CONTENIDO

GENERALIDADES SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS 2

APLICA PARA TODAS LAS E.T. 4000 2

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC (Policloruro de vinilo) 11

E.T. 4001 - 4002 - 4003 - 4004 - 4005 - 4006 - 4007 - 4008 - 4009 - 4010 11

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD) 16

E.T. 4011 - 4012 - 4013 - 4014 - 4015 - 4016 16

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL) 26

E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029 26

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLES HD DIAMETRO 16", 14” Y 10” BR CL 150 X LISO 37

E.T. 4030 - 4031 - 4032 37

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA BB DN 6000 PN10 47

E.T. 4033 47

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 4" 57

E.T. 4034 57

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 9 Ø 1/2", 3/4" Y 1" 67

E.T. 4035 - 4036 - 4037 67

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 6" 72

E.T. 4038 72

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC U.M. RDE 21 Ø 16" 82

E.T. 4039 82

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DN 24" B. E.L. HD ANSI CL 150 87

E.T. 4040 87

SUMINISTRO E INSTALACIÓN EMPAQUE ACERROJADO 97

E.T. 4041 97

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	GENERALIDADES SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	APLICA PARA TODAS LAS E.T. 4000

GENERALIDADES

Esta actividad incluirá el suministro, manejo y colocación de los tubos en los sitios de instalación. Esta parte del trabajo también comprende la unión, limpieza interior y cualquier otra operación necesaria para la correcta instalación de las tuberías con sus correspondientes pruebas.

El Contratista Incluirá el suministro de las tuberías. Incluirá toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tendrán medida ni pago por separado.

La instalación deberá cumplir además de lo indicado en estos términos, las recomendaciones, procedimientos y demás aspectos indicados por los fabricantes.

Igualmente, dependiendo de las características topográficas de las redes de distribución y de su trazado a través de andenes, zonas verdes, calles, o vías, se dan las normas para la medida y pago de la parte de la obra relacionada con la instalación de estas tuberías.

Todos los daños, pérdidas, deterioros y cuidado de la tubería y si fuere el caso, el almacenamiento de la misma dentro del área del proyecto, correrán por cuenta del Contratista. Todos los tubos o elementos que se encuentren defectuosos o presenten deterioro antes de su colocación o al realizar las pruebas, o en cualquier momento antes de la firma del Acta de Recibo a satisfacción de la obra, serán reemplazados o reparados por cuenta del Contratista.

El Contratista deberá programar el orden en que requerirá las tuberías, teniendo en cuenta los plazos para la ejecución de las obras y lo estipulado en el Plan de Manejo Ambiental. La longitud definitiva será la que se instale en obra.

En cumplimiento con el reglamento técnico de tuberías de acueducto y alcantarillado se exigirá el cumplimiento de la conservación de la calidad del agua, resistencia química, información de los requisitos y rotulado sobre los tubos, uniones, sellos y accesorios de conformidad con los certificados exigibles de acuerdo a las resoluciones 1166 de 2006, 1127 de 2007, 0170 de 2008, 0522 de 2008 y 1717 de 2008.

1.1 Suministro de tuberías

El CONTRATISTA deberá cumplir con las especificaciones generales sobre normas y materiales estipuladas en estas especificaciones.

Las normas nacionales e internacionales para los materiales y procedimientos de fabricación que se mencionen en este Capítulo formarán parte de estas especificaciones y se aplicará su última edición a menos que específicamente se indique algo diferente.

En cumplimiento con el reglamento técnico de tuberías de acueducto y alcantarillado se exigirá el cumplimiento de la conservación de la calidad del agua, resistencia química, información de los requisitos y rotulado sobre los tubos, uniones, sellos y accesorios de conformidad con los certificados exigibles de acuerdo a las resoluciones 1166 de 2006, 1127 de 2007, 0170 de 2008, 0522 de 2008 y 1717 de 2008.
Los diseños no contemplados en las normas, deberán ser realizados por el Contratista y enviados a AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P para su aprobación.

Cuando no se haga referencia a alguna norma específica, el equipo y los elementos suministrados por el Contratista deberán cumplir los requisitos de las normas aplicables que se mencionan en el siguiente orden de prioridades:

1. ICONTEC Instituto Colombiano de Normas Técnicas.

2.	AWWA	American Water Works Association
3.	ASTM	American Society for Testing and Materials
4.	ASME	American Society of Mechanical Engineers
5.	ANSI	American National Standard Institute

El sistema de pesas y medidas para los propósitos de la obra será el Sistema Internacional de Unidades SI, oficialmente reconocido en Colombia, el cual rige para el suministro, según la última edición autorizada por ICONTEC.

Para todo tipo de tubería deberán adjuntarse las normas de fabricación de ICONTEC o de una de las cuatro entidades internacionales reconocidas anteriormente.

El alineamiento mostrado en los Planos de Licitación podrá sufrir modificaciones, las cuales serán determinadas por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P y notificadas oportunamente al Contratista antes de la ejecución de los respectivos trabajos.

Los diámetros indicados en la Lista de Cantidades y Precios y en los Planos de Licitación se refieren diámetro interno que se debe tener en cuenta para el diseño de la tubería y de las piezas especiales.

Las tuberías serán diseñadas teniendo en cuenta la presión interna, la presión de colapso y la carga externa, las cuales dependen de la localización de cada tubo a lo largo de la red como se muestra en los Planos de Licitación. La presión de trabajo mínima admisible de cada tubo no deberá ser en ningún caso inferior a la establecida en la Lista de Cantidades y Precios para cada diámetro de tubería.

Las tuberías y accesorios para los cuales se citan normas de fabricación y operación en esta especificación deben cumplir los requerimientos aplicables de estas normas, incluyendo las últimas revisiones y adiciones vigentes en la fecha de la propuesta.

El proveedor suministrará sin costo alguno, las muestras escogidas por el representante designado por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P, para ejecutar las pruebas de control de calidad contempladas en la(s) Norma(s) ICONTEC correspondientes o en las normas Internacionales propuestas y se compromete a entregar las muestras en el sitio que AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P designe para la ejecución de las pruebas.

El Contratista deberá suministrar las tuberías de acueducto para las redes de distribución, en los diámetros mostrados en los planos y en la calidad o clases indicadas en los mismos o por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. La presión mínima de servicio para la tubería será la indicada en los planos.

El Contratista efectuará las pruebas de control de calidad, para efecto de aceptación o rechazo de cada lote de tubería, de acuerdo con la norma ICONTEC correspondiente.

El Contratista revisará detalladamente los tubos suministrados y rechazará los que estén rotos o que presenten agrietamientos, torceduras o que a simple vista muestren mal estado o mal acabado a juicio del INTERVENTOR.

1.2 Inspección y pruebas en fábrica

Todas las tuberías, sin limitación de ningún tipo serán sometidos a inspección y se revisará el **protocolo de pruebas en fábrica** correspondiente al lote recibido.

Las propiedades físicas y químicas de los materiales empleados en la fabricación de la tubería y piezas especiales serán verificadas siguiendo los procedimientos de prueba establecidos en las normas bajo las cuales la tubería y los demás elementos sean fabricados y con lo estipulado en estas especificaciones.

El INTERVENTOR podrá nombrar un representante suyo para presenciar las pruebas y/o inspeccionar en fábrica los equipos y materiales objeto del suministro contratado, para lo cual AGUAS DE

BARRANCABERMEJA S.A E.S.P o su representante comunicarán al Contratista su decisión de asistir para acordar previamente la fecha efectiva de las pruebas y/o de inspecciones.

El Contratista facilitará al representante de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. la autorización para efectuar las visitas necesarias para inspeccionar los distintos procesos de fabricación, en la fábrica del Contratista, o de sus proveedores o subcontratistas.

El Contratista deberá suministrar al INTERVENTOR tres (3) copias de todos los protocolos de las pruebas certificadas de fábrica. Las copias de todos los resultados de pruebas deberán entregarse al INTERVENTOR dentro de los treinta (30) días siguientes a la fecha de realización de las mismas.

La inspección del INTERVENTOR no releva al Contratista de sus obligaciones y responsabilidades con respecto al suministro.

El Contratista no podrá proceder al envío de ningún tubo, pieza especial, accesorio o cualquier otro elemento del suministro hasta tanto no posea la aprobación del INTERVENTOR.

Todo elemento del suministro rechazado por deficiencia en sus materiales o por defectos de fabricación deberá ser reparado o sustituido a expensas del Contratista según lo ordene el INTERVENTOR y dentro del plazo que le fije.

1.3 Instalación de tubería

Las labores de instalación de tubería estarán regidas por las siguientes condiciones:

Previamente a la ejecución de un tramo de instalación, el CONTRATISTA habrá efectuado un replanteo de alta precisión sobre el tramo respectivo y habrá hecho los ajustes de alineamiento y elevación pertinentes, en relación con los dibujos de proyecto empleados para el replanteo.

Actualizando dicho replanteo con los ajustes mencionados y con la inclusión de estructuras, redes de servicio y accidentes topográficos que pudieran haberse presentado después de la elaboración del proyecto, el CONTRATISTA elaborará el dibujo de taller del sector de instalación, el cual deberá incluir en detalle el despiece de todas las tuberías, accesorios y estructuras del sector.

Diligenciado dicho Dibujo de Taller y aprobado por la INTERVENTORÍA, se procederá a comprobar físicamente en bodegas, que todos los insumos incluidos en los dibujos de Taller están disponibles, así como también los equipos de excavaciones, bombeo, transporte, instalación, relleno de zanja y construcción de estructuras, al igual que las cuadrillas especializadas en cada labor, con sus técnicos directores.

Se proveerán y usarán herramientas, implementos y sistemas apropiados y adecuados para hacer el trabajo en forma segura y conveniente. Se tendrán disponibles entre los operarios, manuales de instalación, que serán de pleno conocimiento y dominio de operarios y trabajadores.

Toda la tubería, las piezas especiales y sus accesorios serán transportados y bajados al fondo de la zanja por medio de grúas, cables u otro equipo adecuado, en forma tal que no le ocurran daños a la tubería.

Las correas envolventes del tubo para izamiento y tendido serán de caucho o de lona vulcanizada para evitar daños a la superficie del tubo.

El ensamble se iniciará con la presentación entre el tubo previamente instalado y el tubo en operación de instalación verificando en este último su alineamiento y nivel de batea.

En las labores de instalación de los tramos de tubería y accesorios se deberán aplicar principalmente las Normas y Especificaciones de Diseño y Construcción para el sistema de Acueducto de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Las normas mencionadas forman parte de los documentos del contrato.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	GENERALIDADES SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS	APLICA PARA TODAS LAS E.T. 4000

En la instalación de tuberías, la primera operación será efectuar una detallada revisión al tubo accesorio que se va a instalar, para comprobar el buen estado de sus extremos y de superficie interior y exterior. Cualquier desperfecto que criterio del INTERVENTOR sea perjudicial para la operación, será motivo de rechazo e impedirá la instalación del tubo o accesorio.

Antes de iniciar la instalación, los tubos y sus accesorios serán limpiados cuidadosamente de lodos y otras materias extrañas, tanto interior como exteriormente.

Siempre que se suspenda la colocación de tubería, las bocas de los tubos se sellarán con tapones metálicos o del material de la tubería para evitar que entren materiales extraños. En cualquiera de los casos dichos tapones serán reutilizables y su costo estará incluido en el valor unitario del ítem “Instalación de tuberías”.

Deben tomarse todas las precauciones para evitar la entrada de agua en la zanja. Igualmente se tendrá especial cuidado en conservar inalterada la superficie del lecho de instalación conformado con arena.

La tubería de acueducto no podrá ir en la misma brecha de la de alcantarillado. La distancia entre la tubería de acueducto y redes de otros servicios será la estipulada en La Resolución 0330 de 2017 y normas de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

En general se deberá cumplir con la Norma ICONTEC 1259 sobre instalación de tuberías para conducción de agua sin presión. Según Norma AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P los anchos de zanjas serán los que se indican a continuación, para tuberías de hormigón y PVC:

Tabla 1. Ancho de zanja según Norma AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P

Diámetro de la tubería	Ancho de zanja (m)
50 mm(2”)	0.40
75 mm(3”)	0.40
150 mm(6”)	0.60
200 mm (8")	0.60
250 mm (10")	0.70
300 mm (12”)	0.80
350 mm (14”)	0.90
375 mm (15”)	0.90
400 mm (16")	1.05
450 mm (18”)	1.10
500 mm (20")	1.15
525 mm (21”)	1.20
600 mm (24")	1.25
675 mm (27”)	1.35
700 mm (28")	1.40
750 mm (30”)	1.45
800 mm (32")	1.50
825 mm (33”)	1.60
900 mm (36")	1.70
1000 mm	1.80
1100 mm	1.90
1200 mm	2.00
1300 mm	2.20
1400 mm	2.30

Diámetro de la tubería	Ancho de zanja (m)
1500 mm	2.40
1600 mm	2.50

1700 mm	2.60
1800 mm	2.80
1900 mm	2.90
2000 mm	3.00
2150 mm	3.20
2300 mm	3.40
2450 mm	3.60

A partir de H= 2.0 m de altura de relleno sobre la corona de la tubería, por cada metro o fracción de profundidad adicional, los anchos se pueden aumentar de la siguiente forma:

Para diámetros hasta 30”: 0.10 m
Para diámetros mayores de 30”: 0.20 m

Para altura de relleno sobre las tuberías menores de 0.60 m se considera la carga viva aplicada directamente sobre el tubo.

Para altura de relleno menor que 0.80 m debe recubrirse la tubería, según NORMA ICONTEC 1259.

En caso de terrenos deleznables debe conservarse el ancho de zanja mínimo 0.30 m por encima de la cota clave de la tubería. En caso contrario debe calcularse en condición de terraplén.

Las paredes de la zanja se deberán excavar y mantener prácticamente verticales, excavadas uniformemente de modo que el espacio libre entre las paredes y la tubería sea igual. Si para la conformación de las excavaciones se requiere entibado de cualquier clase, las dimensiones establecidas para los anchos de zanja se aplicarán a las caras expuestas del mismo, es decir a las caras que miran al centro de la zanja.

Cuando en la ejecución de la zanja se emplee equipo mecánico las excavaciones se llevarán hasta una cota de 0.10 m por encima de la indicada en los cortes, con el objeto de excavar el resto por medios manuales para no alterar la fundación y poder dar al fondo de la zanja la forma adecuada para que los tubos queden completamente apoyados y no trabajen a flexión.

