

**NORMA TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS
RESIDUALES Y LLUVIAS**

NDC-PM-RA-017

TUBERIA PARA ALCANTARILLADO



Código	NDC-PM-RA-017
Estado	VIGENTE
Versión	1.0 – 17/01/11
Fuente	GUENA – EMCALI EICE ESP- DISEÑO – CONSTRUCCIÓN
Tipo de Documento	NORMA TÉCNICA DE INSUMOS, MATERIALES Y PRODUCTOS
Tema	RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES Y LLUVIAS
Comité	TÉCNICO DE APROBACIÓN DE ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO

Título	TUBERIA PARA ALCANTARILLADO
---------------	------------------------------------

ÍNDICE

	Pág.
1.0 PROLOGO	5
2.0 OBJETO	6
3.0 ALCANCE	6
4.0 DEFINICIONES	6
4.1 DIÁMETRO REAL	6
4.2 TUBERÍA DE PERFIL ABIERTO	6
4.3 TUBERÍA DE PERFIL CERRADO	6
4.4 TUBERÍA DE POLIESTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO	6
4.5 TUBERÍA DOBLE PARED PARA ALCANTARILLADO	6
4.6 TUBERÍA REVESTIDA	6
5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS	7
6.0 REQUISITOS	11
6.1 REQUISITOS GENERALES	11
6.2 REQUISITOS PARA LAS TUBERÍAS	11
6.2.1 Tubería de Hormigón Simple (sin Refuerzo)	11
6.2.1.1 Accesorios	14
6.2.1.1.1 Requisitos generales	14
6.2.1.1.2 Derivaciones	14
6.2.1.2 Requisitos Físicos	14
6.2.1.2.1 Muestra de ensayo	14
6.2.1.2.2 Número y tipo requeridos de las muestras de ensayo	14
6.2.1.2.3 Requisitos de resistencia al aplastamiento debido a cargas externas	14
6.2.1.2.4 Requisitos de absorción	15
6.2.1.2.5 Requisitos relacionados con la permeabilidad	15
6.2.1.2.6 Requisitos relacionados con el ensayo de presión hidrostático	15
6.2.1.2.7 Reensayo	15
6.2.1.3 Dimensiones y variaciones permitidas	16
6.2.1.3.1 Tamaños y dimensiones	16
6.2.1.3.2 Variaciones permitidas en las dimensiones	16
6.2.1.3.2.1 Diámetro Interno	16
6.2.1.3.2.2 Espesor de pared	16
6.2.1.3.2.3 Longitud	16
6.2.1.3.2.4 Longitud de dos extremos opuestos	16
6.2.1.3.2.5 Rectitud	16
6.2.2 Tubería de Hormigón Reforzado	16

6.2.3 Tubería de Hormigón Reforzado Revestida con Lámina de Polietileno	18
6.2.4 Tubería de PVC Aligerada	18
6.2.6 Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (GRP)	20
6.2.7 Tubería de Gres	20
6.3 MUESTREO Y MÉTODO DE PRUEBA	21
6.3.1 Tubería de Hormigón Simple (sin refuerzo)	21
6.3.2 Tubería de Hormigón Reforzado	21
6.3.3 Tubería de Hormigón Reforzado revestida en lámina de polietileno	22
6.3.4 Tubería de PVC	22
6.3.5 Tubería de Poliester Reforzado con fibra de vidrio (GRP)	23
6.3.6 Tubería de polietileno de alta densidad	23
6.3.7 Tubería de gres	24
6.4 EMPAQUE Y ROTULADO	24
6.4.1 Empaque	24
6.4.2 Rotulado	24
7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1.0 PROLOGO

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

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

2.0 OBJETO

Esta norma fija los requisitos que identifican las características de materiales y tipos de tubería de alcantarillado a utilizar en las obras contratadas o realizadas por EMCALI EICE ESP.

3.0 ALCANCE

Esta norma aplica para definir las tuberías que se aceptan y los requisitos que éstas deben cumplir, cuando son utilizadas para la construcción, rehabilitación, reparación y/o mantenimiento en redes de alcantarillado pluvial, sanitario o combinado, colectores, redes secundarias, y acometidas domiciliarias construidas por o para EMCALI EICE ESP, para la conducción de aguas residuales o pluviales.

4.0 DEFINICIONES

Para efectos de la presente norma, además de las definiciones aquí incluidas, aplican las definiciones indicadas en las normas de diseño y construcción de los sistemas de alcantarillado.

4.1 DIÁMETRO REAL

Diámetro interno mínimo de una tubería, determinado con elementos apropiados.

4.2 TUBERÍA DE PERFIL ABIERTO

Tubo constituido por una superficie interna lisa, formada helicoidalmente o en espiral y una pared externa perfilada, conformado con o sin refuerzo metálico.

4.3 TUBERÍA DE PERFIL CERRADO

Tubo constituido por una superficie interna lisa, ensamblado circunferencialmente o en espiral, con proyecciones o costillas que están unidas mediante una pared externa esencialmente lisa.

4.4 TUBERÍA DE POLIÉSTER REFORZADA CON FIBRA DE VIDRIO

Las materias primas de la tubería son la resina de poliéster, la fibra de vidrio y la arena. Deben tener uniones ajustadas y eficientes, diseñadas para eliminar infiltraciones y exfiltraciones mediante el uso de empaques elastoméricos.

4.5 TUBERÍA DOBLE PARED PARA ALCANTARILLADO

Tubería de drenaje de PEAD (Polietileno de alta densidad) o PVC Rígido (Policloruro de vinilo) con una configuración exterior que garantice mayor resistencia estructural y una pared interior lisa que permita tener la máxima capacidad hidráulica, con la unión interior campana integral – espigo que brinde sello hermético.

4.6 TUBERÍA REVESTIDA

Tubo de concreto revestido con láminas de polietileno de alta densidad en su interior.

5.0 REFERENCIAS NORMATIVAS

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

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS

- Standard Specification for Corrugated Polyethylene Pipe, 300- to 1500-mm (12- to 60-in.) Diameter. Estados Unidos: AASHTO (AASHTO M294).

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS.

