



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY  
ADMINISTRACION DE LAS OBRAS SANITARIAS DEL ESTADO

***PROYECTO SEXTA LÍNEA DE BOMBEO***

***Proyecto ejecutivo, suministros y ejecución de la obra para el  
mejoramiento de la aducción y distribución de agua potable del  
Sistema Metropolitano***

***LICITACION PUBLICA INTERNACIONAL N°***

**SECCIÓN 3**  
**ESPECIFICACIONES TECNICAS**

**NOVIEMBRE 2006**

## Índice

<b>1</b>	<b>ALCANCE</b>
<b>2</b>	<b>INFORMACION TECNICA Y REFERENCIAS</b>
<b>3</b>	<b>CARACTERISTICAS GENERALES DEL SUMINISTRO</b>
<b>3.1</b>	Materiales admisibles para caños, piezas especiales, válvulas y equipos de medición
<b>3.2</b>	Requisitos de aceptación del suministro propuesto
<b>3.2.1</b>	Certificación
<b>3.2.2</b>	Cumplimiento de normas
<b>3.2.3</b>	Memorias de cálculo
<b>3.2.4</b>	Condiciones de servicio
<b>3.3</b>	Integridad del suministro
<b>3.4</b>	Inspecciones y verificaciones en fábrica
<b>4.</b>	<b>FUNDICION DÚCTIL</b>
<b>4.1</b>	Generalidades
<b>4.2</b>	Normativa y manuales vigentes
<b>4.3</b>	Memoria de cálculo
<b>4.4</b>	Caños
<b>4.4.1</b>	Características
<b>4.4.2</b>	Juntas
<b>4.4.3</b>	Ensayos en fábrica
<b>4.5</b>	Piezas especiales
<b>4.5.1</b>	Descripción
<b>4.5.2</b>	Ensayos en fábrica
<b>4.6</b>	Protección Anticorrosivo
<b>4.6.1</b>	Documentos de Referencia
<b>4.6.2</b>	Aplicación de Protección Anticorrosiva
<b>4.6.2.1</b>	Generalidades
<b>4.6.2.2</b>	Recubrimiento Anticorrosivo
<b>4.6.3</b>	Relevamiento Preliminar y Cálculo del ICL
<b>4.6.3.1</b>	Caracterización de la Traza
<b>4.6.3.2</b>	Cálculo del ICL
<b>4.6.4</b>	Nivel de Protección Anticorrosiva Requerido
<b>4.6.5</b>	Verificaciones y Ensayos para Habilitación del Sistema de Protección Catódica
<b>4.6.6</b>	Documentación de Proyecto
<b>4.7</b>	Transporte
<b>4.8</b>	Manipulación

- 4.9 Almacenaje
- 5. **POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)**
  - 5.1 Generalidades
  - 5.2 Normativa y manuales vigentes
  - 5.3 Diseño de los caños y piezas especiales a suministrar
    - 5.3.1 Caños
    - 5.3.2 Juntas de Caños
    - 5.3.3 Piezas especiales
  - 5.4 Memoria de cálculo
  - 5.5 Fabricación de los caños y piezas especiales a suministrar
  - 5.6 Inspección en fábrica
  - 5.7 Ensayos
    - 5.7.1 De recepción
    - 5.7.2 Del producto
    - 5.7.3 De calificación
  - 5.8 Transporte
  - 5.9 Manipulación
  - 5.10 Almacenaje
- 6. **ACERO**
  - 6.1 Generalidades
  - 6.2 Normativa y manuales vigentes
  - 6.3 Memoria de Cálculo
  - 6.4 Caños
  - 6.5 Juntas
  - 6.6 Piezas especiales
  - 6.7 Identificación
  - 6.8 Ensayos de recepción
  - 6.9 Conexiones
  - 6.10 Protección anticorrosiva
    - 6.10.1 Documentos y normas de referencia

- 6.10.2 Sistema de Protección Anticorrosiva
- 6.10.3 Verificaciones y ensayos para habilitación
- 6.10.4 Documentación de proyecto