Para tuberías hasta de Ø 4” se exigirá que su colocación se haga sobre un lecho de arena de 0.10 m de espesor, para tuberías de Ø >4” se utilizará relleno de material seleccionado al 90% P.M.

Cuando las excavaciones se hagan en roca, se llevarán hasta una cota de por lo menos 0.10 m por debajo de la indicada en cortes, con el objeto de rellenar este espacio con material seleccionado que sirva de apoyo uniforme y adecuado para tuberías.

La profundidad de instalación de la tubería de acueducto será la establecida en los planos; para casos especiales lo determinará la INTERVENTORÍA.

Deben tomarse todas las precauciones para evitar la entrada de agua en la zanja y que se presente la flotación de los tubos.

El lleno de la zanja se hará inmediatamente después de colocada y aceptada la tubería por parte de la INTERVENTORÍA en cuanto a su alineamiento, para proceder en su momento a la prueba hidrostática de acuerdo con lo establecido en esta especificación.

Los daños ocasionados al recubrimiento de las tuberías durante su instalación, deben corregirse antes de proceder al lleno de la zanja y de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Al mover los tubos y demás accesorios, el Contratista tomará las precauciones para evitar su maltrato o deterioro, para lo cual dispondrá de personal experimentado y en número suficiente para la movilización, cargue y descargue y demás operaciones con la tubería en la plaza de almacenamiento. El manejo de los tubos se efectuará siempre con equipos de la capacidad adecuada para transportar, subir y bajar los

mismos en forma controlada. Durante todas las operaciones de transporte, los tubos se asegurarán y soportarán adecuadamente. No se permitirá arrastrarlos o rodarlos. Cuando un tubo se vaya a alzar por medio de gatos mecánicos, se colocarán placas protectoras entre éste y los gatos.

Pueden moverse los tubos en dirección transversal sobre cuadros de madera con aristas redondeadas.

Cualquier error que se presente en la instalación y los costos que conlleve su reparación, serán responsabilidad del Contratista. El valor de la elaboración de los planos de detalles de instalación por parte del Contratista estará incluido en el precio unitario del ítem “Instalación de tuberías”.

No podrá hacerse ningún cambio de alineamiento o pendiente, sin la autorización expresa y por escrito de la INTERVENTORÍA.

Las tuberías con uniones mecánicas se instalarán en alineamientos rectos, es decir sin deflectar los tubos en sus puntos de acople, utilizando los codos en los sitios para cambio de dirección.

Solo se admitirán las deflexiones indicadas en los planos o autorizadas por la INTERVENTORÍA.

A 0.30 m por encima de la clave de la tubería el CONTRATISTA debe colocar la cinta referenciadora preventiva de rayas blanca y azul marcada con el logotipo de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. y las palabras “Agua Potable”, reiteradamente.

CIMENTACIÓN

Los tubos se colocarán directamente sobre el fondo de las zanjas cuando el terreno y el tipo de tubería así lo permitan; en caso contrario se extenderá la tubería sobre la cimentación según especificación de planos o en su defecto del fabricante y la INTERVENTORÍA.

Cuando en el fondo de la zanja se encuentren piedras, hay que profundizar la zanja por lo menos 0,10 m más. Esta excavación adicional se llena con una capa de arena, cascajo fino o limo apisonado. En terrenos empinados esta capa debe protegerse del arrastre por medio de traviesas de madera o de otro material adecuado. Si se presentan estos casos, dicho mejoramiento del apoyo de la tubería se pagará de acuerdo con el ítem correspondiente.
El fondo de la zanja se nivelará cuidadosamente y en el lugar donde se colocará la campana se excavará un nicho para que el tubo quede apoyado en toda su longitud sobre el terreno.

Adicionalmente, se deberán seguir todas las recomendaciones del fabricante para la colocación de la tubería.

DEFLEXIONES DE LAS TUBERÍAS

En las tuberías con juntas flexibles la deflexión máxima posible en cada junta será la indicada por el fabricante pero no podrá exceder los valores de la tabla siguiente, excepto previa aprobación del INTERVENTOR.

Tabla 2. Deflexiones máximas en tuberías

Diámetro tubo (mm)	Deflexiones (grados-minutos)
38.1	3º
50.8	3º
63.5	3º
76.2	3º
100	3º
150	3º
200	3º
250	3º
300	3º

Diámetro tubo (mm)	Deflexiones (grados-minutos)
400	2º 40´
450	2º 25´
500	2º 10´
600	1º 45´
750	1º 25´
900	1º 10´
1000 y mayores	1º 5´

Para efectuar cualquier deflexión, cuando sea necesario y lo apruebe la INTERVENTORÍA, se deberá presentar el tubo correspondiente en total alineamiento con la tubería instalada y proceder a deflectar el ángulo requerido solo después de haber efectuado la operación de empalme recto.

En estos sitios se deberá verificar de manera muy especial la posición final del empaque dentro de la unión y se deberá comprobar que el empaque no sufrió aplastamiento o cortaduras en la labor. Estos puntos deberán quedar a la vista durante el desarrollo de la prueba hidrostática.

CRUCES CON CARRETERAS O VÍAS FÉRREAS

Cuando una tubería cruza vía vehicular o vía férrea esta debe estar acompañada de estructura especial de protección o sostenimiento que garantice la seguridad de la tubería.

CRUCES CON QUEBRADAS Y OTRAS ESTRUCTURAS

En caso de que una tubería cruce quebradas u otras estructuras que no puedan removerse, deben instalarse los dispositivos y defensas necesarias para garantizar la integridad de la tubería.

DISTANCIAS MÍNIMAS

En las tablas siguientes se indican las distancias mínimas que deben existir entre la tubería de acueducto y ductos de otros servicios públicos.

Tabla 3. Distancias mínimas a redes de otros servicios

Descripción	Distancia mínima
Distancia mínima a red de alcantarillado	1.5 m horizontal;0.5 m vertical
Distancia mínima a redes de teléfono y energía	1.23 m horizontal; 0.5 m vertical
Distancia mínima a redes domiciliarias de gas	1.2 m horizontal; 0.5 m vertical

La distancia vertical es la distancia entre la cota de batea del tubo de acueducto y la cota clave del ducto de otro servicio. La tubería de acueducto no puede estar ubicada en la misma zanja de una tubería de alcantarillado y su cota de batea debe estar por encima de la cota clave del alcantarillado.

Todas las tuberías deben colocarse preferiblemente por las zonas verdes de las vías o andenes.

NIVELACIÓN DE TUBERÍAS

El eje de las tuberías debe localizarse con tránsito y estacar cada 10 metros. Los levantamientos planimétricos y altimétricos deben referenciarse a las placas de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P., amarradas al sistema MAGNA SIRGAS e IGAC.

Todos los tubos, deberán ser manejados cuidadosamente para evitar que se dañen o sufran deterioros en sus revestimientos interiores y exteriores.

Los tubos se apoyarán en toda su longitud, atracándolos provisionalmente con cuñas de madera revestidas en caucho o con un sistema adecuado previamente aprobado por el INERVENTOR.

Los tubos deberán manejarse de sus extremos por medio de fajas, de acuerdo con las especificaciones de ICONTEC o la AWWA.

Cuando sea posible, el Contratista deberá mantener el acodalamiento interior de los tubos en su sitio hasta terminar las operaciones de relleno.

Antes de cualquier manejo se debe verificar que los codales de refuerzo de las extremidades de los tubos estén debidamente colocados en su sitio.

Ningún tubo deberá colocarse mientras, en opinión del INTERVENTOR, las condiciones de instalación no sean adecuadas. El Contratista deberá replantear exactamente la posición del eje de la tubería de acuerdo con los planos de construcción o el replanteo de la obra aprobado por el INTERVENTOR o las indicaciones de la misma. Los costos del replanteo serán por cuenta del contratista.

El Contratista tomará todas las precauciones necesarias para mantener el tubo limpio y sin residuos, basura, pedazos de soldadura o de cualquier objeto extraño. Cuando por cualquier razón los trabajos de instalación de la tubería sean suspendidos, el Contratista taponará los extremos de la tubería instalada, caso en el cual deben tomarse las medidas para prevenir flotación en el caso de eventual inundación de la zanja.

La instalación de la tubería deberá ser ejecutada con la verificación de las cotas de fondo de la zanja y de la cota clave del tubo; esta verificación se hará cada 20 metros o menos según lo indique el INTERVENTOR.

Las tuberías se entregarán con las tolerancias en cuanto a redondez aceptable de acuerdo con el tipo y norma de fabricación respectiva que corresponda; se requiere que el Contratista disponga en la obra de grapas o alineadores mecánicos, para facilitar la presentación, alineamiento y soldadura de las uniones.

Durante las operaciones de instalación de las tuberías, en los tubos no deberán dejarse desperdicios, herramientas, trapos u otros objetos.

Para ejecutar el acople de los tubos, de las uniones mecánicas y de las piezas especiales como son los accesorios, codos, tees, yees, reducciones y collares de derivación y además garantizar la estanqueidad del sistema, el Contratista deberá seguir los procedimientos especificados por el fabricante de las tuberías.

La base de la tubería se extenderá cuando el fondo de la excavación esté totalmente seco, para lo cual el Contratista deberá disponer del equipo de bombeo apropiado y necesario para el control de aguas.

Todas las tuberías y accesorios suministrados dentro del alcance del trabajo deben ser nuevas, sin uso, adecuadamente elaborados, libres de defectos y totalmente apropiados para el uso pedido; deben ser suministradas por proveedores con certificación de calidad ICONTEC para la tubería de interés.

En la instalación de tuberías no habrá medida ni pago por separado por la instalación de piezas especiales tales como conexiones a estructuras de válvulas, codos, bifurcaciones, reducciones, tees y los accesorios tales como las uniones mecánicas.

Instalaciones de niples y accesorios de hierro dúctil, hierro fundido y acero al carbono.

Para este tipo de instalación rigen las especificaciones generales establecidas en el presente numeral, aclarando en forma complementaría que la lubricación espigo/campana se hará con un lubricante vegetal indicado por el fabricante.

Igualmente se establece con base al excesivo peso de los accesorios de hierro dúctil que estos se bajarán a la zanja de instalación por medios mecánicos como grúas o diferenciales sin pretender por ningún motivo bajar o movilizarlos manualmente.

Los elementos de contacto de los equipos mecánicos con los elementos de hierro dúctil serán correas de nylon o similar y en ningún caso cables de acero.

Efectuada la colocación del empaque de caucho en la ranura circular del interior de la campana previamente lubricado (del accesorio) se instalará lentamente el espigo en la campana por medio de diferenciales anclados en la zanja o en el cuerpo del tubo o del accesorio anteriormente instalado.

Se efectuará un chequeo de posicionamiento al empaque en toda su circunferencia por medio de un calibrador, una vez insertado el espigo, para verificar que no hubo rotura del empaque y que no quedó desalineado en la campana.

1.4 Transporte, manejo y almacenamiento

El Contratista será responsable por todos los arreglos necesarios para transportar todos los elementos del suministro desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega. Estos arreglos incluyen el cargue y descargue en cualquier sitio de almacenamiento intermedio o punto de transferencia en la ruta de transporte, el cargue y descargue en las bodegas o patios de almacenamiento que el Contratista deberá procurarse en lugares cercanos al sitio de montaje, el descargue en el sitio de montaje, el almacenamiento, trámites de aduana, seguros para cubrir todos los riesgos desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega y demás trámites y gestiones que sean necesarios para entregar todos los elementos del suministro a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

Se entiende a este respecto que el Contratista tiene plenos conocimientos de las facilidades de transporte y de los requisitos exigidos por el Ministerio del Transporte y demás autoridades colombianas competentes, de las cuales deberá obtener los permisos correspondientes en caso necesario, para asegurar el puntual cumplimiento del Programa de Entregas.

Las tuberías cuya fabricación haya sido aprobada por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P deberán ser cargadas, transportadas y descargadas por cuenta y responsabilidad del Contratista desde su planta de fabricación hasta los sitios de entrega.

Los tubos deberán ser cuidadosamente manejados, despachados y almacenados, de manera que no sufran daños en la protección o revestimiento, en las paredes y en los extremos.

Los tubos, que resultaren con defectos o daños producidos por causa del almacenamiento o manipulación durante el cargue y transporte deberán ser reparados por el Contratista y sin ningún costo adicional para AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P, tampoco habrá ampliación en el plazo por este motivo.

El transporte y manejo de la tubería, deberá ceñirse a lo estipulado en el Capítulo correspondiente del Manual M-11 de la AWWA.

El apilamiento durante el almacenamiento se deberá realizar de acuerdo con las prácticas normales de seguridad. Para la tubería, el Contratista deberá suministrar travesaños, espaciadores y calzos adecuados para prevenir daños al tubo o al revestimiento durante el transporte y almacenamiento.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC (POLICLORURO DE VINILO)	E.T. 4001 - 4002 - 4003 - 4004 - 4005 - 4006 - 4007 - 4008 - 4009 - 4010

GENERALIDADES

La tubería de PVC (policloruro de vinilo) debe cumplir los lineamientos generales establecidos en la siguiente normatividad: NTC 382, NTC 2295; NTC 539, NTC 1339, NTC 2536, ASTM D-2241; ASTM 2855, AWWA C-105, AWWA C900, AWWA C 905, AWWA C 907, DIN 16961. Los compuestos de Policloruro de vinilo - PVC se clasifican de acuerdo con sus propiedades físicas según las normas NTC 369 y ASTM D 1784.

Las tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC) se fabrican de acuerdo con la norma NTC 382 y ASTM D2241 deben ser extruidas de un compuesto de PVC con una clasificación 12454-B, 12454-C, 14333-D o mejores. Para diámetros entre 4” y 12” la tubería PVC a instalar deberá cumplir con la norma ASTM F 1483 y ASTM D 2444. Los accesorios deben cumplir con la norma ASTM 22466.

Los planos indicarán la presión de trabajo y el respectivo RDE requerido cuando se determine la utilización de este material.

Cuando se utilice tubería de PVC no es necesario utilizar protecciones, recubrimientos, revestimientos, protección catódica ni cualquier otro tipo de protección debido a que el PVC es inmune a casi cualquier tipo de corrosión tanto química como electroquímica.

Para aplicaciones críticas, deben realizarse ensayos de la resistencia de los tubos de PVC a reaccionar con o al ataque de diferentes sustancias químicas especialmente en el largo plazo. Debe considerarse en los ensayos la duración de la exposición, las concentraciones y las condiciones de trabajo que se esperan en la aplicación particular.