- Standard practice for determining dimensions of "fiberglass" (glass-fiber-reinforced thermosetting resin) pipe and fittings. Philadelphia: ASTM (ASTM D3567).
- Standard Practice for Infiltration and Exfiltration Acceptance Testing of Installed Precast Concrete Pipe Sewer Lines. Philadelphia: ASTM (ASTM C969-02).
- Standard practice for underground installation of thermoplastic pipe for sewers and other Gravity-Flow Applications. Philadelphia: ASTM (ASTM D2321).
- Standard specification for blended Hydraulic Cements. Philadelphia: ASTM (ASTM C595/C595M).
- Standard specification for chemical admixtures for Concrete. Philadelphia: ASTM (ASTM C494).
- Standard specification for 2 to 60 inch [50 to 1500 mm] Annular Corrugated Profile Wall Polyethylene (PE) Pipe and Fittings for Land Drainage Applications. Philadelphia: ASTM (ASTM F2648/2648M).
- Standard specification for 12 to 60 in. [300 to 1500 mm] Annular Corrugated Profile-Wall Polyethylene (PE) Pipe and Fittings for Gravity-Flow Storm Sewer and Subsurface Drainage Applications. Philadelphia: ASTM (ASTM F2306/F2306M).
- Standard specification for elastomeric Seals (Gaskets) for Joining Plastic Pipe. Philadelphia: ASTM (ASTM F477).
- Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Sewer Pipe. Philadelphia: ASTM (ASTM D3262).
- Standard specification for poly (vinyl chloride) (PVC) closed profile gravity pipe and fittings based on controlled inside diameter. Philadelphia: ASTM (ASTM F1803).
- Standard specification for Reinforced Concrete Culvert, Storm Drain, and Sewer Pipe. Philadelphia: ASTM (ASTM C76).
- Standard test method for adequacy of fusion of extruded poly (vinyl chloride) (PVC) pipe and molded fittings by acetone immersion. Philadelphia: ASTM (ASTM D2152).
- Standard test method for chemical resistance of "fiberglass" (glass-fiber-reinforced thermosetting-resin) pipe in a deflected condition. Philadelphia: ASTM (ASTM D3681).
- Standard specification for compression joints for Vitrified Clay Pipe and Fittings. Philadelphia: ASTM (ASTM C425).
- Standard test method for compressive properties of rigid plastics. Philadelphia: ASTM (ASTM D695).

- Standard test method for compressive strength of cylindrical concrete specimens. Philadelphia: ASTM (ASTM C39/C39M).
- Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading. Philadelphia: ASTM (ASTM D2412).
- Standard test method for determination of the impact resistance of thermoplastics pipe and fitting by means of a tup (Falling weight). Philadelphia: ASTM (ASTM D2444).
- Standard test method for determining dimensions of thermoplastic pipe and fittings. Philadelphia: ASTM (ASTM D2122).
- Standard test method for melt flow rates of thermoplastics by extrusión plastometer. Philadelphia: ASTM (ASTM D1238).
- Standard test methods for rubber Deterioration-Cracking in an Ozone Controlled Environment. Philadelphia: ASTM (ASTM D1149-07).
- Standard test method for tensile properties of plastics. Philadelphia: ASTM (ASTM D638).
- Standard test methods for vitrified clay pipe. Philadelphia: ASTM (ASTM C301-04).

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION.

- Fiberglass pipe design. Denver: AWWA (AWWA M45).

DEUTSCHES INSTITUT FUR NORMUNG.

- Centrifugally cast and filled polyester resin glass fibre reinforced (UP-GF) pipes and fittings for buried drains and sewers; dimensions and technical delivery conditions. Berlín: DIN (DIN 19565-1).

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO (Actual Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial)

- Resolución 1096 de 2000: Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Bogotá: MinDesarrollo, 2000 (RAS-2000) versión vigente y sus posteriores actualizaciones.

MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL

- Resolución 1166 de 2006 Por el cual se expide el Reglamento Técnico que señala los requisitos técnicos que deben cumplir los tubos de acueducto, alcantarillado, los de uso sanitario y los de aguas lluvias y accesorios que adquieran las personas prestadoras de los servicios de acueducto y alcantarillado.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN.

- Alambre de acero al carbono grafilado para refuerzo de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 1907).
- Barras de acero al carbono, lisas y corrugadas, para refuerzo de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 248).
- Barras y rollos lisos y corrugados de acero al carbono. Bogotá: ICONTEC (NTC 161).

- Concretos. Aditivos químicos para concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 1299).
- Concretos. Agregados para mortero de inyección utilizado en mampostería -grout para mampostería. Bogotá: ICONTEC (NTC 4020).
- Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de cilindros normales de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 673).
- Concretos. Especificaciones de los agregados para concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 174).
- Concretos. agua para la elaboración de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 3459).
- Definiciones estándar de términos relacionados con tubería de concreto y productos afines. Bogotá: ICONTEC (NTC 3653).
- Determinación de las características de carga exterior de tubos plásticos por medio de placas paralelas. Bogotá: ICONTEC (NTC 3254).
- Ensayos de infiltración y exfiltración de tuberías de concreto instaladas para alcantarillado. Bogotá: ICONTEC (NTC 4885).
- Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones físicas y mecánicas. Bogotá: ICONTEC (NTC 121).
- Ingeniería civil y arquitectura. Cemento Portland. Especificaciones Químicas. Bogotá: ICONTEC (NTC 321).
- Ingeniería civil y arquitectura. Cenizas volantes y puzolanas naturales, calcinadas o crudas, utilizadas como aditivos minerales en el concreto de cemento portland. Bogotá: ICONTEC (NTC 3493).
- Ingeniería civil y arquitectura. Juntas de compresión para tubos y accesorios de gres. Bogotá: ICONTEC (NTC 3526).
- Ingeniería civil y arquitectura. Juntas flexibles para la unión de tubos circulares de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 1328).
- Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayo para tubos de gres. Bogotá: ICONTEC (NTC 3796).
- Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado. Bogotá: ICONTEC (NTC 401).
- Ingeniería civil y arquitectura. Tubos y accesorios de gres para alcantarillado y perforados para drenaje. Resistencia normal. Bogotá: ICONTEC (NTC 4089).
- Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre corrugado, para refuerzo de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 2310).
- Mallas electrosoldadas de acero, fabricadas con alambre liso, para refuerzo de concreto. Bogotá: ICONTEC (NTC 1925).
- Método de ensayo para determinar las propiedades de tensión en plásticos. Bogotá: ICONTEC (NTC 595).

- Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos. Bogotá: ICONTEC (NTC 3676).
- Plásticos. Especificaciones para juntas de tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) usando sellos elastoméricos. Bogotá: ICONTEC (NTC 3877).
- Plásticos. Laminados de plástico termoestables reforzados (PTR) moldeados por contacto para equipos resistentes a la corrosión. Bogotá: ICONTEC (NTC 2888).
- Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado. Bogotá: ICONTEC (NTC 3870).
- Plásticos. Tubos y accesorios de pared estructural para sistema de drenaje subterráneo y alcantarillado. Especificaciones para PVC rígido. Bogotá: ICONTEC (NTC 3722-1).
- Plásticos. Tubos y accesorios de pared estructural para sistema de drenaje subterráneo y alcantarillado. Método de ensayo. Bogotá: ICONTEC (NTC 3721).
- Plásticos. Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) rígido para alcantarillado (Tubos tipo PSM, tubos de diámetros grandes y accesorios). Bogotá: ICONTEC (NTC 1748).
- Practica normalizada para la instalación subterránea de tubos termoplásticos de alcantarillado y otras aplicaciones de flujo por gravedad. Bogotá: ICONTEC (NTC 2795).
- Propiedades del caucho. Efecto de los líquidos. Método de ensayo. Bogotá: ICONTEC (NTC 812).
- Sellos elastoméricos (empaques) para unión de tubos plásticos. Bogotá: ICONTEC (NTC 2536).
- Tubos de concreto para presión, tipo cilindro de acero con refuerzo de varilla. Bogotá: ICONTEC (NTC 747).
- Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado. Bogotá: ICONTEC (NTC 1022).
- Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) de perfil abierto con o sin refuerzo. Para uso en alcantarillado. Bogotá: ICONTEC (NTC 4764).
- Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) fabricados con perfil cerrado para uso en alcantarillado, controlados por el diámetro interior. Bogotá: ICONTEC (NTC 5070).

EMPRESAS MUNICIPALES DE CALI – EMCALI EICE ESP.

- Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere EMCALI EICE ESP (NPL-SE-NT-003).
- Tuberías para acueducto. EMCALI EICE ESP (NDC-PM-DA-046).

6.0 REQUISITOS

6.1 REQUISITOS GENERALES

Los establecidos para las diferentes clases de tuberías en redes de alcantarillado y sus respectivas características, que se presentan en esta Norma.

Según el material y diámetros, las tuberías actualmente aceptadas se clasifican en los siguientes grupos:

- Tubería de hormigón simple (sin refuerzo) HS, diámetros entre 150 mm (6 Pulg) y 1000 mm (1.00 m)
- Tubería de hormigón reforzado HR, diámetros entre 600 mm (24 Pulg) y 2750 mm (2.75 m)
- Tubería de hormigón reforzado revestida con lámina de polietileno HRR, diámetros entre 600 mm (24 Pulg) y 2750 mm (2.75 m)
- Tubería de PVC, internamente lisa y externamente corrugada, diámetros entre 160 mm (6 Pulg) y 747 mm (30 Pulg)
- Tubería de PVC de perfil cerrado, diámetros entre 450 mm (18 Pulg) y 1500 mm (60 Pulg)
- Tubería de PVC de perfil abierto con o sin refuerzo, diámetros entre 160 mm (6 Pulg) y 3600 mm (3.6 m)
- Tubería de poliéster reforzado con fibra de vidrio (GRP), diámetros entre 300 mm (12 Pulg) y 3700 mm (3.70 m).
- Tubería de Polietileno De Alta Densidad (PEAD), diámetros entre 150 mm (6 Pulg) y 1500 mm (60 Pulg).
- Tubería de Gres, diámetros entre 6 Pulg. y 36 Pulg.

Cuando EMCALI EICE ESP requiera tuberías de alcantarillado que trabajen a presión, sifones invertidos, estas tuberías deben cumplir con lo establecido en la norma de EMCALI EICE ESP "NDC-PM-DA-046 Tuberías para acueducto" y de acuerdo con las recomendaciones particulares del diseñador.

6.2 REQUISITOS PARA LAS TUBERÍAS

En todos los casos y para todos los tipos de materiales, las tuberías que se aceptan para la instalación en las redes de alcantarillado, deben cumplir con las pruebas Hidrostáticas y de Permeabilidad, además de los requisitos propios de cada tubería en particular.

6.2.1 Tubería de Hormigón Simple (sin Refuerzo)

Son aquellas tuberías y accesorios de hormigón sin refuerzo para diámetros reales entre 150 mm (6 Pulg) y 1000 mm (1.00 m) que deben cumplir con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 1022 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado". Los tubos y accesorios de hormigón simple se clasifican: de diámetro nominal desde 150 mm hasta 600 mm, se clasifican de acuerdo con su resistencia a la rotura en tres (3) clases: Clase 1, resistencia normal; Clase 2, resistencia intermedia y Clase 3, resistencia extra. De diámetro nominal desde 700 mm hasta 1000 mm se clasifican en una sola clase.

Los tubos de concreto sin refuerzo deben cumplir con los requisitos físicos y dimensionales establecidos en la Tabla 1 de la norma ICONTEC "NTC 1022 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado" en cuanto a espesores mínimos de pared y resistencia mínima por el Método de los tres apoyos.

