cumpla con los valores admisibles. Este control es realizado en conjunto por personal de la Secretaría de Salud de Santander y del Laboratorio de Control de calidad de Aguas de Barrancabermeja S.A. E.S.P.

Las estaciones de monitoreo deberán cumplir con todo lo estipulado en la Resolución 0811 de 2008 acordado por los Ministerios de la Protección Social y de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. En esta resolución se establecen la localización, el número mínimo de puntos de muestreo, la identificación de los puntos de muestreo, construcción de los puntos de muestreo, y al acta de la toma de muestra.

	<b>SISTEMA INTEGRADO DE GESTION</b>	Código: GAC-MN-004
		Página: 149 de 149
	<b>NORMAS DE DISEÑO PARA SISTEMAS DE ACUEDUCTO DE AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.</b>	Versión: 1
Vigente a partir de: 14-01-2015		



## ANEXOS