Efectos Ambientales

A. Temperatura

Las propiedades especificadas para el PVC están basadas en una operación a 23° C de temperatura. La mayoría de los sistemas de agua operan a temperaturas inferiores a 23° C. El diseñador debe considerar en sus diseños y especificaciones de construcción que para temperaturas inferiores a la de referencia, la rigidez y la resistencia a la tensión de la tubería aumentan con respecto a la especificada, aumentando por lo tanto la capacidad de la tubería para absorber presiones y la habilidad para resistir las presiones de tierra y de instalación. Simultáneamente los tubos de PVC pierden resistencia al impacto y ductilidad a medida que la temperatura baja requiriéndose de esta manera mayores cuidados en el manejo y la instalación.

B. Resistencia al ataque biológico

Las tuberías de PVC proporcionan prácticamente resistencia total a ataques biológicos. Solo en casos específicos debe investigarse la eventual degradación o deterioro causado por la acción de micro o macro organismos vivientes. Sin embargo, los sellantes elastoméricos y algunos productos utilizados para la instalación pueden ser susceptibles a ataques biológicos por lo cual deben seguirse cuidadosamente las instrucciones del fabricante para la instalación de las tuberías de PVC y utilizar únicamente los productos especificados.

C. Resistencia a la intemperie

Toda tubería de PVC sometida a la acción de la radiación ultravioleta debe protegerse mediante recubrimientos especiales o simplemente mediante pintura superficial.

D. Abrasión

Se permite la utilización de tubería de PVC en aplicaciones donde se esperen condiciones de abrasión considerables.

Pruebas e inspección por parte del fabricante

Las pruebas e inspección a cargo del fabricante de tuberías de PVC se dividen en tres categorías: (1) ensayos de calificación, (2) ensayos de control de calidad y (3) ensayos de aseguramiento de la calidad.

A. Ensayos de calificación

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de calificación.

Tipo de ensayo	Norma	Observaciones
Ensayo de calificación del compuesto para extrusión de PVC	NTC 369 ASTM D 1784	
Ensayo toxicológico	NSF standard 14	
Ensayo organoléptico (sabor, olor)	NSF standard 14	Obligatorio en tuberías para conducción agua potable
Ensayo de resistencia a la tensión hidrostática de largo plazo	NTC 382	Esfuerzos admisibles de tensión en orientación tangencial al tubo
Ensayo de comportamiento de uniones	NTC 2295	Verificación de capacidad de sello de uniones

B. Ensayos de control de calidad
Los ensayos de control de calidad incluyen, pero no están limitados a, ensayos e inspecciones para verificar propiedades dimensionales, físicas y mecánicas. En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los ensayos de control de calidad e inspección según La Resolución 0330 de 2017.

C. **Ensayos de aseguramiento de calidad**
Los ensayos de aseguramiento se realizan al final del proceso de fabricación para garantizar que las propiedades y la calidad definida en el producto final satisface consistente y confiablemente con los requisitos de las especificaciones aplicables.

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de aseguramiento de la calidad :

- Ensayo de presión sostenida : debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 3578, NTC 382, ASTM D 1598 y ASTM D 2241.

Capacidad a presión

El cálculo de la Capacidad a presión se debe realizar según la norma NTC 382.

Para calcular la capacidad a presión de las tuberías de PVC se consideran dos categorías de presión que son la presión hidrostática interna y las sobre presiones.

El fabricante debe especificar la capacidad a presión hidrostática de la tubería correspondiente a una temperatura de referencia especificada (normalmente 23ºC) y la variación de la capacidad con aumentos o disminuciones en la temperatura.

La capacidad a presión hidrostática debe especificarse además en función del esfuerzo de diseño hidrostático para el material de la tubería de PVC, de la relación de dimensiones entre el diámetro externo y el espesor de pared y de la reserva para excesos de presión.

También debe especificar el fabricante las variaciones de la capacidad de la tubería en el tiempo. Para esto el fabricante debe llevar a cabo ensayos de corto plazo (estallido rápido) y ensayos de largo plazo (carga sostenida) de acuerdo con la norma correspondiente. No se admite una especificación de presión para tubería de PVC basada únicamente en la resistencia a corto plazo.

La capacidad a presión para una tubería de PVC debe definirse para una vida de diseño de 50 años y puede relacionarse conservativamente para una base de diseño hidrostática establecida a 100.000 horas.

La respuesta de tuberías de PVC después de 100.000 horas de aplicados los esfuerzos anulares puede determinarse con precisión mediante ensayos siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 3579 y ASTM D 1598 y mediante los análisis realizados de acuerdo con la norma NTC 0 y ASTM D 2837.

El esfuerzo hidrostático de diseño, HDB, debe determinarse como el esfuerzo anular establecido en la línea de regresión de esfuerzos para 100.000 horas según la metodología anterior. Toda tubería de PVC debe tener el valor mínimo de HDB establecido en la norma correspondiente.

Cargas y condiciones externas

La rigidez intrínseca de una tubería flexible puede calcularse mediante el método descrito en las normas NTC 3254 y ASTM D 2412.

Deflexiones transversales admisibles

En el diseño de sistemas de distribución de agua utilizando tuberías de presión de PVC, el control o limitación de las deflexiones de la sección transversal no necesita considerarse como un factor crítico de diseño debido a los relativamente altos valores de rigidez de los tubos y a la resistencia a la deflexión ejercida por la presión interna. La norma ASTM D 2321 establece que el valor del límite de deflexión transversal admisible es el 7.5% del diámetro de la tubería.

Deflexión Longitudinal

El proceso de diseño y de instalación debe buscar minimizar los efectos de flexión en la tubería de PVC. Se permite cierto grado de flexión longitudinal durante la instalación con el fin de evitar obstrucciones y responder a situaciones no previstas o cambios en las condiciones de instalación tales como asentamientos diferenciales de consideración en el suelo de apoyo, asentamientos diferenciales de estructuras o dispositivos como válvulas que están conectados a tubería de PVC, variaciones en las condiciones del suelo debidos a cambios en el contenido de humedad (suelos expansivos u orgánicos) o procedimientos incorrectos de instalación tales como cimentación no uniforme, soporte inestable o consolidación inadecuada de empotramientos y apoyos.

La capacidad de deflexión de la tubería puede incrementarse al utilizar uniones flexibles de manera que se reduzca el riesgo de daño o falla.

Deflexión longitudinal admisible

La deflexión requerida en la tubería puede absorberse mediante flexión controlada en la tubería y mediante deflexiones por rotación en las uniones. Las deflexiones admisibles en uniones serán las especificadas por los fabricantes y el límite estará definido por la rotación máxima sin que se produzca escape de agua.

La deflexión admisible en tuberías de PVC se limita a un radio de flexión Rb dado por:
Rb = 250 De

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC (POLICLORURO DE VINILO)	E.T. 4001 - 4002 - 4003 - 4004 - 4005 - 4006 - 4007 - 4008 - 4009 - 4010

1. ACCESORIOS

Los codos, adaptadores, tees y uniones de PVC cumplirán con la norma NTC 1339 o en su defecto la ASTM D2466. Los accesorios que se usen de otro material, cumplirán con las normas que correspondan al mismo y se adaptarán siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de la tubería. No se aceptan accesorios de PVC ensamblados a otro material con soldadura líquida.

2. UNIONES

Las tuberías y los accesorios vienen con unión mecánica integral de campana y espigo, con empaque de caucho, cumpliendo la norma NTC 2295. Para su ensamble se deben utilizar limpiadores y lubricantes recomendados por el fabricante. De acuerdo con los requerimientos, se usarán adaptadores PVC de campana y espigo o uniones de doble campana, bien sea de reparación o de construcción, del mismo material.

3. PROTECCIÓN

En condiciones normales no se requiere ninguna protección exterior especial, excepto cuando las tuberías queden expuestas a los rayos solares por largo tiempo, caso en el cual se deben proteger con la pintura que recomiende el fabricante. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P no permite instalación de tubería de PVC por fuera del nivel de terreno.

Tanto las tuberías como los anillos o empaques y demás accesorios, se cubrirán con un polietileno de color azul o negro que cumpla con las recomendaciones del fabricante, cuando durante su almacenamiento queden expuestos por largo tiempo a los rayos solares.

Además se deben tener en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante para el almacenamiento e instalación de la tubería.

4. OTROS

La relación diámetro espesor mínima que deben cumplir las redes de acueducto y los accesorios es de RDE – 21 y el tipo de unión de las mismas se debe garantizar por medio de un sello mecánico y/o hidráulico y en ningún momento se aceptaran unión de tipo soldadas.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC (POLICLORURO DE VINILO)	E.T. 4001 - 4002 - 4003 - 4004 - 4005 - 4006 - 4007 - 4008 - 4009 - 4010

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA DE PVC (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD)	E.T. 4011 - 4012 - 4013 - 4014 - 4015 - 4016

GENERALIDADES

Los trabajos que comprenden esta sección incluyen el suministro por parte del CONTRATISTA de toda la mano de obra, equipo, materiales, transporte de la tubería, incluyendo todos costos de manejo, cargue y descargue, combustible, operación de maquinaria, vigilancia, la instalación propiamente de la tubería, soldaduras, cortes, colocación de empaques o grasas vegetales y todos los trabajos necesarios para la instalación de la tubería en los diámetros, longitudes y materiales especificados, respetando los alineamientos establecidos en los planos o lo que determine el INTERVENTOR.

Cuando la longitud de la tubería a instalar supere la longitud de fábrica de los tubos, se requerirá realizar los empates o uniones necesarios para obtener la longitud de instalación. Los accesorios a ser utilizados en los empates de las tuberías y/o en los cambios de alineamiento o dirección deberán garantizar igual o mayor presión de trabajo que la tubería a instalar.

En la ejecución de los trabajos, se seguirán los lineamientos establecidos dentro de la normas de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. Las tuberías existentes deberán ser limpiadas e inspeccionadas, antes de cualquier inserción de tuberías de revestimiento independientemente del procedimiento a utilizar. Se tomarán todas las precauciones necesarias para mantener tanto la tubería existente como la nueva limpias y sin residuos; no se debe permitir basura o cualquier objeto extraño. Cuando por cualquier razón los trabajos de instalación de la tubería sean suspendidos, se taponarán los extremos de la tubería en las ventanas de inserción y salida o cualquier otro extremo, y se tomarán las medidas para prevenir el ingreso de material indeseable al interior.
Las tuberías deben ser suministradas por el CONTRATISTA según el material, longitud y diámetro indicado por los planos o lo ordenado por el INTERVENTOR, su instalación debe hacerse siguiendo las especificaciones establecidas por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

La tubería de polietileno es un producto plástico, incoloro, traslúcido, termoplástico, graso al tacto y blando en pequeños espesores, siempre flexible, inodoro, no tóxico, que se descompone a una temperatura alrededor de los 300 °C y menos denso que el agua. Se obtiene por la polimerización del Etileno, producto resultante del craqueo de la nafta del petróleo. Las tubería de PEAD (polietileno de alta densidad) deben seguir los lineamientos generales establecidos en la siguiente normatividad: ASTM D 2657, D 2683, D 3035, D 3261, F 1290; NTC 3409, 3410, 3664; ISO 4427.

Las tuberías serán fabricadas en polietileno de alta densidad con alto o medio esfuerzo y seguirán la norma NTC 3664 o su equivalente ASTM D 3035 para conducción de fluidos a presión con base en el diámetro exterior controlado. La presión de trabajo será la establecida en planos. Estas tuberías se fabricarán bajo cumplimiento de la norma NTC 4585 (ISO 4427). El fabricante realizará los siguientes métodos de ensayo:

Dimensiones y tolerancias. NTC 3358
Resistencia hidrostática. NTC 3758 (ISO 1167)
Reversión longitudinal: NTC 4451-1

Clasificación de las Tuberías

Según la densidad de los polietilenos que actualmente se emplean en la fabricación de tuberías, se distinguen tres grandes grupos:

Polietileno de baja densidad (PEBD): (0,910 – 0,925 g/cm^3). Se utiliza en AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. para acometidas.
Polietileno de media densidad (PEMD): (0,926 – 0,940 g/cm^3). No se utiliza en AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

Polietileno de alta densidad (PEAD): (> 0,941 g/cm^3) Actualmente se utiliza por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. para redes de acueducto.

Se emplea polietileno de baja densidad (PEBD) en las acometidas de diámetro menor que 32 mm. El polietileno de alta densidad (PEAD) se usa en las redes de distribución para diámetros entre 63 y 250 mm.

Según la Presión Nominal Máxima
Se encuentran tuberías de polietileno fabricadas para presiones nominales desde 4 hasta 16 bares, denominadas así:

Tabla 1. Presiones nominales de la tubería polietileno

Denominaciones en Bares	Mpa	m.c.a.
PN-4	0,40	40,78
PN-6	0,60	61,07
PN-10	1,00	101,97
PN-12,5	1,25	127,46
PN-16	1,60	163,15

PN: Presión Nominal

Como la tubería de polietileno tiene la dimensión externa controlada, los diámetros externos de los tubos siempre serán los mismos y lo que cambiará será el espesor de pared. La diferencia está en la relación diámetro espesor (RDE) de la tubería.

Presentación de la tubería

Las tuberías de polietileno para redes de acueducto están disponibles en:

Rollos de 50 a 150 metros: para diámetros desde 16 mm hasta 110 mm.
Tubos de 6 hasta 12 metros: para diámetros de 160 mm en adelante

SISTEMAS DE UNIÓN
Estas tuberías y los accesorios se pueden unir por diferentes métodos como: electrofusión cumpliendo con la práctica ASTM F 1290, termofusión cumpliendo con la práctica ASTM D 2657 y siguiendo con los procedimientos según AW 184.

Los accesorios de polietileno de alta densidad, dependiendo del tipo de unión, cumplirán con las siguientes especificaciones:

Norma NTC 3409 o ASTM D 3261 para accesorios de polietileno para uniones por fusión a tope.

Norma NTC 3410 o ASTM D 2683 para accesorios de polietileno con uniones tipo campana y tubería con diámetro exterior controlado.

Existen tres tipos de uniones para las tuberías y accesorios de polietileno como son: Termofusión, Electrofusión y Uniones Mecánicas (Ver Tabla Tipos de Uniones permitidos según diámetro de la Tubería de Polietileno). El operador de la maquinaria de soldadura debe ser competente en los métodos de instalación y uniones del polietileno, por lo que deberá poseer la habilidad y el conocimiento para ejecutar uniones de una alta calidad. El operador deberá haber recibido un entrenamiento formal bajo la supervisión de un instructor calificado, por lo que debe estar acreditado por el fabricante de la tubería.