## **7. VÁLVULAS, EQUIPOS DE MEDICION, ELEMENTOS PARA CONEXIÓN DE VÁLVULAS Y EQUIPOS**

- 7.1 Válvulas
  - 7.1.1 Generalidades
  - 7.1.2 Normativa vigente
  - 7.1.3 Características generales
  - 7.1.4 Ensayos de las válvulas
  - 7.1.5 Verificaciones
  - 7.1.6 Tipos de válvulas a suministrar
    - 7.1.6.1 Válvulas mariposas
    - 7.1.6.2 Válvulas de compuerta
    - 7.1.6.3 Válvulas de aire
    - 7.1.6.4 Válvulas reguladoras
    - 7.1.6.5 Válvulas de retención
- 7.2 Piezas de montaje y reparación
- 7.3 Equipos de medición
- 7.4 Elementos para desagües
- 7.5 Elementos para la conexión de válvulas de aire
- 7.6 Elementos para la conexión y anclaje de válvulas

## **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

### **1. ALCANCE**

- 1.1** El contratista deberá suministrar todos los materiales y equipos necesarios para la completa ejecución de las obras que se licitan, con los ajustes que surjan del Proyecto Ejecutivo a realizar por el contratista y a aprobar por la Administración.
- 1.2** La fabricación, verificación y prueba para la recepción de los caños, piezas especiales, válvulas y equipos se harán de acuerdo a las presentes especificaciones técnicas y a las que la Administración apruebe, derivadas de la información complementaria que haya formulado el contratista en su oferta.

### **2. INFORMACIÓN TÉCNICA Y REFERENCIAS**

- 2.1** El oferente suministrará todos los catálogos, folletos e información requerida que se refiera a las características particulares, materiales, formas, dimensiones y pesos de los distintos materiales ofertados.
- 2.2** No se aceptarán ofertas de suministros que carezcan de las referencias requeridas.

### **3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL SUMINISTRO**

#### **3.1 Materiales admisibles para caños y piezas especiales**

Los caños y las piezas especiales podrán ser de los siguientes materiales: **acero, fundición dúctil o poliéster reforzado con fibra de vidrio (PRFV).**

Para válvulas y equipos se tomarán en cuenta las especificaciones que se detallan más adelante en los apartados correspondientes a estos puntos en esta Sección.

#### **3.2 Requisitos de aceptación del suministro propuesto**

##### **3.2.1 Cumplimiento de normas**

El suministro propuesto deberá cumplir con las últimas ediciones de las normas vigentes que rigen en todas las etapas requeridas para la culminación de la obra, desde su fabricación hasta la puesta en operación de la tubería. Dichas normas se exponen en los artículos correspondientes a cada material.

##### **3.2.2 Certificación**

Los fabricantes de caños, piezas especiales y accesorios y los fabricantes de válvulas y de equipos (instrumentos de medición) deberán acreditar:

- Certificación de gestión de la calidad de acuerdo a las normas ISO 9001/2000 para su proceso de fabricación de los productos a suministrar.
- Certificación de que los productos a suministrar cumplen con las normas que se exigen para cada uno de ellos en las presentes especificaciones técnicas, otorgadas por organismos de certificación reconocidos internacionalmente.

Estas acreditaciones deberán estar vigentes al momento de fabricación de los suministros que motivan la presente licitación.

### 3.2.3 Memorias de cálculo

El oferente deberá presentar las memorias de cálculo correspondientes a los materiales propuestos en la oferta.

La memoria de cálculo deberá verificar que se cumple con los requerimientos mínimos de trabajo presentados en el Art. 3.2.4.1 de estas especificaciones.

Se deberá determinar, para cada tramo de la traza de la cañería, al menos los siguientes parámetros de diseño: **Características de la materia prima a utilizar, Clase de presión, Rigidez o Clase de rigidez, Espesores**, y se presentará los cálculos que avalen: **Verificación de la deflexión a largo plazo (50 años), al colapso (por vacío y por carga externa) y cargas combinadas** para cada material y para el tipo de instalación propuesta (material de relleno, compactación, dimensiones de zanja, etc.).

Este listado de tareas no es exhaustivo, pudiéndose requerir otras determinaciones, dependiendo del material ofertado para la cañería.

### 3.2.4 Condiciones de servicio

3.2.4.1 Los requerimientos mínimos que deberán cumplir los materiales para las cañerías, piezas especiales, válvulas y equipos son los detallados a continuación.