Tabla 1. Requisitos físicos y dimensionales de los tubos de concreto sin refuerzo

Diámetro nominal interno, mm	Clase 1		Clase 2		Clase 3	
	Espesor mínimo de pared, mm	Resistencia mínima, KN/m. Método de los tres apoyos	Espesor mínimo de pared, mm	Resistencia mínima, KN/m. Método de los tres apoyos	Espesor mínimo de pared, mm	Resistencia mínima, KN/m. Método de los tres apoyos
150	16	22,0	19	29,0	22	35,0
200	19	22,0	22	29,0	29	35,0
250	22	23,5	25	29,0	32	35,0
300	25	26,5	35	33,0	44	38,0
350	30	28,0	39	36,0	47	41,0
400	34	30,0	44	40,0	50	44,0
450	38	32,0	50	44,0	57	48,0
500	42	33,0	55	47,0	65	53,5
600	54	38,0	72	52,5	85	64,0
700	80	41,0	-	-	-	-
750	88	44,0	-	-	-	-
800	91	46,0	-	-	-	-
900	100	48,0	-	-	-	-
1000	90	49,0	-	-	-	-

Tabla 2. Tolerancia sobre diámetro interior de tubería

1		2	3	4
Diámetro Nominal Dn (mm)		Diámetro interior real Dr (mm)		Tolerancia sobre diámetro interior real (mm)
		Desde	Hasta	
pg	mm			
6"	150	150	155	±3
8"	200	200	205	±3
10"	250	250	255	±3
12"	300	300	305	±4
14"	350	350	360	±4
15"	375	375	385	±5
16"	400	400	410	±5
18"	450	450	460	±5
20"	500	500	510	±6
21"	525	525	535	±6
24"	600	600	610	±6
28	700	700	700	±6
32	800	800	800	±7
36	900	900	900	±7
40	1000	1000	1000	±8

Las juntas flexibles impermeables (hechas con empaques de caucho únicamente) para uniones de tubería de concreto deben cumplir los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 1328 Ingeniería civil y arquitectura. Juntas flexibles para la unión de tubos circulares de concreto". Las propiedades físicas de los empaques se deben determinar de acuerdo con los siguientes ensayos:

- Resistencia a la tensión y elongación, según la NTC 444
- Dureza, de acuerdo con la NTC 467
- Ensayo de deformación por compresión, según la NTC 724

- Envejecimiento acelerado, de acuerdo con la NTC 447
- Ensayo de absorción de agua, según lo dispuesto en NTC 812.
- Resistencia al ozono, se determina con la ASTM D1149-07.

Para esta tubería todos los ensayos deben realizarse de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma ICONTEC “NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozos de inspección prefabricados en concretos”.

6.2.1.1 Accesorios

6.2.1.1.1 Requisitos generales

Las formas especiales o accesorios, tales como yes, tes, codos y adaptadores que se vayan a emplear en los tubos de concreto y que deban tener conformidad con esta norma, deben satisfacer los requisitos correspondientes a los tubos de concreto de clase y diámetro interno correspondientes. Las juntas deben ser compatibles con aquellas empleadas en la unión de los tubos de concreto.

6.2.1.1.2 Derivaciones

Todas las derivaciones hacia domiciliarias deben hacerse con yes.

Las derivaciones a las yes y a las tes, deben estar acopladas en forma apropiada a la pared del tubo de tal manera que el flujo no se vea restringido ni que haya interferencia alguna con las características del flujo dentro de los tubos.

6.2.1.2 Requisitos Físicos

6.2.1.2.1 Muestra de ensayo

El Proveedor debe suministrar el número de tubos establecido para la realización de los ensayos y el Contratista y/o Urbanizador debe seleccionarlos al azar. Los tubos que constituyen la muestra, deben ser tubos que no serían rechazados por motivos diferentes a los considerados en esta norma. La selección debe llevarse a cabo en el sitio o sitios determinados por el Contratista y/o Urbanizador al elaborar la compra. En primer lugar, los tubos que se someten a ensayo deben encontrarse libres de toda humedad visible, se deben medir e inspeccionar las características dimensionales, y registrar en forma apropiada los resultados de estas observaciones.

6.2.1.2.2 Número y tipo requeridos de las muestras de ensayo

Para los ensayos de aplastamiento y de absorción, el Proveedor debe suministrar, un 0.5% del número de tubos de cada tamaño que hayan sido incluidos en la compra. El mismo criterio rige para el ensayo de presión hidrostática y un 2% para el ensayo de permeabilidad. En ninguno de los casos anteriores, el número de tubos por cada referencia debe ser inferior a dos.

6.2.1.2.3 Requisitos de resistencia al aplastamiento debido a cargas externas

La resistencia al aplastamiento de los tubos de concreto sin refuerzo debe satisfacer los requisitos establecidos en la Tabla 1. Los resultados de cada uno de los ensayos realizados para cada tamaño de tubo y por cada envío y planta de fabricación deben registrarse en forma separada. El ensayo de resistencia al aplastamiento debe aplicarse a no menos del 75% de los tubos recibidos para

propósitos de ensayo. Todos los ensayos deben realizarse de acuerdo con el método establecido en la NTC 3676. Los tubos serán aceptados siempre y cuando los sometidos a ensayo satisfagan los requisitos establecidos. Si cualquiera de los tubos sometidos a ensayo, según lo establecido en el numeral 6.2.1.2.2, deja de satisfacer las exigencias sobre resistencia, se permitirá al Proveedor ensayar dos tubos por cada uno de los que no hayan pasado el ensayo; en estas condiciones, los tubos solo se deben aceptar cuando todos estos tubos adicionales presenten condiciones satisfactorias con respecto a los requisitos sobre resistencia.

6.2.1.2.4 Requisitos de absorción

Cuando así lo exija el Contratista y/o Urbanizador, se debe llevar a cabo un ensayo de absorción bien sea por el Método A o por el Método B de acuerdo con los criterios establecidos en la NTC 3676 para el ensayo de absorción en ebullición. La absorción no debe exceder el valor de 9% según el Método A, o de 8.5% según el Método B. Cada uno de los resultados de los diferentes ensayos realizados en cada tamaño de tubo y en cada lote de fabricación debe tabularse en forma individual. Todos los ensayos deben realizarse de acuerdo con los criterios de la NTC 3676. El número de los especímenes destinados al ensayo de absorción debe ser igual al número de los tubos destinados al ensayo de resistencia al aplastamiento. Estos especímenes deben obtenerse a partir de los tubos que resulten aceptables en el ensayo de resistencia y han de estar marcados con el número o la identificación del conjunto de tubos de donde se tomaron. Cada uno de los especímenes correspondientes al Método A debe tener un área comprendida entre 77 cm² y 129 cm², medida en una de las superficies del tubo, y un espesor igual al de la pared del tubo, además debe estar libre de grietas visibles. Los tubos solo deben ser aceptados cuando todos aquellos sometidos al ensayo satisfagan los requisitos establecidos para la absorción.