Tabla 2. Tipos de uniones permitidos según diámetro de la tubería de polietileno

Diámetro (mm)	Tope	Termofusión Campana (encaje)	Tipo de Uniones Silleta	Electrofusión	Mecánicas
16	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
20	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
25	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
32	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ

50	NO	SÍ	NO	SÍ	SÍ
63	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ
90	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
110	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
160	SÍ	NO	SÍ	SÍ	SÍ
200	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ
250	SÍ	NO	NO	SÍ	SÍ

Uniones por termofusión
Fusión a Tope

Descripción.

Este tipo de unión, se define como la fusión térmica del material, al aplicar presión por acción mecánica o hidráulica durante un tiempo determinado. La técnica de fusión a tope, consiste en el calentamiento de los extremos de la superficies a unir, mediante la permanencia de los mismos contra una plancha de calentamiento hasta alcanzar la temperatura de fusión, retirándose luego la plancha empujando los dos extremos uno contra el otro, sosteniéndolos bajo presión por un tiempo determinado y permitiéndole a la unión su enfriamiento.

Con esta unión se obtiene un solo elemento por el que el sistema se vuelve continuo. Los espesores de pared del tubo y el accesorio son suficientes para que el contacto se realice cara a cara y resista las presiones de servicio del sistema.

Aplica para unir tuberías y accesorios desde 63mm. hasta 250 mm y solo se podrá hacer para elementos que tengan el mismo diámetro y RDE.

Equipo Requerido.

Deberá utilizarse un equipo de fusión a tope conforme a la norma ISO 12176-1, el cual consta básicamente:

- Carro alineador de fusión con abrazaderas.
- Mordazas de sujeción de varios diámetros.
- Equipo hidráulico con un control de presiones.
- Plancha de calentamiento (recubierta con teflón) con regulador de temperatura.
- Máquina refrentadora.
- Un cortador de tubos.
- Tela de algodón.
- Alcohol etílico (> 99%).
- Cronómetro.
- Extensión eléctrica.
- Manual de instalación (incluyendo las tablas guías del equipo utilizado).
- Planta para generación de energía eléctrica.

Etapas del Proceso.

Las soldaduras a tope constan de dos partes fundamentales: La preparación para la soldadura y la soldadura a tope propiamente dicha.

Preparación para la soldadura.

Para la preparación de la soldadura deben seguirse los siguientes pasos:

- Montaje de las mordazas de sujeción en el carro alineador, de acuerdo al diámetro de la tubería que se soldará.
- Conexión del carro alineador al equipo hidráulico con las mangueras hidráulicas.

- Conexión a un punto eléctrico de los enchufes de la máquina refrentadora, el equipo hidráulico y la plancha de calentamiento, mediante la extensión eléctrica.
- Se montan los tubos (o el tubo y el accesorio) en el carro alineador y se aprietan con las mordazas por medio de las tuercas de latón para su alineación, dejando que los extremos de los tubos sobresalgan 2,5 cm (1") de las mordazas de sujeción.
- Limpieza de los extremos de los tubos, así como la máquina refrentadora con alcohol utilizando una tela de algodón.
- Se inserta la máquina refrentadora, entre los dos extremos de los tubo y se pone en funcionamiento, se avanzan suavemente los tubos hacia la unidad refrentadora a una presión mínima de arrastre, cuando las virutas de ambos lados sean continuas y homogéneas se reduce lentamente la presión de trabajo para retirar los tubos; luego se detiene la refrentadora y se retira. Por último se juntan los dos extremos de los tubos y se comprueban que las dos superficies estén paralelas y alineadas (la tolerancia permitida es ± 10% del espesor del tubo).
- Se arrastra el tubo hasta alcanzar la presión más baja necesaria para el movimiento del mismo. Esta presión depende de la longitud y diámetro del sistema de tuberías, del equipo utilizado y del lugar de trabajo.
- Soldadura a tope.

La soldadura a tope consiste en seis (6) fases que son:

FORMACIÓN DEL CORDON: Cuando la plancha de calentamiento alcance una temperatura de 210 °C ± 10 °C se limpia con una tela de algodón y alcohol. Luego se introduce entre los tubos y se arrastran por medio del carro alineador enfrentándolos hasta alcanzar la presión inicial P1 (A esta presión se le debe sumar la presión de arrastre). Dicha presión se mantiene un tiempo T1, hasta lograr que los extremos formen un cordón uniforme en todo su perímetro.
CALENTAMIENTO**:** Al momento de formarse el cordón se reduce la presión al valor residual de calentamiento P2 y se mantiene durante un tiempo determinado T2.

RETIRO DE PLANCHA: Al terminar el tiempo de calentamiento se retira la plancha de calentamiento, rápidamente en un tiempo máximo T3. La plancha se deberá almacenar en una caja o bolsa que contenga protección de asbesto.

CONTACTO: Luego de retirar la plancha se unen rápidamente los extremos, hasta alcanzar la presión de contacto, en un tiempo máximo T4.

FUSION: Al alcanzar la presión de fusión P5 (A esta presión se le debe sumar la presión de arrastre), deberá permanecer el conjunto durante un tiempo T5.

ENFRIAMIENTO: Finalmente se libera el conjunto de la presión de contacto, y se debe mantener la unión montada en el equipo, sosteniéndolo solo con la presión de arrastre, durante un tiempo mínimo de enfriamiento T6, durante el cual la unión no se debe esforzar, manipular, y mucho menos poner al servicio. Transcurrido el tiempo de enfriamiento se aflojan las mordazas y se retira el carro alineador y la tubería se deberá manipular con cuidado.

Existen diferentes ciclos de fusión a tope dependiendo del tipo de PE utilizado, del diámetro de la tubería y de las condiciones del equipo de fusión. Cada equipo de soldadura a tope posee sus presiones y tiempos determinados por las condiciones hidráulicas y mecánicas del mismo, por lo que el contratista deberá tener el manual del equipo entregado por la casa fabricante para poder emplear el equipo propuesto, previa aprobación y visto bueno de la INTERVENTORÍA.

Nota: La tabla que a continuación se muestra, es indicativa, en la práctica se deberá tener en cuenta la tabla especificada del equipo a utilizar.

Tabla 3. Parámetro para soldadura a tope por termofusión

PARÁMETROS	VALORES	UNIDADES
Temperatura de la Plancha, *T*		

	$63 \leq d_n \leq 250$	210 ± 10	° C
	$250 < d_n$	225 ± 10	
	Presión, $p1$ [1)]	0,18 ± 0,02	N/mm^2 (Mpa)
Fase 1			
	Tiempo, $t1$	Necesario hasta que se alcance $B1$	s
	Ancho del Cordón, $B1$	$d_n \leq 180$: $1 < B1 \leq 2$ $180 \leq d_n \leq 315$: $2 < B1 \leq 3$ $315 < d_n$: $3 < B1 \leq 4$	mm
Fase 2	Presión, $p2$ [1)]	0,03 ± 0,02	N/mm2 (Mpa)
	Tiempo, $t2$	$(30 + 0{,}5\ d_n) \pm 10$	s
Fase 3	Tiempo, $t3$	máximo: $3 + 0{,}01\ d_n \leq 8$	s
Fase 4	Tiempo, $t4$	máximo: $3 + 0{,}01\ d_n \leq 6$	s
Fase 5	Presión, $p5$ [1)]	0,18 ± 0,02	N/mm2 (Mpa)
	Tiempo, $t5$	Mínimo: 10	Min
Fase 6	Tiempo, $t6$	Mínimo: 1,5 e_n y máximo 30 min	Min

1) Nótese que esta presión es la de la unión y está directamente relacionada con el d_n, e_n y el equipo de fusión empleado.

d_n: diámetro exterior nominal
e_n: espesor nominal de pared

Uniones Por Electrofusión

Descripción.

El principio de este tipo de unión es la incorporación de resistencias eléctricas, en la parte interna del accesorio, las cuales se calientan cuando se les proporciona corriente eléctrica, fundiendo el material tanto del accesorio como el de la tubería, formándose una amalgama que, al enfriarse, posibilita una soldadura íntegra.

Las superficies a unir deben estar totalmente secas.

Este sistema de unión se puede usar para cualquier diámetro, es decir desde 16mm hasta 250 mm y para tuberías de diferentes tipos de materia prima, RDE o tiempo de fusión.

Equipo Requerido.

- Equipo de Soldadura a Electrofusión con lápiz lector de código de barras.(ISO 12176-2)
- Un cortador de tubos.
- Un raspador de tubos.
- Alineador.
- Tela de algodón.
- Alcohol etílico (> 99%).
- Cronómetro.
- Extensión Eléctrica.
- Manual de Instalación (incluyendo las tablas guías del equipo utilizado).
- Planta para generación de energía eléctrica.

Etapas del Proceso.

Preparación para la electrofusión.

La preparación para la soldadura es de especial cuidado por el tipo de accesorio que se emplea y debe tenerse en cuenta los siguientes pasos:

a. Cortar perpendicularmente a su eje la tubería que se soldará, mediante un cortador de tubos.
b. Se coloca el accesorio, sin extraerlo del plástico de protección, en paralelo a los extremos a unir y centrado sobre la zona de unión. Luego se marca con un rotulador los tubos a unir aproximadamente 20 mm más allá de cada extremo que delimita el accesorio.

c. Se retira el accesorio y se procede a raspar toda la periferia externa del tubo delimitadas entre el marcado anterior y el extremo, mediante el empleo de un raspador de tubos. El raspado debe realizarse en sentido axial, eliminando cualquier impureza superficial.
d. Limpiar la zona raspada con una tela de algodón y alcohol y luego proteger los extremos raspados con bolsas plásticas.
e. Se retiran los protectores plásticos de los tubos y del accesorio, y una vez colocados los extremos de los tubos en el accesorio (con los terminales en la parte superior) , se fijan las mordazas del alineador sobre los tubos.
f. Conectar el equipo de soldadura a electrofusión a un punto eléctrico mediante la utilización de una extensión.

Electrofusión

La soldadura a Electrofusión consiste en:

Retiro de los tapones de protección que cubren los terminales del accesorio.
Conexión de los cables del equipo a los terminales del accesorio.
Leer el código de barras con el lápiz de lectura del equipo, el cual programa temperatura y tiempo.

Una vez comprobado que el tiempo indicado en la pantalla, después de leer que el código de barras es el correcto, para el diámetro a soldar, se pulsa el botón de arranque y así se inicia el proceso de fusión. Comprobar que, después de concluido el proceso anterior, el material fusionado haya aflorado sobre los testigos indicadores, los cuales están junto a los terminales. Esto nos indica que el proceso ha culminado con éxito.
Se retiran los cables de los terminales y se deja enfriando la unión, sin retirar el alineador, un tiempo mínimo de enfriamiento, y luego la tubería se deberá manipular con cuidado.

Uniones con accesorios mecánicos

Descripción.

Se utilizarán solo con expresa autorización de la INTERVENTORÍA, ya que en nuevas instalaciones se debe usar siempre uniones por Termofusión o Electrofusión. Este tipo de uniones aplica desde 16 mm. hasta 110 mm., en diámetros mayores solo se podrá usar la unión bridada para polietileno.

La unión con accesorios mecánicos está constituida básicamente por un cuerpo que se une al tubo, aro dentado de fijación, empaque y una pieza móvil roscada al cuerpo. Se podrán emplear accesorios de hierro dúctil, bronce, Polipropileno o PVC que hayan sido diseñados para inserción en tuberías plásticas de PE, previa autorización de la INTERVENTORÍA. Las partes metálicas de los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión o protegidos contra esta, así como cumplir los requisitos de las pruebas para los productos que están en contacto con agua potable.

Las uniones mecánicas se deberán ensamblar como lo indican las instrucciones del fabricante y no se podrá utilizar ningún tipo de lubricante que deteriore la tubería.

Para unir tuberías de diámetro mayor o iguales de 90mm. a válvulas existentes o a otro tipo de tubería se utilizarán las uniones bridadas para polietileno que constan de una brida, una arandela interior dentada y un empaque de caucho, conocida como brida doble cámara. Además existe la unión universal para unir el polietileno con otra clase de tubería de igual tamaño o diferente diámetro externo, en rangos de 63 a180 mm. Éste accesorio es de uniones bridas, y un cuerpo cilíndrico para evitar deformaciones.

ALMACENAMIENTO, MANEJO Y TRANSPORTE DE TUBERÍAS EN POLIETILENO

Para el correcto almacenamiento de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

Se deberá almacenar sobre una superficie plana, que esté libre de piedras u otros objetos, y utilizar láminas de cartón o de caucho o estibas de madera como separador.

No almacenar la tubería a la intemperie durante lapsos de tiempo muy largos, debe estar protegida de la radiación solar y alejada de focos de calor que puedan deformarla.

Los tubos se almacenarán en posición horizontal, apoyados en toda su longitud, para evitar deformaciones; la altura máxima de tubos apilados debe ser de 1,00 m.
En todo caso la altura máxima dependerá del tipo de PE, el diámetro de la tubería, el espesor de pared y la temperatura ambiente, por lo que se deberá seguir la recomendación del fabricante en este aspecto.

Los rollos se mantendrán apilados en posición horizontal, sin sobrepasar la altura de 1,00 m.

Los accesorios deben permanecer en sus empaques originales hasta el momento en que se vayan a emplear.

Se debe evitar el contacto con objetos punzantes, productos químicos, aceites lubricantes y otros que puedan causar daño al material.

Evitar la entrada de elementos extraños dentro de la tubería, mediante tapones protectores en los extremos.

Es necesaria una buena rotación de inventarios, de modo que no permanezca mucho tiempo almacenado.

La tubería se empacará de tal forma que se garantice su conservación durante el transporte y almacenamiento, según las recomendaciones del fabricante.

MANEJO
Para el correcto manejo de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

Se recomienda utilizar equipo mecánico para el manejo de la tubería, empleando cintas o correas con bordes redondeados y excluyendo el uso de cadenas o cables y guayas.

Si se moviliza manualmente se debe escoger una técnica que no cause daño a la tubería.
No se debe tirar, arrojar, arrastrar, deslizar o golpear contra el piso la tubería.

Los tubos se izarán en dos puntos para evitar flexiones excesivas. Los puntos de soporte estarán separados entre sí el 50% de la longitud del tubo y centrados respecto del mismo.