Diámetro interno (mm)	1200	1000	900	800
Longitud aprox. (km)	33,5	2,5	7,8	7,8
Presión nominal (kg/cm <sup>2</sup> )	16	16	10	10
Presión de vacío (kg/cm <sup>2</sup> )	-1	-1	-1	-1
Sobrepresión máxima por transitorios (kg/cm <sup>2</sup> )	Según manual de cálculo del material ofertado	Según manual de cálculo del material ofertado	Según manual de cálculo del material ofertado	Según manual de cálculo del material ofertado

Tapada mínima (m)	1.50	1.50	1.50	1.50
Carga de tránsito (según Norma ASSHTO 20)	7248 kg/rueda	7248 kg/rueda	7248 kg/rueda	7248 kg/rueda

En las planillas del rubrado de la Memoria Descriptiva se indican los diámetros, longitudes, cantidades y otras características particulares de los materiales a efectos de la cotización de las ofertas.

- 3.2.4.2** La Administración presenta a título ilustrativo como anexo de esta Sección un estudio preliminar de suelos. El oferente deberá realizar todos los estudios complementarios que estime necesarios para avalar los parámetros de diseño e instalación de los caños y piezas que proponga en su oferta.

### **3.3 Integridad del suministro**

Todos los caños, piezas especiales, válvulas y equipos se suministrarán con todos los elementos accesorios necesarios para el correcto montaje en obra. El oferente detallará estos elementos en la oferta, debiendo su costo estar incluido en la cotización del elemento principal incluido en el rubrado.

Los bulones, arandelas, aros de goma y juntas planas (arandelas de brida), pasta lubricante, fundas de polietileno, etc. se suministrarán con un exceso de un 5%.

El suministro incluirá, además, kits de reparación para válvulas y equipos, según recomendación de los fabricantes y según lo especificado en el apartado correspondiente.

### **3.4 Inspecciones y verificaciones en fábrica**

Se cumplirá con lo dispuesto en el Art. 56 del Pliego de Condiciones Particulares.

- 3.4.1** El fabricante deberá permitir todas las verificaciones que la Administración juzgue conveniente realizar en fábrica por intermedio de su Agente Verificador, tanto en lo referente a calidad y dimensionado como en lo referente a la técnica de fabricación. El fabricante proveerá, sin compensación alguna, todas las herramientas, máquinas de ensayo, materiales, etc., necesarios para las verificaciones, así como personal indicado a estos fines.

El equipo de supervisión que designará la Administración podrá presenciar los ensayos que se realicen, quedando a cargo del contratista los costos de traslados y estadía correspondientes

- 3.4.2** El Agente Verificador procederá, en presencia del fabricante o de su

Representante, a las verificaciones y pruebas prescritas, debiendo aplicar, en aquellos casos en que no se especifique el procedimiento a seguir, los métodos que correspondan a su criterio.

**3.4.3** En lo que respecta a los materiales empleados, el Agente procederá, toda vez que los procesos de fabricación lo requieran, a verificar la composición química de los materiales y a efectuar las pruebas de resistencia mecánica y físico-químicas que correspondan, según las presentes especificaciones.

**3.4.4** Al terminarse la verificación de cada lote, se levantará un Acta o Certificado de Calidad, en el que constarán los resultados de todos los ensayos, incluyendo los ensayos metalográficos realizados por el fabricante, cuando correspondiere.

En dicha Acta, que llevará las firmas del Agente Verificador y del Fabricante, constará la cantidad de unidades de cada lote verificado y aceptado y los datos referentes al material suministrado, junto con las aclaraciones y observaciones que se juzgue conveniente incluir, para una mejor interpretación de los procedimientos de ensayo empleados y de los resultados obtenidos.

**3.4.5** Se firmarán cinco copias del Acta, de las cuales dos quedarán en poder del fabricante, una en poder del Agente Verificador y las dos restantes serán enviadas por el Agente a la Administración.

## **4. FUNDICIÓN DÚCTIL**

### **4.1 Generalidades**

El diseño, fabricación e instalación de la tubería en fundición dúctil se deberá realizar siguiendo las recomendaciones del Manual de la AWWA M-41 y/o de la Norma EN 545, última edición y de las normas que se detallan en el artículo siguiente.