6.2.1.2.5 Requisitos relacionados con la permeabilidad

Todo Proveedor dispuesto a entregar tubos de acuerdo con los requisitos de esta norma, debe suministrar los equipos, instalaciones y personal necesario para la realización de los ensayos descritos en los métodos de la NTC 3676.

6.2.1.2.6 Requisitos relacionados con el ensayo de presión hidrostático

Los tubos sometidos al ensayo de presión hidrostático se deben llenar con agua y mantener a una presión de 70 kPa durante 24 horas antes de la realización del ensayo, a menos que, tanto el tiempo como la presión de remojo, se reduzcan a elección del Proveedor.

Se puede considerar que el tubo pasa el ensayo de presión hidrostática cuando:

- No se observen fugas de agua concluido un periodo de 10 min, tal como está definido en la NTC 3676;
- O no se observa ninguna fuga durante un periodo de 10 min posteriores al remojo y dentro de las 24 horas siguientes y a una presión de 70 kPa.

Cuando se emplea el criterio de la presión hidrostática para la aceptación de las juntas de los tubos, tal como se establece en el numeral 10 de la NTC 1328, las mismas secuencias de ensayo pueden emplearse como criterio de aceptación con relación a los requisitos hidrostáticos de los tubos, de acuerdo con los numerales 5.5 y 10.6 de la NTC 1022.

6.2.1.2.7 Reensayo

En caso de que más de un 20% de la muestra falle en el ensayo de permeabilidad, o un porcentaje igual o menor al 20% de los especímenes falle en el ensayo de presión hidrostática y absorción, el

Proveedor podrá seleccionar entre sus existencias y eliminar cualquier cantidad de tubos que considere necesario, marcándolos para que no sean remitidos en el embarque. Los ensayos requeridos deben realizarse sobre el resto de los tubos correspondientes a la orden y deberán ser aceptados si satisfacen los requisitos preestablecidos. Si la segunda muestra no cumple los requisitos, todo el lote debe rechazarse.

6.2.1.3 Dimensiones y variaciones permitidas

6.2.1.3.1 Tamaños y dimensiones

Los tubos deben tener los diámetros internos y espesores de pared indicados en la Tabla 1.

6.2.1.3.2 Variaciones permitidas en las dimensiones

Las variaciones permitidas en las dimensiones deben estar limitadas a las siguientes:

6.2.1.3.2.1 Diámetro Interno

El diámetro interno de los tubos y/o accesorios deben ser los establecidos en la Tabla 2.

6.2.1.3.2.2 Espesor de pared

El espesor de pared no debe ser menor que el valor presentado en la Tabla 1, o que el espesor establecido por el Proveedor en caso de que sea mayor que el mostrado en la Tabla 1, en más de 2 mm para tubos de hasta 250 mm de diámetro; en más de 3 mm para tubos entre 300 mm y 600 mm de diámetro y en más de 5 mm para tubos con diámetros superiores a los 600 mm de diámetro; o en más de 5% de los espesores de pared tabulados o establecidos, escogiéndose el mayor de los dos valores correspondientes a los dos criterios. Las variaciones localizadas de espesor de pared que excedan las establecidas anteriormente deben aceptarse siempre y cuando se satisfagan los requisitos de los ensayos físicos establecidos en la NTC 1022.

6.2.1.3.2.3 Longitud

La longitud de cualquier tramo de tubo no puede ser inferior en más de 13 mm de la longitud de diseño especificada o determinada.

6.2.1.3.2.4 Longitud de dos extremos opuestos

La longitud de dos extremos opuestos de un determinado tramo de tubo no debe variar en más de 6 mm o 2% con relación al diámetro nominal, cualquiera que sea mayor.

6.2.1.3.2.5 Rectitud

Un tubo recto no debe encontrarse desalineado en más de 10 mm por metro de longitud.

6.2.2 Tubería de Hormigón Reforzado

Son aquellas tuberías y accesorios de hormigón reforzado para diámetros reales entre 600 mm (24 Pulg) y 2750 mm (2.75 m) que cumplen con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado".

Los tubos fabricados de acuerdo con los criterios de la norma de ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado" serán de cinco clases identificadas como

Clase I, Clase II, Clase III, Clase IV y Clase V. En las Tablas 1 a 5 de dicha norma se presentan los requisitos relativos a su resistencia.

Se admiten dos (2) criterios de aceptación diferentes y alternativos:

- Aceptación con base en los ensayos de carga, ensayo de materiales e inspección de los tubos.
- Aceptación con base en los ensayos de materiales e inspección de los tubos. Para los ensayos de materiales:
 - El concreto reforzado debe cumplir con la resistencia a la compresión especificada en las tablas 1 a 5 de la norma ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado".
 - El cemento debe cumplir con los requisitos para cemento portland exigidos en la NTC 121 y NTC 321 y con los requisitos de la norma ASTM C595/C595M para cementos adicionados.
 - La ceniza volante o puzolana debe cumplir los requisitos de la NTC 3493.
 - Los agregados deben cumplir con los requisitos establecidos en la NTC 174 con excepción de los relacionados con la gradación.
 - Pueden emplearse aditivos químicos los cuales deben cumplir con los requisitos de la NTC 1299.
 - El acero de refuerzo debe ser de alambre que cumpla con las especificaciones de la NTC 4020, NTC 1907, NTC 161 de barras lisas o de malla, de alambre que cumpla con la NTC 1925 o NTC 2310 ó barras de acero grado 300, que cumplan con la NTC 248.