TRANSPORTE
Para el correcto transporte de la tubería de polietileno se deberán seguir las normas del fabricante, siendo éstas en general las siguientes:

Verificar que la superficie sobre la cual se va a realizar el transporte esté lisa, libre de protuberancias y/o aristas que puedan rayar, causar deformaciones o perforar la tubería.

Emplear para la sujeción del material cintas o correas con bordes redondeados.

Para el transporte de tubos, estibar longitudinalmente en el vehículo, sin sobresalir de la parte posterior del mismo.

INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE POLIETILENO

Generalidades

Las características propias del material y las técnicas de soldadura permiten mayor facilidad y rapidez de instalación.

El tendido de la tubería se realizará de forma sinuosa, reduciendo las tensiones producidas por los cambios térmicos.

Existen básicamente, tres técnicas principales para la instalación de tuberías de polietileno:
1. En zanja convencional.
2. Instalación con equipo de perforación horizontal (Topo).
3. Encamisado.

Otras consideraciones importantes en las diferentes etapas del proceso de instalación son:

Excavación

Siempre que las condiciones del terreno lo permitan, las excavaciones deberán estar alineadas y las paredes verticales.

El ancho de la zanja dependerá de los medios con que se realice, siempre determinado por el diámetro de la tubería a instalar, observando la siguiente tabla:

Tabla 4. Ancho de excavación para tubería de polietileno en zanja

Diámetro (mm)	Ancho de excavación(m)
90	0,40
110	0,40
160	0,50
200	0,50
250	0,60

Para la profundidad de la zanja se tendrá en cuenta la calidad del terreno, la interferencia con otros servicios y las especificaciones de vías, procurando siempre una cobertura mínima de 1.20 m por encima de la cota clave del tubo, cuando se encuentre sujeto a tráfico vehicular. En áreas con tráfico peatonal por encima o en zona verde, una cobertura de 0.80 m de la cota clave que generalmente se considera suficiente.

Cimentación.

El lecho de la excavación debe estar libre de objetos duros o punzantes que puedan afectar la tubería, para lo cual deberá utilizarse una cama de arena de 0,10 m; igualmente se protegerá la tubería lateralmente y por encima de la cota clave del tubo con el mismo material, cubriéndolo igualmente con una capa de 0,10 m; se debe tener especial cuidado con la compactación lateral de la arena.

Instalación en la zanja.

La tubería se debe desenrollar tangencialmente al rollo. Nunca en forma de espiral.

Si la tubería se soldó por fuera de la zanja es necesario esperar el tiempo de enfriamiento requerido para evitar que la tubería se fracture por efecto de las contracciones térmicas del material. Los tiempos de enfriamiento vienen indicados en las tablas de las máquinas de soldadura a tope y son del orden de:

90 mm a 160 mm = 20 minutos.
200 mm a 350 mm = 30 minutos

Se recomienda instalar la tubería en forma sinusoidal o serpenteada para facilitar los movimientos del terreno, o por contracciones o dilataciones del material.

Los extremos se deben proteger con tapones para evitar el ingreso de elementos extraños durante la instalación.

El radio de curvatura natural que permite la tubería no puede ser menor que 25 veces su diámetro exterior.

Relleno y Señalización.

Por encima de los 0,10 m de arena superior se rellena en un espesor de 0,20 m la zanja con material del sitio seleccionado compactado según el tipo de material que se utilice como relleno y teniendo en cuenta el factor de carga.

Luego se completa la zanja con material del sitio seleccionado compactado, de acuerdo al tipo de material, como mínimo al 90% del Proctor Modificado.

ACCESORIOS PARA POLIETILENO
Los accesorios deben cumplir con las Normas AWWA C 600 - 64 y ASTM A-126 - CLB para elementos de hierro fundido y su calidad debe ser la exigida por AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P.

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. podrá exigir al CONTRATISTA todos los certificados de cumplimiento de las normas, sobre todo el proceso de fabricación y en general sobre todas las pruebas y ensayos para garantizar la calidad y eficiencia de los accesorios suministrados por el CONTRATISTA.

Todos los accesorios serán anclados de acuerdo con los apoyos en concreto mostrados en los planos, las normas de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P y/o de acuerdo con lo que ordene el INTERVENTOR.

Los accesorios deberán tener en un sitio muy visible de su superficie exterior un grabado en alto relieve de fundición, que indique la marca de fábrica, la norma de fabricación, la presión de trabajo y el diámetro nominal en pulgadas y estarán recubiertos con una resina alquitranada atóxica con espesor mínimo de 20 (veinte) mm en su superficie interior y exterior.

Los accesorios serán suministrados por parte del fabricante al CONTRATISTA de la obra, con los empaques genuinos para sello hermético y el INTERVENTOR certificará el cumplimiento de este requisito. El fabricante suministrará un manual de instalación que describa detalladamente el procedimiento para ejecutar un montaje correcto y completamente hermético.

No se permitirá el almacenamiento de accesorios con exposición directa a los rayos solares o a las precipitaciones de lluvia. Los accesorios deberán almacenarse en bodegas cubiertas, previamente aprobadas por el INTERVENTOR. Los empaques se almacenarán en cajas especiales que los protejan de impactos o contacto con sustancias disolventes. Los empaques serán fabricados con

Componentes atóxicos y químicamente inertes, condición que será comprobada a solicitud del INTERVENTOR, mediante pruebas de laboratorio. El CONTRATISTA debe presentar la certificación del fabricante, sobre los resultados de las pruebas de fabricación de los accesorios.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD)	E.T. 4011 - 4012 - 4013 - 4014 - 4015 - 4016

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS PEAD (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)	E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\,(0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (o en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN
K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

a. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
b. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5 (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5 k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5 (k – 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)**	**E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029**

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
Acerrojada	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm
	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm
	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°
700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30’
1.200 a 1.800	1° 30’
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (ó ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8”. El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las

Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

A) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

B) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)	E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

a) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
b) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
c) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
d) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)	E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos ó arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8”).

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)	E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (HIERRO DUCTIL)**	**E.T. 4017 - 4018 - 4019 - 4020 - 4021 - 4022 - 4023 - 4024 - 4025 - 4026 - 4027 - 4028 - 4029**

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLES HD DIAMETRO 16", 14" Y 10" BR CL 150 X LISO	E.T. 4030 - 4031 - 4032

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\ (0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (ó en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN

K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

c. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
d. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5\ (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5\ k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5\ (k - 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
Acerrojada	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm
	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm

	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°
700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30'

1.200 a 1.800	1° 30'
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (o ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso

Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8". El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

C) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

D) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

e) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
f) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
g) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
h) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos ó arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8").

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLES HD DIAMETRO 16", 14" Y 10" BR CL 150 X LISO	E.T. 4030 - 4031 - 4032

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de "Excavaciones".
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de "Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles".
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de "Entibados".
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de "Rellenos".
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLES HD DIAMETRO 16", 14" Y 10" BR CL 150 X LISO**	**E.T. 4030 - 4031 - 4032**

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLES HD DIÁMETRO (16", 14", 10") (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA BB DN 6000 PN10	E.T. 4033

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\ (0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (ó en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN

K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

e. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
f. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5\ (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5\ k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5\ (k - 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm

Acerrojada	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm
	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°

700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30’
1.200 a 1.800	1° 30’
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (ó ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA BB DN 6000 PN10	E.T. 4033

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8”. El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

E) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

F) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

i) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
j) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
k) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
l) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA BB DN 6000 PN10	E.T. 4033

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos ó arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8”).

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos

bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA BB DN 6000 PN10**	**E.T. 4033**

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA BB DN 600 PN10 (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 4"	E.T. 4034

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\ (0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (ó en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN

K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

g. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
h. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5\ (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5\ k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5\ (k - 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm

Acerrojada	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm
	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°

700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30’
1.200 a 1.800	1° 30’
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (ó ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 4"	E.T. 4034

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8”. El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

G) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

H) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

m) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
n) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
o) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
p) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 4"	E.T. 4034

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos ó arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8”).

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos

bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 4"**	**E.T. 4034**

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD DIÁMETRO 4” (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 9 Ø 1/2", 3/4" Y 1"	E.T. 4035 - 4036 - 4037

GENERALIDADES

La tubería de PVC (Policloruro de Vinilo) debe cumplir los lineamientos generales establecidos en la siguiente normatividad: NTC 382, NTC 2295; NTC 539, NTC 1339, NTC 2536, ASTM D-2241; ASTM 2855, AWWA C-105, AWWA C900, AWWA C 905, AWWA C 907, DIN 16961. Los compuestos de Policloruro de Vinilo - PVC se clasifican de acuerdo con sus propiedades físicas según las normas NTC 369 y ASTM D 1784.

Las tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC) se fabrican de acuerdo con la norma NTC 382 y ASTM D2241 deben ser extruidas de un compuesto de PVC con una clasificación 12454-B, 12454-C, 14333-D o mejores. Para diámetros entre 4” y 12” la tubería PVC a instalar deberá cumplir con la norma ASTM F 1483 y ASTM D 2444. Los accesorios deben cumplir con la norma ASTM 22466.

Los planos indicarán la presión de trabajo y el respectivo RDE requerido cuando se determine la utilización de este material.

Cuando se utilice tubería de PVC no es necesario utilizar protecciones, recubrimientos, revestimientos, protección catódica ni cualquier otro tipo de protección debido a que el PVC es inmune a casi cualquier tipo de corrosión tanto química como electroquímica.

Para aplicaciones críticas, deben realizarse ensayos de la resistencia de los tubos de PVC a reaccionar con o al ataque de diferentes sustancias químicas especialmente en el largo plazo. Debe considerarse en los ensayos la duración de la exposición, las concentraciones y las condiciones de trabajo que se esperan en la aplicación particular.

Efectos Ambientales

E. Temperatura

Las propiedades especificadas para el PVC están basadas en una operación a 23° C de temperatura. La mayoría de los sistemas de agua operan a temperaturas inferiores a 23° C. El diseñador debe considerar en sus diseños y especificaciones de construcción que para temperaturas inferiores a la de referencia, la rigidez y la resistencia a la tensión de la tubería aumentan con respecto a la especificada, aumentando por lo tanto la capacidad de la tubería para absorber presiones y la habilidad para resistir las presiones de tierra y de instalación. Simultáneamente los tubos de PVC pierden resistencia al impacto y ductilidad a medida que la temperatura baja requiriéndose de esta manera mayores cuidados en el manejo y la instalación.

F. Resistencia al ataque biológico

Las tuberías de PVC proporcionan prácticamente resistencia total a ataques biológicos. Solo en casos específicos debe investigarse la eventual degradación o deterioro causado por la acción de micro o macro organismos vivientes. Sin embargo, los sellantes elastoméricos y algunos productos utilizados para la instalación pueden ser susceptibles a ataques biológicos por lo cual deben seguirse cuidadosamente las instrucciones del fabricante para la instalación de las tuberías de PVC y utilizar únicamente los productos especificados.

G. Resistencia a la intemperie

Toda tubería de PVC sometida a la acción de la radiación ultravioleta debe protegerse mediante recubrimientos especiales o simplemente mediante pintura superficial.

H. Abrasión

Se permite la utilización de tubería de PVC en aplicaciones donde se esperen condiciones de abrasión considerables.

Pruebas e inspección por parte del fabricante

Las pruebas e inspección a cargo del fabricante de tuberías de PVC se dividen en tres categorías: (1) ensayos de calificación, (2) ensayos de control de calidad y (3) ensayos de aseguramiento de la calidad.

C. Ensayos de calificación

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de calificación.

Tipo de ensayo	Norma	Observaciones
Ensayo de calificación del compuesto para extrusión de PVC	NTC 369 ASTM D 1784	
Ensayo toxicológico	NSF standard 14	
Ensayo organoléptico (sabor, olor)	NSF standard 14	Obligatorio en tuberías para conducción agua potable
Ensayo de resistencia a la tensión hidrostática de largo plazo	NTC 382	Esfuerzos admisibles de tensión en orientación tangencial al tubo
Ensayo de comportamiento de uniones	NTC 2295	Verificación de capacidad de sello de uniones

D. Ensayos de control de calidad
Los ensayos de control de calidad incluyen, pero no están limitados a, ensayos e inspecciones para verificar propiedades dimensionales, físicas y mecánicas. En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los ensayos de control de calidad e inspección según La Resolución 0330 de 2017.

C. **Ensayos de aseguramiento de calidad**
Los ensayos de aseguramiento se realizan al final del proceso de fabricación para garantizar que las propiedades y la calidad definida en el producto final satisface consistente y confiablemente con los requisitos de las especificaciones aplicables.

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de aseguramiento de la calidad :

- Ensayo de presión sostenida : debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 3578, NTC 382, ASTM D 1598 y ASTM D 2241.

Capacidad a presión

El cálculo de la Capacidad a presión se debe realizar según la norma NTC 382.

Para calcular la capacidad a presión de las tuberías de PVC se consideran dos categorías de presión que son la presión hidrostática interna y las sobre presiones.

El fabricante debe especificar la capacidad a presión hidrostática de la tubería correspondiente a una temperatura de referencia especificada (normalmente 23ºC) y la variación de la capacidad con aumentos o disminuciones en la temperatura.

La capacidad a presión hidrostática debe especificarse además en función del esfuerzo de diseño hidrostático para el material de la tubería de PVC, de la relación de dimensiones entre el diámetro externo y el espesor de pared y de la reserva para excesos de presión.

También debe especificar el fabricante las variaciones de la capacidad de la tubería en el tiempo. Para esto el fabricante debe llevar a cabo ensayos de corto plazo (estallido rápido) y ensayos de largo plazo (carga sostenida) de acuerdo con la norma correspondiente. No se admite una especificación de presión para tubería de PVC basada únicamente en la resistencia a corto plazo.

La capacidad a presión para una tubería de PVC debe definirse para una vida de diseño de 50 años y puede relacionarse conservativamente para una base de diseño hidrostática establecida a 100.000 horas.

La respuesta de tuberías de PVC después de 100.000 horas de aplicados los esfuerzos anulares puede determinarse con precisión mediante ensayos siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 3579 y ASTM D 1598 y mediante los análisis realizados de acuerdo con la norma NTC 0 y ASTM D 2837.

El esfuerzo hidrostático de diseño, HDB, debe determinarse como el esfuerzo anular establecido en la línea de regresión de esfuerzos para 100.000 horas según la metodología anterior. Toda tubería de PVC debe tener el valor mínimo de HDB establecido en la norma correspondiente.

Cargas y condiciones externas

La rigidez intrínseca de una tubería flexible puede calcularse mediante el método descrito en las normas NTC 3254 y ASTM D 2412.

Deflexiones transversales admisibles

En el diseño de sistemas de distribución de agua utilizando tuberías de presión de PVC, el control o limitación de las deflexiones de la sección transversal no necesita considerarse como un factor crítico de diseño debido a los relativamente altos valores de rigidez de los tubos y a la resistencia a la deflexión ejercida por la presión interna. La norma ASTM D 2321 establece que el valor del límite de deflexión transversal admisible es el 7.5% del diámetro de la tubería.

Deflexión Longitudinal

El proceso de diseño y de instalación debe buscar minimizar los efectos de flexión en la tubería de PVC. Se permite cierto grado de flexión longitudinal durante la instalación con el fin de evitar obstrucciones y responder a situaciones no previstas o cambios en las condiciones de instalación tales como asentamientos diferenciales de consideración en el suelo de apoyo, asentamientos diferenciales de estructuras o dispositivos como válvulas que están conectados a tubería de PVC, variaciones en las condiciones del suelo debidos a cambios en el contenido de humedad (suelos expansivos u orgánicos) o procedimientos incorrectos de instalación tales como cimentación no uniforme, soporte inestable o consolidación inadecuada de empotramientos y apoyos.

La capacidad de deflexión de la tubería puede incrementarse al utilizar uniones flexibles de manera que se reduzca el riesgo de daño o falla.

Deflexión longitudinal admisible

La deflexión requerida en la tubería puede absorberse mediante flexión controlada en la tubería y mediante deflexiones por rotación en las uniones. Las deflexiones admisibles en uniones serán las especificadas por los fabricantes y el límite estará definido por la rotación máxima sin que se produzca escape de agua.

La deflexión admisible en tuberías de PVC se limita a un radio de flexión Rb dado por:
Rb = 250 De

5. ACCESORIOS

Los codos, adaptadores, tees y uniones de PVC cumplirán con la norma NTC 1339 o en su defecto la ASTM D2466. Los accesorios que se usen de otro material, cumplirán con las normas que correspondan al mismo y se adaptarán siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de la tubería. No se aceptan accesorios de PVC ensamblados a otro material con soldadura líquida.

6. UNIONES

Las tuberías y los accesorios vienen con unión mecánica integral de campana y espigo, con empaque de caucho, cumpliendo la norma NTC 2295. Para su ensamble se deben utilizar limpiadores y lubricantes recomendados por el fabricante. De acuerdo con los requerimientos, se usarán adaptadores PVC de

campana y espigo o uniones de doble campana, bien sea de reparación o de construcción, del mismo material.

7. PROTECCIÓN

En condiciones normales no se requiere ninguna protección exterior especial, excepto cuando las tuberías queden expuestas a los rayos solares por largo tiempo, caso en el cual se deben proteger con la pintura que recomiende el fabricante. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P no permite instalación de tubería de PVC por fuera del nivel de terreno.

Tanto las tuberías como los anillos o empaques y demás accesorios, se cubrirán con un polietileno de color azul o negro que cumpla con las recomendaciones del fabricante, cuando durante su almacenamiento queden expuestos por largo tiempo a los rayos solares.

Además se deben tener en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante para el almacenamiento e instalación de la tubería.

8. OTROS

La relación diámetro espesor mínima que deben cumplir las redes de acueducto y los accesorios es de RDE – 21 y el tipo de unión de las mismas se debe garantizar por medio de un sello mecánico y/o hidráulico y en ningún momento se aceptaran unión de tipo soldadas.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 9 Ø 1/2", 3/4" Y 1"	E.T. 4035 - 4036 - 4037

- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC RDE 9 ϕ ½”, ¾” Y 1” (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 6"	E.T. 4038

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\,(0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (ó en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN

K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

a. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
b. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5\ (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5\ k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5\ (k - 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
Acerrojada	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm
	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm

	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°
700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30’

1.200 a 1.800	1° 30'
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (ó ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso

Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8”. El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

I) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

J) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

q) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
r) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
s) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
t) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos o arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8”).

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 6"	E.T. 4038

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS HD DIAMETRO 6"**	**E.T. 4038**

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍAS HD DIÁMETRO 6” (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIA PVC U.M. RDE 21 Ø 16"	E.T. 4039

GENERALIDADES

La tubería de PVC (Policloruro de Vinilo) debe cumplir los lineamientos generales establecidos en la siguiente normatividad: NTC 382, NTC 2295; NTC 539, NTC 1339, NTC 2536, ASTM D-2241; ASTM 2855, AWWA C-105, AWWA C900, AWWA C 905, AWWA C 907, DIN 16961. Los compuestos de Policloruro de vinilo - PVC se clasifican de acuerdo con sus propiedades físicas según las normas NTC 369 y ASTM D 1784.

Las tuberías de presión de cloruro de polivinilo (PVC) se fabrican de acuerdo con la norma NTC 382 y ASTM D2241 deben ser extruidas de un compuesto de PVC con una clasificación 12454-B, 12454-C, 14333-D o mejores. Para diámetros entre 4” y 12” la tubería PVC a instalar deberá cumplir con la norma ASTM F 1483 y ASTM D 2444. Los accesorios deben cumplir con la norma ASTM 22466.

Los planos indicarán la presión de trabajo y el respectivo RDE requerido cuando se determine la utilización de este material.

Cuando se utilice tubería de PVC no es necesario utilizar protecciones, recubrimientos, revestimientos, protección catódica ni cualquier otro tipo de protección debido a que el PVC es inmune a casi cualquier tipo de corrosión tanto química como electroquímica.

Para aplicaciones críticas, deben realizarse ensayos de la resistencia de los tubos de PVC a reaccionar con o al ataque de diferentes sustancias químicas especialmente en el largo plazo. Debe considerarse en los ensayos la duración de la exposición, las concentraciones y las condiciones de trabajo que se esperan en la aplicación particular.

Efectos Ambientales

I. Temperatura

Las propiedades especificadas para el PVC están basadas en una operación a 23° C de temperatura. La mayoría de los sistemas de agua operan a temperaturas inferiores a 23° C. El diseñador debe considerar en sus diseños y especificaciones de construcción que para temperaturas inferiores a la de referencia, la rigidez y la resistencia a la tensión de la tubería aumentan con respecto a la especificada, aumentando por lo tanto la capacidad de la tubería para absorber presiones y la habilidad para resistir las presiones de tierra y de instalación. Simultáneamente los tubos de PVC pierden resistencia al impacto y ductilidad a medida que la temperatura baja requiriéndose de esta manera mayores cuidados en el manejo y la instalación.

J. Resistencia al ataque biológico

Las tuberías de PVC proporcionan prácticamente resistencia total a ataques biológicos. Solo en casos específicos debe investigarse la eventual degradación o deterioro causado por la acción de micro o macro organismos vivientes. Sin embargo, los sellantes elastoméricos y algunos productos utilizados para la instalación pueden ser susceptibles a ataques biológicos por lo cual deben seguirse cuidadosamente las instrucciones del fabricante para la instalación de las tuberías de PVC y utilizar únicamente los productos especificados.

K. Resistencia a la intemperie

Toda tubería de PVC sometida a la acción de la radiación ultravioleta debe protegerse mediante recubrimientos especiales o simplemente mediante pintura superficial.

L. Abrasión

Se permite la utilización de tubería de PVC en aplicaciones donde se esperen condiciones de abrasión considerables.

Pruebas e inspección por parte del fabricante

Las pruebas e inspección a cargo del fabricante de tuberías de PVC se dividen en tres categorías: (1) ensayos de calificación, (2) ensayos de control de calidad y (3) ensayos de aseguramiento de la calidad.

E. Ensayos de calificación

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de calificación.

Tipo de ensayo	Norma	Observaciones
Ensayo de calificación del compuesto para extrusión de PVC	NTC 369 ASTM D 1784	
Ensayo toxicológico	NSF standard 14	
Ensayo organoléptico (sabor, olor)	NSF standard 14	Obligatorio en tuberías para conducción agua potable
Ensayo de resistencia a la tensión hidrostática de largo plazo	NTC 382	Esfuerzos admisibles de tensión en orientación tangencial al tubo
Ensayo de comportamiento de uniones	NTC 2295	Verificación de capacidad de sello de uniones

F. Ensayos de control de calidad
Los ensayos de control de calidad incluyen, pero no están limitados a, ensayos e inspecciones para verificar propiedades dimensionales, físicas y mecánicas. En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los ensayos de control de calidad e inspección según La Resolución 0330 de 2017.

C. **Ensayos de aseguramiento de calidad**
Los ensayos de aseguramiento se realizan al final del proceso de fabricación para garantizar que las propiedades y la calidad definida en el producto final satisface consistente y confiablemente con los requisitos de las especificaciones aplicables.

En la fabricación de tuberías de PVC se requiere la realización de los siguientes ensayos de aseguramiento de la calidad :

- Ensayo de presión sostenida : debe realizarse de acuerdo con las normas NTC 3578, NTC 382, ASTM D 1598 y ASTM D 2241.

Capacidad a presión

El cálculo de la Capacidad a presión se debe realizar según la norma NTC 382.

Para calcular la capacidad a presión de las tuberías de PVC se consideran dos categorías de presión que son la presión hidrostática interna y las sobre presiones.

El fabricante debe especificar la capacidad a presión hidrostática de la tubería correspondiente a una temperatura de referencia especificada (normalmente 23ºC) y la variación de la capacidad con aumentos o disminuciones en la temperatura.

La capacidad a presión hidrostática debe especificarse además en función del esfuerzo de diseño hidrostático para el material de la tubería de PVC, de la relación de dimensiones entre el diámetro externo y el espesor de pared y de la reserva para excesos de presión.

También debe especificar el fabricante las variaciones de la capacidad de la tubería en el tiempo. Para esto el fabricante debe llevar a cabo ensayos de corto plazo (estallido rápido) y ensayos de largo plazo (carga sostenida) de acuerdo con la norma correspondiente. No se admite una especificación de presión para tubería de PVC basada únicamente en la resistencia a corto plazo.

La capacidad a presión para una tubería de PVC debe definirse para una vida de diseño de 50 años y puede relacionarse conservativamente para una base de diseño hidrostática establecida a 100.000 horas.

La respuesta de tuberías de PVC después de 100.000 horas de aplicados los esfuerzos anulares puede determinarse con precisión mediante ensayos siguiendo el procedimiento establecido en la norma NTC 3579 y ASTM D 1598 y mediante los análisis realizados de acuerdo con la norma NTC 0 y ASTM D 2837.

El esfuerzo hidrostático de diseño, HDB, debe determinarse como el esfuerzo anular establecido en la línea de regresión de esfuerzos para 100.000 horas según la metodología anterior. Toda tubería de PVC debe tener el valor mínimo de HDB establecido en la norma correspondiente.

Cargas y condiciones externas

La rigidez intrínseca de una tubería flexible puede calcularse mediante el método descrito en las normas NTC 3254 y ASTM D 2412.

Deflexiones transversales admisibles

En el diseño de sistemas de distribución de agua utilizando tuberías de presión de PVC, el control o limitación de las deflexiones de la sección transversal no necesita considerarse como un factor crítico de diseño debido a los relativamente altos valores de rigidez de los tubos y a la resistencia a la deflexión ejercida por la presión interna. La norma ASTM D 2321 establece que el valor del límite de deflexión transversal admisible es el 7.5% del diámetro de la tubería.

Deflexión Longitudinal

El proceso de diseño y de instalación debe buscar minimizar los efectos de flexión en la tubería de PVC. Se permite cierto grado de flexión longitudinal durante la instalación con el fin de evitar obstrucciones y responder a situaciones no previstas o cambios en las condiciones de instalación tales como asentamientos diferenciales de consideración en el suelo de apoyo, asentamientos diferenciales de estructuras o dispositivos como válvulas que están conectados a tubería de PVC, variaciones en las condiciones del suelo debidos a cambios en el contenido de humedad (suelos expansivos u orgánicos) o procedimientos incorrectos de instalación tales como cimentación no uniforme, soporte inestable o consolidación inadecuada de empotramientos y apoyos.

La capacidad de deflexión de la tubería puede incrementarse al utilizar uniones flexibles de manera que se reduzca el riesgo de daño o falla.

Deflexión longitudinal admisible

La deflexión requerida en la tubería puede absorberse mediante flexión controlada en la tubería y mediante deflexiones por rotación en las uniones. Las deflexiones admisibles en uniones serán las especificadas por los fabricantes y el límite estará definido por la rotación máxima sin que se produzca escape de agua.

La deflexión admisible en tuberías de PVC se limita a un radio de flexión Rb dado por:
Rb = 250 De

9. ACCESORIOS

Los codos, adaptadores, tees y uniones de PVC cumplirán con la norma NTC 1339 o en su defecto la ASTM D2466. Los accesorios que se usen de otro material, cumplirán con las normas que correspondan al mismo y se adaptarán siguiendo las recomendaciones de los fabricantes de la tubería. No se aceptan accesorios de PVC ensamblados a otro material con soldadura líquida.

10. UNIONES

Las tuberías y los accesorios vienen con unión mecánica integral de campana y espigo, con empaque de caucho, cumpliendo la norma NTC 2295. Para su ensamble se deben utilizar limpiadores y lubricantes recomendados por el fabricante. De acuerdo con los requerimientos, se usarán adaptadores PVC de

campana y espigo o uniones de doble campana, bien sea de reparación o de construcción, del mismo material.

11. PROTECCIÓN

En condiciones normales no se requiere ninguna protección exterior especial, excepto cuando las tuberías queden expuestas a los rayos solares por largo tiempo, caso en el cual se deben proteger con la pintura que recomiende el fabricante. AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P no permite instalación de tubería de PVC por fuera del nivel de terreno.

Tanto las tuberías como los anillos o empaques y demás accesorios, se cubrirán con un polietileno de color azul o negro que cumpla con las recomendaciones del fabricante, cuando durante su almacenamiento queden expuestos por largo tiempo a los rayos solares.

Además se deben tener en cuenta las recomendaciones dadas por el fabricante para el almacenamiento e instalación de la tubería.

12. OTROS

La relación diámetro espesor mínima que deben cumplir las redes de acueducto y los accesorios es de RDE – 21 y el tipo de unión de las mismas se debe garantizar por medio de un sello mecánico y/o hidráulico y en ningún momento se aceptaran unión de tipo soldadas.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.

- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

El suministro e instalación de accesorios será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA PVC U.M RDE 21 ϕ 16” (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DN 24" B. E.L. HD ANSI CL 150	E.T. 4040

GENERALIDADES

El hierro dúctil es un material ferroso en el cual la mayor parte del contenido de carbón se presenta como carbón libre en forma nodular o esferoidal. Las tuberías de hierro fundido dúctil deberán tener revestimiento exterior con zinc metálico y pintura bituminosa e interior con mortero de cemento.

La tubería cumplirá la Norma ISO 2531, AWWA C-150 o equivalente y su longitud efectiva no será mayor de diez (10) metros. La tubería será fundida centrífugamente. El hierro dúctil a ser utilizado en la fabricación de tuberías y accesorios deberá cumplir con las especificaciones establecidas en la siguiente normatividad: NEGC 701, 704; AWWA C-100, C-104, C-105, C-110, C-111, C-150, C-151; ISO 2531, 4179, 8179; ANSI B 16.1:

En cualquier caso el grado del material utilizado será 60-42-10 y la tubería fundida centrífugamente en moldes metálicos o revestidos con arena.

La tubería de hierro dúctil cumplirá las siguientes características físicas:
a. Resistencia mínima a la tensión 420 Mpa
b. Resistencia mínima a la fluencia 300 Mpa
c. Elongación mínima 10%

En esta especificación se indican en mm (milímetros) los diámetros nominales de las tuberías y los planos los indican en pulgadas.

La presión de trabajo requerida se indicará en los planos de la obra o en el pliego de condiciones.

En este proyecto se utilizará tubería espigo-campana y de unión especificada de conformidad con los planos del proyecto y las indicaciones en ellos previstas.

El espesor de pared normalizado en tubos y accesorios de fundición dúctil se calcula acorde a su diámetro nominal, por aplicación de la fórmula:

$$e = K\ (0{,}5 + 0{,}001\ DN)$$

En la cual:

e = espesor normal de la pared, en mm
DN = diámetro nominal
K = coeficiente elegido en la serie de números enteros 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14 y precisado en las especificaciones particulares de las secciones tercera, quinta y sexta de la norma ISO 2531 (ó en los requisitos específicos de los numerales 3.5 y 6 de la norma NTC 2587).
K = 7, 8, 9, 10, 12, 14 para tubería con enchufe - extremos lisos y bridadas.
K = 12, 14 para accesorios
A partir de 250mm de diámetro y asumiendo un K = 9, el espesor de pared se determina así:
e = 4.5 + 0.009 DN

Para los diámetros de 40 mm a 200 mm, el espesor de pared se determina aplicando la siguiente fórmula complementaria, asumiendo valores de K = 9:

$$e = 5.8 + 0.003DN$$

Con un valor mínimo de 6 mm.

El espesor de los accesorios se ha calculado, según su diámetro DN, por aplicación de la fórmula, dando al coeficiente K de esta fórmula los siguientes valores:

K = 14 para las tees, así
e = 7 + 0.014 DN

K = 12 para los demás accesorios, así
e = 6 + 0.012 DN

Para los DN 40 a DN 65, el espesor de los accesorios se ha limitado a 7 mm, con objeto de que teniendo en cuenta las tolerancias sea siempre equivalente como mínimo a la de los tubos del mismo diámetro nominal.

De acuerdo al fabricante se suministrarán tuberías y accesorios para valores determinados de K. Teniendo en cuenta que para un mismo diámetro de tubería, el espesor de estos materiales varía dependiendo del factor K, se tendrán diferentes valores de presiones.

Las tuberías de fundición dúctil son fabricadas comercialmente en diámetros desde 60 mm a 1.800 mm.

Los accesorios en hierro dúctil presentarán las siguientes características físicas:

a. Resistencia mínima a la Tensión 420 Mpa
b. Elongación mínima: 7%

Presión de prueba en fábrica de los tubos de fundición dúctil: Se utilizan, en función del diámetro, las siguientes fórmulas para determinar la presión de prueba:

Tabla 1. Presión de prueba tubería hierro dúctil en fábrica

Diámetro nominal (mm)	Presión de prueba (kg. /cm ^{2})	Límite superior de la presión de prueba (kg / cm ^{2})
$80 \leq DN \leq 300$	$P = 0.5\ (k + 1)^2$	100
$350 \leq DN \leq 600$	$P = 0.5\ k^2$	80
$700 \leq DN \leq 1000$	$P = 0.5\ (k - 1)^2$	60

Siendo:
K: el coeficiente definido para el cálculo del espesor de pared de los tubos
P: la presión de prueba, en kg /cm².

Presiones de trabajo en los tubos de fundición dúctil: Las normas ISO–2531 y la NTC 2587 cuantifican únicamente las presiones de prueba en fábrica, siendo estas las presiones normalizadas.

Las normas indican que las presiones de trabajo máximas son la mitad de la presión de prueba:

Pt = Pp/2
Pt: presión de trabajo
Pp: presión de prueba

TUBOS CON ENCHUFE - Propiedades mecánicas
La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2 .
El limite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 10% para los diámetros nominales DN40 a 1000, y de 7% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Los valores del límite convencional de elasticidad a 0.2% mínimo de 300 N/mm2 serán aceptables cuando el alargamiento mínimo a la rotura sea superior o igual a 12% para los diámetros nominales DN 40 a 1000, y de 10% para diámetros nominales DN 1200 a 2600.

Espesor De Los Tubos con Enchufe: El espesor de los tubos se calculará de acuerdo con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98; en ningún caso el espesor de la tubería será inferior a 6mm. En el formulario de cantidades y precios se especifica cual es la clase de tubería.

Prueba en fábrica tubos con enchufe: Los tubos centrifugados se deberán someter, en fábrica, a una prueba hidrostática durante, como mínimo 10 segundos, aplicando una presión mínima definida en la tabla siguiente:

Tabla 2. Presión mínima para prueba hidrostática tubería hierro dúctil

DN (mm)	60 – 300	350 - 600	700 – 1000	1100 - 2000
Presión (bar)	32	25	18	13

Rotulado: Cada tubería, elemento o accesorio debe llevar, al menos, las siguientes indicaciones:

El sello del fabricante
Una indicación del material: fundición dúctil.
Una indicación de su diámetro nominal (DN).
Fecha de fabricación y número de lote.

En caso de que sea necesario, cada accesorio debe llevar una indicación de sus características principales. Las tuberías, elementos y accesorios con diámetros nominales superiores a DN 300 también deben indicar el año de fabricación. Las marcas pueden ser fundidas, pintadas o estampadas en frío.

Todas las bridas deben ser fabricadas y taladradas bajo la Norma NTC 4767 / ISO 7005-2 PN 10, y cumplir todas las especificaciones aquí descritas.

Los accesorios y piezas especiales de fundición dúctil serán moldeadas en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.
Propiedades mecánicas de los accesorios de hierro dúctil

La resistencia mínima a la tracción será de 420 N/mm2.
El límite convencional de elasticidad a 0.2%, mínimo será de 300 N/mm2.
El alargamiento mínimo a la rotura será de un 5%.

Prueba en fábrica de accesorios: Las piezas especiales serán sometidas en fábrica a un control de estanqueidad mediante aire a una presión de 1 bar, o bien con agua, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

Espesor de los accesorios y piezas especiales: La clase de espesor de las piezas especiales será mínimo el correspondiente a la clase K12, en conformidad con la Norma NTC 2587 / ISO 2531-98.

TIPOS DE JUNTAS (UNIONES)

De acuerdo a las normas ISO 2531 y NTC 2587 la tubería y los accesorios de fundición dúctil se fabrican con juntas a encaje (enchufe – extremo liso) con guarnición (cámara) de estanqueidad de material elastómero y juntas bridadas.

A continuación se relacionan los tipos de juntas que suministran algunos fabricantes que cumplen con la normativa ISO:

Tabla 3. Juntas tubería hierro dúctil – Norma ISO

Tipo de junta	Nombre	Gama
Automática	Standard	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 1200 a1800 mm
	Triduct	Tubos DN 60 a1000 mm, consultar al proveedor Accesorios DN 60 a1000 mm
Mecánica	Express	Tubos y accesorios DN 60 a1200 mm
	Standard Acerrojada	Tubos DN 80 a 700 y DN 1200 mm Accesorios DN 1200 mm
Acerrojada	Triduct Acerrojada	Tubos DN 800 a1000 mm Accesorios DN 80 a1000 mm

	Pamlock Acerrojada	Tubos y accesorios DN 1400 a1600 mm
Con Bridas	Bridas Orientables	Accesorios DN 60 a600 mm
	Bridas fijas	Tubos DN 60 a1800 mm Accesorios DN 700 a1800 mm

Junta automática. La estanqueidad se logra por la comprensión radial de un anillo de junta de elastómero.

Junta mecánica. La estanqueidad se obtiene por la comprensión axial de un anillo de junta de elastómero mediante una contrabrida con pernos.

Junta acerrojada. El objetivo del acerrojado es soportar los esfuerzos axiales, permitiendo prescindir de los bloques de concreto. El principio básico del acerrojado de las juntas consiste en transferir los esfuerzos axiales de un elemento de canalización hacia el siguiente con lo que la unión no se puede desenchufar.

Juntas con bridas. Las juntas con bridas están constituidas con dos bridas, una arandela de junta elastómero y pernos cuyo número y dimensiones dependen del PN y DN, la estanqueidad se logra por comprensión axial de la arandela obtenida por el apriete de los pernos.

El CONTRATISTA suministrará todos los empaques, anillos de caucho, pernos, tuercas y arandelas, lubricantes y todos los materiales requeridos para la unión de la tubería. Se adjuntará un cuadro completo de los lubricantes recomendados disponibles en Colombia y catálogos impresos de los mismos. El número de lubricantes a utilizar será el mínimo posible. El recipiente de dichos lubricantes deber ser apropiado para largos periodos de almacenamiento y para uso en el terreno. También se aceptarán uniones de bridas de especificación ANSI B16.1, o uniones mecánicas con empaque de caucho de especificación AWWA C-111.

Las juntas con enchufe serán de tipo automático. El material utilizado para los anillos de junta será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83. En la Norma ISO 2230-73 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

La arandela de junta de bridas tendrá un espesor mínimo de 3 mm y estará reforzada si fuere necesario.

El material utilizado para los anillos de junta (automática, mecánica o de brida) será un elastómero EPDM o equivalente en conformidad con la Norma ISO 4633-83.

En la Norma ISO 2230-10973 se determinan las condiciones más adecuadas para el almacenamiento de los elastómeros vulcanizados.

Desviación angular.

Las juntas con enchufe admiten una desviación angular, además de ciertos ventajas en términos de colocación o absorción de movimientos de terreno, la desviación angular permite realizar curvas de gran radio sin utilizar, uniones, así como ajustarse a determinadas modificaciones en el trazado.

Tabla 4. Desviación angular admitida en juntas a encaje

DN	Desviación Admitida Grados
60 a 150	5°
200 a 300	4°
350 a 600	3°
700 a 800	2°
900 a 1.100	1° 30’

1.200 a 1.800	1° 30'
1.400 a 1.600	1°

TORNILLERÍA

El número de tornillos a utilizar en tuberías y accesorios bridados de fundición dúctil será el descrito en la norma NTC 2587 (ó ISO 2531). El material de la tornillería será de acero al carbón o el indicado por el diseño o la INTERVENTORÍA. Las características de la tornillería serán de acuerdo a las normas ISO 4014 e ISO 4032.

REVESTIMIENTO

Salvo especificación contraria, todos los tubos y piezas accesorias de canalizaciones, se deberán revestir, tanto interior como exteriormente.

El revestimiento se deberá secar rápidamente, adherirse perfectamente a su soporte y no desprenderse.

El revestimiento interior no deberá contener ningún elemento soluble en el agua, así como ningún producto susceptible de transmitir sabor u olor al agua, cualesquiera que fueren, después del conveniente lavado de la tubería. Para las tuberías de agua potable o de fluidos alimentarios, el revestimiento interior no deberá estar compuesto por elementos tóxicos.

Los revestimientos exteriores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la naturaleza química de los terrenos en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de los suelos.
Revestimientos reforzados, adaptadas a los terrenos de alta corrosividad.
Revestimientos especiales, para los casos extremos de corrosividad del medio.

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos exteriores.

Tabla 5. Revestimientos exteriores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Zinc metálico + barniz bituminoso	Barniz bituminoso
Protecciones reforzadas	Zinc metálico + barniz bituminoso + manga de polietileno (aplicada en sitio)	Barniz bituminoso + manga de polietileno
Revestimientos especiales	Consultar al fabricante	Revestimiento especial epoxy

Los revestimientos interiores de los tubos y uniones de fundición dúctil se pueden clasificar en tres categorías, según la agresividad de las aguas transportadas en:

Revestimientos clásicos, que convienen a la gran mayoría de las aguas residuales y potables. Protecciones reforzadas, adaptadas a las aguas agresivas para los cementos (aguas dulces, ácidas, altamente abrasivas, etc.).

Revestimientos especiales, que se proponen en casos muy particulares de agresividad de las aguas (efluentes industriales)

En la siguiente tabla se presenta la gama de revestimientos interiores.

Tabla 6. Revestimientos interiores tuberías de hierro dúctil

Revestimientos	Tubos	Accesorios
Revestimientos clásicos	Mortero de cemento	Barniz bituminoso

Protecciones reforzadas	Mortero de cemento aluminoso	Epoxy
Revestimientos especiales	Según condiciones de diseño	Según condiciones de diseño

RECUBRIMIENTO INTERIOR EN MORTERO DE CEMENTO

Las tuberías tendrán un revestimiento interior en mortero de cemento cumpliendo con la especificación AWWA C-104 o ISO 4179. El mortero para el revestimiento será una mezcla de cemento, arena y agua. El mortero de cemento no contendrá menos de una parte de cemento por dos partes de arena, aplicados en volumen.

La superficie interior deberá quedar sin protuberancias de hierro y libre de cualquier otro material que pueda penetrar a través del revestimiento.

La aplicación se hará por medio de aspersión centrífuga o de un método de proyección para la tubería.

El espesor de revestimiento interior de la tubería y accesorios en mortero de cemento no será menor de 1/8”. El espesor será determinado mientras el mortero esté húmedo a una distancia tal que cumpla las Normas ISO 2531 y AWWA-C100. El revestimiento interior deberá estar libre de escamas, corrugados o defectos.

Los tubos estarán revestidos interiormente de mortero de cemento en conformidad con la Norma NTC 4952 / ISO 4179-85. El cemento será un cemento de alto horno o tipo portland.