El acero de refuerzo se traslapará por lo menos en una longitud equivalente a 30 diámetros de las barras o en caso de ir soldado, se especifica que las uniones con soldadura deben desarrollar una resistencia equivalente al de las barras. El espaciamiento entre espiras no debe ser mayor de 15 cm, ni tan cercano que haga difícil o imposible el paso del agregado grueso. En ningún caso la cuantía de refuerzo que depende del espesor del tubo y de la resistencia del hormigón especificado, será menor que lo establecido en la norma ASTM C76 para la clase de tubería de que se trate.

- El agua debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTC 3459

El diámetro, el espesor de pared, la resistencia a compresión del concreto y el área del refuerzo perimétrico deben ser los establecidos en las Tablas 1 a 5 de la norma ICONTEC NTC 401 para las Clases I a V, con excepción de los diseños especiales o modificados, los que difieren a los presentados en dichas tablas o los elaborados para diámetros o cargas diferentes a los indicados en estas o para los diámetros que no presenten área de refuerzo en las mismas. La descripción de los diseños especiales o modificados deben incluir: el espesor de pared, la resistencia del concreto, así como el área, el tipo, la colocación, el número de capas y la resistencia del acero de refuerzo.

Todo proveedor dispuesto a entregar tubos de acuerdo con los requisitos de esta norma, debe suministrar los equipos, instalaciones y personal necesario para la realización de los ensayos descritos en los métodos de la NTC 3676.

Las juntas para uniones de tubería de concreto deben cumplir los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 1328 Ingeniería civil y arquitectura. Juntas flexibles para la unión de tubos circulares de concreto".

6.2.3 Tubería de Hormigón Reforzado Revestida con Lámina de Polietileno

Son aquellas tuberías de hormigón reforzado para diámetros nominales entre 600 mm (24 Pulg) y 2750 mm (2.75 m), revestidas con láminas de polietileno de alta densidad de espesor igual o mayor a 1.5 mm, en donde una de las caras de la lámina este conformada con nervaduras en forma de T, espaciadas aproximadamente cada 65 mm las cuales permitirán anclaje con la superficie del concreto. Esta tubería debe cumplir con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado".

Las tuberías de hormigón reforzado revestido con lámina de polietileno se instalan de la misma forma que las tuberías de hormigón reforzado convencionales, estas no deben presentar aberturas u orificios en el cuerpo de la tubería para izado del tubo, por el contrario deben tener ganchos de izaje de tal manera que se garantice la continuidad de la lámina de polietileno y que esta no se rompa, en la instalación también se debe tener en cuenta que al empatar la tubería se deben unir los extremos de la lámina de polietileno que sobresalen de los tubos.

Los extremos de la lámina de polietileno para tuberías de diámetros nominales de 1000 mm (1.0 m) a 2000 mm (2.0 m) deben tener un ancho sobresaliente del tubo de 0.10 m y para tuberías de diámetro nominal de 2000 mm (2.0 m) a 2750 mm (2.75 m) debe tener un sobre ancho de 0.15 m. La unión de los extremos salientes de la lámina de polietileno se realiza de manera manual utilizando para este procedimiento una pistola de aire caliente.

Las tuberías de hormigón reforzado revestidas con lámina de polietileno deben cumplir los requisitos del Ensayo de Abrasión de la norma "DIN 19565-1 Centrifugally cast and filled polyester resin glass fibre reinforced (UP-GF) pipes and fittings for buried drains and sewers; dimensions and technical delivery conditions".

Las juntas para uniones de tubería de concreto deben cumplir los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 1328 Ingeniería civil y arquitectura. Juntas flexibles para la unión de tubos circulares de concreto".

Las láminas de polietileno deben cumplir como mínimo con las siguientes especificaciones:

Tabla 3. Especificaciones de las láminas de polietileno

PROPIEDAD	ESPECIFICACIÓN	NORMA
Densidad Especifica	0.945	ASTM D1238
Resistencia a la Tensión (Limite Básico)	10.5 N/m ²	ASTM D638
Resistencia a la Tensión (Rotura)	20 N/m ²	ASTM D638
Elongación máxima	600 %	ASTM D638
Resistencia al punzonamiento	140 N/m ²	ASTM D638

6.2.4 Tubería de PVC Aligerada

• Tubería de PVC Rígido (Doble Pared)

Son aquellas tuberías de PVC de pared estructural, fabricada en un proceso de doble extrusión, pared interior lisa y exterior corrugada con un sistema de unión mecánico en diámetros reales de 160 mm (6 Pulg) a 747 mm (30 Pulg) que cumplen con los requisitos de la norma NTC 1748 fabricados bajo las normas ICONTEC "NTC 3722-1 Plásticos. Tubos y accesorios de pared estructural para sistema de drenaje subterráneo y alcantarillado. Especificaciones para PVC rígido" y "NTC 3721 Tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Métodos de ensayo".

EMCALI EICE ESP acepta rigidez de tubería mínima de PS 57 psi medidas según la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading" o su equivalente NTC 3254; EMCALI EICE ESP puede exigir rigideces mayores, de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

Los tubos y accesorios elaborados con base en la Norma ICONTEC NTC 1748, deben instalarse de acuerdo con lo establecido en la NTC 2795.

Los empaques elastoméricos deben cumplir con los requisitos descritos en la NTC 2536 (ASTM F477).

• Tubería de PVC de perfil abierto

Son aquellas tuberías de PVC de perfil abierto con o sin refuerzo, uniones y accesorios para uso de alcantarillado en diámetros reales de tuberías entre 160mm (6 Pulg) y 3600 mm (3.6 m) que cumplen con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 4764 Tubos y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) de perfil abierto con o sin refuerzo. Para uso en alcantarillado" y "NTC 3721 Tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Métodos de ensayo".

EMCALI EICE ESP acepta rigidez de tubería mínima de PS 10 psi medida según la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading" o su equivalente NTC 3254, EMCALI EICE ESP puede exigir rigideces mayores a las aquí establecidas de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

Los empaques deben cumplir los requisitos de la aplicación para baja cabeza de presión de acuerdo con la NTC 2536 (ASTM F477) y deben ser moldeados en forma circular o extruidos en las longitudes adecuadas para después ser unidos en forma circular.