Los espesores del mortero de cemento están definidos en la tabla siguiente:

Tabla 7. Espesores de mortero en tubería de hormigón

DN	Espesores (mm)		
	Normal	Valor medio mínimo	Valor mínimo en un punto
60 –300	3	2.5	1.5
350 - 600	5	4.5	2.5
700 - 1200	6	5.5	3.0
1400 - 1200	9	8.0	4.0

RECUBRIMIENTO EXTERIOR

Los tubos de hierro dúctil serán revestidos exteriormente de zinc metálico en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1; la cantidad promedio de zinc depositada no será inferior a 200 gr/m2. Después del zincado los tubos serán revestidos con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937-1/ISO 8179-1.

Los tubos serán revestidos externamente con dos capas, así:

K) Una primera con zinc metálico, mediante la electrodeposición de hilo de zinc de 99 % de pureza, depositándose como mínimo 130 gr./m2 (Según norma ISO 8179-1 NTC 4937- 1). Antes de la aplicación del zinc, la superficie de los tubos deberá estar seca y exenta de partículas no adherentes como aceite, grasa, etc.

L) Una segunda de pintura bituminosa, mediante la pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 µ. La capa de acabado deberá recubrir uniformemente la totalidad de la capa de zinc y estará exenta de defectos tales como carencias o desprendimientos.

La aplicación del recubrimiento exterior, se hará de tal forma que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección.

Estas capas de protección serán aplicadas en la parte exterior de todo el tubo. Cualquier desperfecto ocasionado en accesorios, campanas y espigos del tubo deberá ser reparado antes de ser enfundado e instalado.

La superficie de recubrimiento mencionada deberá ser continua, suave y no pegajosa cuando esté expuesta al sol o al calor y deberá estar fuertemente adherida a la superficie del tubo.

Los accesorios y piezas especiales de hierro dúctil serán revestidos interior y exteriormente con una pintura bituminosa; el promedio de espesor de la pintura bituminosa no será inferior a 70 micrones, en conformidad con la Norma NTC 4937 / ISO 8179-85.

INSPECCIÓN Y PRUEBA EN FÁBRICA

AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. tendrá libre acceso a las instalaciones del fabricante para asegurar el cumplimiento de las especificaciones y la ejecución del trabajo. Sin embargo AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. considera suficiente la presentación de las certificaciones expedidas por el fabricante de la tubería en relación con el cumplimiento de las diferentes normas estipuladas en estas especificaciones. En especial las siguientes:

u) Resultados de los análisis metalográficos, comprobación de la microestructura esferoidal del Hierro Dúctil.
v) Cartas de fundición del Hierro Dúctil.
w) Resultados de las pruebas a la compresión y a la abrasión del mortero empleado para el revestimiento interior de la tubería.
x) Resultados de las pruebas hidrostáticas de cada uno de los tubos fundidos (con campana y espigo) a una presión de 250 psi. Esta prueba puede efectuarse antes o después de la aplicación del revestimiento exterior y del recubrimiento interior, pero siempre se efectuará antes de la aplicación del revestimiento en mortero. La tubería permanecerá a la presión del ensayo durante un tiempo mínimo de 1 minuto. Los controles y equipos requeridos serán debidamente instalados con el fin de medir adecuadamente la presión del ensayo y la duración del mismo. La Tubería que presente fugas o que no resista la presión de trabajo será rechazada.

Todas las pruebas que se realicen durante la fabricación de la tubería serán por cuenta del fabricante.

En el caso de que la fabricación de la tubería se realice en el extranjero, AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A E.S.P tiene toda autonomía para contratar la inspección de la fabricación con una firma especializada en estas labores, radicada en el mismo lugar de fabricación, sin que esto libere al CONTRATISTA de la revisión final de las tuberías, en el sitio de almacenamiento y en la zanja de instalación.

La tubería será limpia, sana y sin defectos que puedan deteriorar el servicio. La reparación de los defectos mediante el uso de soldadura o cualquier otro método no será permitido si dichas reparaciones afectan las condiciones de servicio de la tubería o su capacidad para cumplir los requerimientos a los esfuerzos.

TRANSPORTE

Los vehículos deben ser apropiados para el transporte y las operaciones de carga y descarga de los tubos y uniones de hierro fundido dúctil. Es necesario respetar las siguientes reglas básicas.

Excluir el uso de cadenas, guayas o cables para el movimiento de tubos (para evitar daños en los revestimientos).
Evitar cualquier contacto directo de los tubos con el piso, se obtiene la horizontalidad de los tubos fijando en el piso dos hileras paralelas de maderas de buena calidad.

Garantizar el buen comportamiento de la carga durante el transporte.
Para maniobrar la tubería es necesario hacerlo utilizando bandas en nylon o cabuyas plásticas. Esto evitara que la tubería pierda el recubrimiento.

INSTALACION DE TUBERÍA

Cuando la instalación de la tubería se realice en terrenos arenosos, se colocará la tubería directamente sobre el fondo de la zanja, utilizando para atracar la tubería y rellenar la zanja el material de excavación si es adecuado.

Cuando se realice la instalación en suelos rocosos ó arcillosos se utilizará para cimentación una cama de arena de 0.10 m y posteriormente se atracará en arena a ambos lados y por encima hasta 0.10 m de la cota clave de la tubería. El resto de la zanja se rellenará con material seleccionado del sitio compactado al 90% del P.M. o cuando lo indique la INTERVENTORÍA con material seleccionado de cantera compactado al 95% del P.M.

En caso de que la tubería sea instalada en terrenos con alto contenido de material orgánico se deberá seguir lo estipulado en el diseño o lo indicado por la INTERVENTORÍA.

La tubería de hierro dúctil puede instalarse utilizando cualquiera de los tres métodos que se relacionan a continuación, previa autorización de la INTERVENTORÍA.

La utilización de cualquiera de estos métodos dependerá del diámetro de la tubería, el tipo de suelo y las condiciones de instalación.

Instalación de la tubería utilizando una barra la cual servirá como palanca apoyada en el terreno, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera. Se recomienda este método en tuberías con diámetros hasta 200 mm (8”).

Instalación de la tubería utilizando la cuchara de la retroexcavadora la cual presionará el extremo de la tubería, el extremo del tubo deberá protegerse con una pieza de madera.

Instalación de la tubería utilizando un diferencial (polea o señorita) la cual presionará el extremo de la tubería.

La parte interior de la campana, la empaquetadura y el extremo liso al insertar deben mantenerse limpios durante todo el proceso de montaje. Las juntas son herméticas en la medida que estén limpias.

Se colocará la cinta referenciadora de acueducto, a una distancia por encima de la cota clave de la tubería de 0,30 m.

Durante el proceso de instalación de las tuberías se realizan actividades de corte, para lo cual es necesario realizar una marca perpendicular al eje del tubo en el perímetro del mismo. El corte se deberá hacer con las herramientas adecuadas (cortador de tubería), posterior al corte es necesario rehacer el chaflán para evitar que se dañe el empaque de la junta al montar la junta.

En tuberías con juntas campana–espigo (extremo liso) antes de insertar la empaquetadura se deberán eliminar todas las materias extrañas en la campana como son barro, arena, escoria, grava, basura, etc. El asiento de la empaquetadura deberá inspeccionarse a fondo para asegurar que esté limpio. Se debe limpiar la empaquetadura usando un trapo limpio, doblarla y colocarla luego en la campana. Si no hay ningún marcado en la espiga, se deberá trazar una señal en el espigo del tubo a colocar, a una distancia del extremo de la espiga igual a la profundidad de enchufe menos 10 mm. Se debe aplicar una capa delgada del lubricante de la tubería en la superficie interna de la empaquetadura que entrará en contacto con el extremo liso del tubo y en el chaflán y la espiga del tubo. Se ensambla el tubo introduciendo el espigo hasta la señal indicada en la tubería y en los casos en donde la tubería no viene marcada de fábrica, a la profundidad de enchufe menos 10 mm, marcada en obra.

En tuberías con juntas bridadas es necesario respetar el orden y el torque de apriete de la tornillería. Se deben mantener limpias las caras de las bridas y el empaque, el cual se fijará a uno de los extremos bridados de la junta con soldadura o en el caso de empaques plásticos se deberá ubicar entre las dos bridas alineados, una vez alineada la tubería se procederá montar la tornillería y apretar los mismos, en el orden descrito en la siguiente figura.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DN 24" B. E.L. HD ANSI CL 150	E.T. 4040

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será el METRO LINEAL (ML) de tubería suministrada, instalada y recibida a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de tubería que se considera.

El suministro de tuberías se medirá y pagará de acuerdo con las unidades y a los precios estipulados en la Lista de Cantidades y Precios.

Incluirá el suministro de las tuberías, toda la mano de obra, planta y equipo para la ejecución de todos los trabajos que sean necesarios para el manejo, almacenamiento si es el caso, e instalación correcta de la tubería en zanjas, de acuerdo con lo estipulado en estas Especificaciones y con los alineamientos, pendientes y cotas que se muestran en los planos, y todos los demás trabajos que se requieran para completar esta parte de la obra y que no tengan medida ni pago por separado.

Los siguientes trabajos que se deben realizar para completar esta parte de la obra se medirán y pagarán según se establece a continuación:

- Excavaciones según lo establecido en el capítulo de “Excavaciones”.
- Rotura de pavimentos, andenes y sardineles, según lo establecido en el capítulo de “Rotura y reconstrucción de pavimentos, andenes y sardineles”.
- Suministro e instalación de los tipos de entibados según lo establecido en el capítulo de “Entibados”.
- Relleno de acuerdo con lo estipulado en el capítulo de “Rellenos”.
- Cargue, transporte y descargue y disposición de los materiales sobrantes según lo establecido en estas especificaciones.

No habrá medida ni pago por separado por la realización de los siguientes trabajos requeridos para completar esta parte de la obra:

- Ensayos no destructivos especificados en la fase de instalación y pruebas.
- Obras provisionales, equipo y suministro de materiales y herramientas requeridas para llevar las tuberías hasta su posición final dentro de las zanjas o pasos aéreos.
- Manejo y eventual almacenamiento de la tubería.
- Retiro, reparación y reinstalación de la tubería que resulte dañada por causa de soldaduras o instalaciones defectuosas o por mal manejo.
- Desinfección de la tubería.
- Ensayos no destructivos especificados en la fase de fabricación.
- Cargue en el almacenamiento, transporte al sitio de la obra y descargue allí de los elementos objeto del suministro.
- Almacenamiento en un lugar cercano a la obra.

Todos los demás trabajos que deberá ejecutar el Contratista para cumplir lo especificado en este Capítulo y que no son objeto de ítem separados de pago.

En los precios unitarios se debe cubrir todos los costos y trámites directos e indirectos, previstos e imprevistos, de fabricación, transporte, seguros, impuestos, trámites de importación, aduanas y almacenamiento en puerto, permisos para transporte, cargue, manejo, almacenamiento, traslado al sitio de la obra, instalación, y entrega de la tubería a satisfacción de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. El precio unitario incluye igualmente la mano de obra, herramientas, materiales y equipos de instalación requeridos.

El pago se hará sobre la medición de tuberías instaladas en zanja, midiendo entre vértices o puntos determinados por la INTERVENTORÍA, sin descontar los espacios ocupados por los accesorios.

El precio unitario de instalación NO INCLUYE la instalación de válvulas, las cuales se consideran para pago separado de instalación, al igual que se consideran para pago separado los empates con tuberías existentes.

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACION TUBERIA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	**SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DN 24" B. E.L. HD ANSI CL 150**	**E.T. 4040**

El suministro e instalación de tubería será pagado de acuerdo con el valor unitario consignado en el formulario de precios unitarios, los cuales incluyen equipo, herramientas, materiales, mano de obra, administración, dirección y utilidad del CONTRATISTA.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE NIPLE DN 24” B.E.L. HD ANSI CL 150 (ML)

CAPITULO	SUMINISTRO E INSTALACIÓN TUBERÍA ACUEDUCTO	C.4000
ACTIVIDAD	SUMINISTRO E INSTALACIÓN EMPAQUE ACERROJADO	E.T. 4041

GENERALIDADES

La junta STANDARD Vi es una junta automática acerrojada. Se adapta a todos los enchufes SRANDARD. El anillo de junta STANDARD Vi permite, gracias a la presencia de los insertos, acerrojar los enchufes por enganche sobre la espiga de los tubos.

Tabla 1. Anillos para montaje con tuberías y accesorios Standard DN60-700.

DN	L	ϕ A	ϕ B	PESO
mm	mm	mm	mm	kg
60	27,3	105,6	113,8	0,155
80	27,2	122,9	131,7	0,21
100	27,1	143,8	154,8	0,28
125	28	170,7	181,7	0,331
150	28,8	197,7	208,5	0,441
200	28,4	250,5	261,9	0,615
250	31	303,5	314,9	0,853
300	35	359,5	371,1	1,308
350	34,5	414	424	1,57
400	35,8	466,5	476,5	1,84
450	37,5	519,8	529,8	2,35
500	38,5	573,4	583,4	2,71
600	41	680,2	691	3,78
700	44	787,6	798,8	3,9

Tabla 2. Anillo para montaje con tuberías y accesorios. C30/C40 DN60-700.

DN	Clase	Desviación	Juego máx. alineado	Juego máx. desviado	PFA
mm		grado	mm	mm	bar
60	C40	5	36	30	22
80	C40	5	37	29	16
100	C40	5	33	22	16
125	C40	5	35	22	16
150	C40	5	38	23	16
200	C40	4	42	22	16
250	C40	4	41	17	16
300	C40	3	38	9	16
350	C30	3	43	17	16
400	C30	2	42	12	16
450	C30	2	43	9	13
500	C30	2	43	6	11
600	C30	2	46	2	10
700	C25	2	99	41	10

Campo de empleo:

Para redes de abastecimiento de agua potable.

Características principales:

- Calidad del elastómero: EPDM (EN681-1).
- Fácil y rápida instalación en obra.
- Posibilidad de juego axial.
- Reserva de seguridad importante en lo que respecta a la PFA.
- Importante desviación angular.

MEDIDA Y FORMA DE PAGO

La medida para efectos de pago será la unidad (und) de empaque suministrado, instalado y recibido a satisfacción por parte de AGUAS DE BARRANCABERMEJA S.A. E.S.P. en todos los aspectos; para cualquiera de las opciones o tipos de empaques que se considera.

ÍTEM DE PAGO

SUMINISTRO E INSTALACIÓN EMPAQUE ACERROJADO (UND)