• Tubería de PVC de perfil cerrado

Son aquellas tuberías y accesorios de PVC de perfil cerrado para uso de alcantarillado en diámetros nominales de tuberías entre 450 mm (18 Pulg) y 1500 mm (60 Pulg) que cumplen con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 5070 Tubos y accesorios de poli (cloruro de vinilo) (PVC) fabricados con perfil cerrado para uso en alcantarillado, controlados por el diámetro interior" y "NTC 3721 Tubos y accesorios de pared estructural para sistemas de drenaje subterráneo y alcantarillado. Métodos de ensayo".

Los empaques deben cumplir los requisitos de la aplicación para baja cabeza de presión de acuerdo con la NTC 2536 (ASTM F477) y deben ser moldeados en forma circular o extruidos en las longitudes adecuadas para después ser unidos en forma circular.

Los tubos y accesorios producidos bajo la norma NTC 5070, son instalados de acuerdo con la NTC 2795 (ASTM D2321).

EMCALI EICE ESP acepta rigidez de tubería mínimas de PS 10 psi medidas según la norma " ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading " o su equivalente NTC 3254, EMCALI EICE ESP puede exigir rigideces mayores a las aquí establecidas de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

6.2.5 Tubería de PEAD Doble pared

Son aquellas tuberías flexibles para drenaje en PEAD (Polietileno de alta densidad) para diámetros reales entre 150 mm (6 Pulg) y 1500 mm (60 Pulg) que combina un exterior corrugado anular para mayor resistencia estructural con una pared interior lisa que permite obtener la máxima capacidad hidráulica. Esta tubería con la unión interior campana integral – espigo, brinda un sello hermético que cumple con la

norma AASHTO M294 y la ASTM F2648, se sella la unión con un empaque de hule (tipo O-ring) que cumple todos los requisitos descritos en la NTC 2536 (ASTM F477).

La tubería está normalizada según la norma ASTM F2306/ F2306M.

EMCALI EICE ESP acepta rigidez de tubería mínima de PS 14 psi medidas según la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading" o su equivalente NTC 3254. EMCALI EICE ESP puede exigir rigideces mayores, de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

6.2.6 Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio (GRP)

Son aquellas tuberías de poliéster reforzado con fibra de vidrio para diámetros reales entre 200 mm (8 Pulg) y 3700 mm (144 Pulg) que cumplen con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado", la cual es idéntica a la norma ASTM D3262:04

Las juntas de tubos de poliéster reforzado con fibra de vidrio con sellos elastoméricos flexibles para obtener estanqueidad, deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma ICONTEC "NTC 3877 Plásticos. Especificaciones para juntas de tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) usando sellos elastoméricos".

Las uniones por laminación deben cumplir con las indicaciones definidas en la norma ICONTEC "NTC 2888 Plásticos. Laminados de plástico termoestables reforzados (PTR) moldeados por contacto para equipos resistentes a la corrosión" para el tipo II citado en esta norma técnica. Para el desarrollo de las labores de laminación se deben tener en cuenta las recomendaciones especiales del fabricante de la tubería.

Los accesorios para las tuberías de GRP deben cumplir con los requisitos de las normas ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado" y "NTC 2888 Plásticos. Laminados de plástico termoestables reforzados (PTR) moldeados por contacto para equipos resistentes a la corrosión".

EMCALI EICE ESP acepta rigidez de tubería mínimas de PS 9 psi medidas según la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plastic pipe by parallel-plate loading" o su equivalente la norma NTC 3254, EMCALI EICE ESP puede exigir rigidez mayor a las aquí establecidas de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto.

En lo concerniente a Métodos de Ensayo, el diámetro externo y el espesor de pared, se determinan de acuerdo con la norma ASTM D3567; para los ensayos químicos, la tubería se ensaya de acuerdo con la norma ASTM D3681; la resistencia longitudinal se puede mostrar determinando la resistencia tensil de acuerdo con la NTC 595 (ASTM D638); y la resistencia longitudinal de compresión de acuerdo con la norma ASTM D695.

6.2.7 Tubería de Gres

Son aquellas tuberías y accesorios de gres de resistencia normal para diámetros reales entre 150 mm (6 pulg) y 900 mm (36 pulg) que cumplan con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 4089 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos y accesorios de gres para alcantarillado y perforados para drenaje. Resistencia normal".

Las juntas para las tuberías de gres pueden ser en caucho o poliuretano y deben cumplir con los requisitos de la norma ICONTEC "NTC 3526 Ingeniería civil y arquitectura. Juntas de compresión para tubos y accesorios de gres", (ASTM C425).

6.3 MUESTREO Y MÉTODO DE PRUEBA

El proveedor y/o Contratista debe remitir a EMCALI EICE ESP el certificado de conformidad por lotes del producto o el sello de producto, de acuerdo con los requisitos de esta norma, emitido por un organismo de certificación reconocido por la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) o por el organismo de acreditación del país de origen afiliado al International Accreditation Forum (IAF), teniendo en cuenta lo indicado en la norma de EMCALI EICE ESP "NPL-SE-NT-003 Criterios para la evaluación de la conformidad de los productos que adquiere EMCALI EICE ESP."

El certificado de conformidad debe incluir la verificación de las propiedades de la tubería y los accesorios exigidos en las normas correspondientes, teniendo en cuenta los métodos de ensayo indicados a continuación.

6.3.1 Tubería de Hormigón Simple (sin refuerzo)

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de hormigón simple corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC "NTC 1022 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado".

- Ensayo de resistencia al aplastamiento y ensayo de absorción y permeabilidad de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".
- Prueba hidrostática y dimensiones de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 1022 Tubos de concreto sin refuerzo para alcantarillado".
- Resistencia a la compresión de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión en cilindros normales de concreto" y equivalente a la ASTM C39.
- Absorción de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".
- Para el ensayo de líneas de tubería de concreto para alcantarillado instaladas a flujo libre, usando límites de aceptación ya sea de infiltración o exfiltración del agua, de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 4885. Ensayo de infiltración y exfiltración de tuberías de concreto instaladas para alcantarillado", equivalente a la norma ASTM C969-02.

6.3.2 Tubería de Hormigón Reforzado

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de hormigón reforzado corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado".

- Dimensiones de acuerdo con las indicaciones de la norma anteriormente citada.
- Ensayo de resistencia al aplastamiento de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".
- Resistencia a la compresión de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión en cilindros normales de concreto".
- Absorción de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".

- Para el ensayo de líneas de tubería de concreto para alcantarillado instaladas a flujo libre, usando límites de aceptación ya sea de infiltración o exfiltración del agua, de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 4885. Ensayo de infiltración y exfiltración de tuberías de concreto instaladas para alcantarillado", equivalente a la norma ASTM C969-02.

6.3.3 Tubería de Hormigón Reforzado revestida en lámina de polietileno

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de hormigón reforzado revestida con lámina de polietileno corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC "NTC 401 Ingeniería civil y arquitectura. Tubos de concreto reforzado para alcantarillado".

- Dimensiones de acuerdo con las indicaciones de la norma anteriormente citada.
- Ensayo de resistencia al aplastamiento de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".
- Resistencia a la compresión de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 673 Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión en cilindros normales de concreto".
- Absorción de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3676 Métodos de ensayo para tubos y secciones de pozo de inspección prefabricados en concreto".
- Para el ensayo de líneas de tubería de concreto para alcantarillado instaladas a flujo libre, usando límites de aceptación ya sea de infiltración o exfiltración del agua, de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 4885. Ensayo de infiltración y exfiltración de tuberías de concreto instaladas para alcantarillado", equivalente a la norma ASTM C969-02.

La tubería de hormigón reforzado revestida en lámina de polietileno debe cumplir con los requerimientos del Ensayo de Abrasión de la norma "DIN 19565-1 Centrifugally cast and filled polyester resin glass fibre reinforced (UP-GF) pipes and fittings for buried drains and sewers; dimensions and technical delivery conditions".

La lámina de polietileno debe cumplir con las especificaciones de la Tabla 4.

Tabla 4. Especificaciones de las láminas de polietileno

PROPIEDAD	ESPECIFICACIÓN	NORMA
Densidad Especifica	0.945	ASTM D1238
Resistencia a la Tensión (Limite Básico)	10.5 N/m ²	ASTM D638
Resistencia a la Tensión (Rotura)	20 N/m ²	ASTM D638
Elongación máxima	600 %	ASTM D638
Resistencia al punzonamiento	140 N/m ²	ASTM D638

6.3.4 Tubería de PVC

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de PVC corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC "NTC 3721 Plásticos. Tubos y accesorios de pared estructural para sistema de drenaje subterráneo y alcantarillado. Método de ensayo".

- Determinación de la resistencia al impacto
- Ensayo de hermeticidad en las uniones

- Rigidez del anillo de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plástic pipe by parallel-plate loading".
- Determinación de la resistencia a la tracción

Para las tuberías de perfil cerrado deben tenerse en cuenta las dimensiones y ensayos indicados en la norma ICONTEC "NTC 5070 Tubos y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) fabricados con perfil cerrado para uso en alcantarillado, controlados por el diámetro interior".

Para las tuberías de perfil abierto deben tenerse en cuenta las dimensiones y ensayos indicados en la norma ICONTEC "NTC 4764 Tubos y accesorios de policloruro de vinilo (PVC) de perfil abierto con o sin refuerzo. Para uso en alcantarillado".

La rigidez del tubo tanto para perfil cerrado como abierto (con y sin refuerzo) debe cumplir con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3254 Determinación de las características de carga exterior de tubos plásticos por medio de placas paralelas" o su equivalente la norma "ASTM D2412 Standard test method for determination of external loading characteristics of plástic pipe by parallel-plate loading"

6.3.5 Tubería de Poliester Reforzado con fibra de vidrio (GRP)

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de GRP corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado":

- Diámetros y espesor de pared de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D3567 Standard practice for determining dimensions of "fiberglass" (glass-fiber-reinforced thermosetting resin) pipe and fittings".
- Longitud y perpendicularidad de los extremos de la tubería de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado"
- Ensayos químicos de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D3681 Standard test method for chemical resistance of "fiberglass" (glass-fiber-reinforced thermosetting-resin) pipe in a deflected condition".
- Rigidez de acuerdo con las condiciones de la norma "ASTM D2412 Test method for determination of external loading characteristics of plástic pipe by parallel-plate loading" con las excepciones indicadas en la norma ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado"
- Resistencia longitudinal de la tubería de acuerdo con las indicaciones de la norma ICONTEC "NTC 3870 Plásticos. Tubos de fibra de vidrio (resina termoestable reforzada con fibra de vidrio) para uso en sistemas de alcantarillado"
- Resistencia a la tensión longitudinal de acuerdo con las indicaciones de la norma "ASTM D638 Standard test method for tensile properties of plastics"

6.3.6 Tubería de polietileno de alta densidad

No requiere de ensayo de resistencia química. Los otros ensayos según la norma ICONTEC "NTC 747" (Documento de referencia ANSI/AWWA C303/95), siguiendo los procedimientos de la norma ASTM C494.

6.3.7 Tubería de gres

Como mínimo los ensayos que deben realizarse para determinar la calidad de la tubería de gres corresponden a aquellos indicados en la norma ICONTEC “NTC 3796 Ingeniería civil y arquitectura. Métodos de ensayos para tubos de gres”, (ASTM C301-04):

- Ensayo de resistencia a la compresión (resistencia de soporte)
- Ensayo de presión hidrostática o ensayo de absorción
- Ensayo de resistencia a los ácidos

6.4 EMPAQUE Y ROTULADO

6.4.1 Empaque

La tubería debe empacarse de forma que facilite los procesos de transporte, manipulación y almacenamiento, al tiempo que garantice condiciones de seguridad para evitar daños importantes en el material o a terceros.

6.4.2 Rotulado

El rotulado de tuberías de redes de alcantarillado debe realizarse de manera legible e indeleble en el tubo y debe contener como mínimo la siguiente información:

- Normas que cumple la tubería.
- Diámetro nominal.
- Nombre del fabricante.
- Tipo de tubería.
- Rigidez.
- Resistencia o clase.
- Fecha de fabricación.

7.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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