### **4.2 Normativa vigente y manuales de referencia**

Los caños y piezas especiales de fundición dúctil deberán cumplir con las normas AWWA, ISO y/o Norma europea (EN) vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, que se exponen a continuación:

**EN-545:** "Tuyaux, raccords et accessoires en fonte ductile et leurs assemblages pour canalisations d'eau. Prescriptions et méthodes d'essai"

**ISO 2531:** Ductile Iron Pipes, Fittings, Accessories and Their Joints for Water or Gas Applications

**ISO 4633:** Rubber Seals – Joint Rings for Water Supply, Drainage and Sewerage Pipelines – Specification for Materials

**ISO 4179:** Ductile Iron Pipes and Fittings for Pressure and Non-pressure Pipelines – Cement Mortar Lining

**ISO 8179:** Ductile Iron Pipes – External Zinc-based Coating  
Part I – Metallic Zinc with Finishing Layer  
Part II – Zinc Rich Paint with Finishing Layer

**ISO 8180:** Ductile Iron Pipelines – Polyethylene Sleeving for Site Application

**ISO 4014:** Hexagon head bolts - Product grades A and B

<b>ISO 4032:</b>	Hexagon nuts, style 1 - Product grades A and B
<b>ISO 7005:</b>	Metallic flanges (Part 1: Steel flanges; Part 2: Cast iron flanges; Part 3: Copper alloy and composite flanges)
<b>AWWA C-104:</b>	Cement Mortar Lining for Ductile Iron Pipe and Fittings for Water
<b>AWWA C-105:</b>	Polyethylene Encasement for Ductile Iron Pipe Systems
<b>AWWA C-110:</b>	Ductile Iron and Gray Iron Fittings for Water
<b>AWWA C-153:</b>	(alternativa a las piezas cubiertas por la Norma AWWA C-110) Ductile Iron Compact Fittings for Water Service
<b>AWWA C-111:</b>	Rubber Gasket Joints for Ductile Iron Pressure Pipe and Fittings
<b>AWWA C-150:</b>	Thickness Design of Ductile Iron Pipe
<b>AWWA C-151:</b>	Ductile Iron Pipe, Centrifugally Cast, for Water
<b>AWWA C-600:</b>	Installation of Ductile Iron Water Mains and Their Appurtenances Other Liquids
<b>Manual AWWA M-41:</b>	Ductile - Iron Pipe and Fittings

### 4.3 Memoria de cálculo

Como parte de la oferta, se presentará la Memoria de Cálculo basada en el Manual AWWA M-41 y/o en la Norma EN 545 para cada diámetro y presión nominal de la traza, que confirmará que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestos son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la tubería en servicio desde su puesta en operación hasta el final del período de diseño.

Dichas memorias deberán contener los cálculos siguientes:

- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria
- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

## **4.4 Caños**

Los caños de fundición dúctil se fabricarán y ensayarán según la Norma ISO 2531.

### **4.4.1 Características**

#### ***Espesor y clase de espesor***

El espesor se determinará tomando en cuenta los requerimientos especificados en el apartado 3.2.4.1 y siguiendo los métodos de cálculo de los Manuales AWWA M-41, norma AWWA C-150/C-151 y/o de la Norma Europea EN- 545 para el diseño de caños de fundición dúctil. El oferente deberá presentar la Memoria de Cálculo que avale la clase de espesor elegida (k).

#### ***Longitud***

La longitud total mínima de los caños será de 5m. Se aceptarán caños de menores dimensiones en las proporciones permitidas por la norma mencionada.

#### ***Recubrimiento interno***

Los caños estarán recubiertos interiormente con mortero de cemento centrifugado de acuerdo con la Norma ISO 4179 o la Norma AWWA C-104, debiéndose describir en la oferta el tipo de cemento a utilizar y las proporciones de cada elemento del mortero.

#### ***Recubrimiento externo***

Los caños estarán recubiertos exteriormente según se indica en la Norma ISO 8179.

#### ***Fundas de polietileno***

En caso de que se deban suministrar fundas de polietileno para protección de la cañería en terrenos agresivos, se realizará de acuerdo a la norma ISO 8180. Las fundas tendrán las dimensiones requeridas para cubrir las longitudes de tubería indicadas en las planillas del rubrado de la Memoria Descriptiva.

Se suministrarán las cintas adecuadas para la fijación de las fundas, en las cantidades necesarias.

### **4.4.2 Juntas**

Las juntas de los caños serán tipo elástica con aro de goma, pudiéndose usar juntas acerrojadas o juntas mecánicas para los casos en que sea necesario según Proyecto Ejecutivo. Los aros de goma tendrán la forma y dimensiones recomendadas por el fabricante y deberán cumplir con la Norma ISO 4633.

En la oferta se describirán los distintos tipos de junta, incluido el aro de goma, presentando un plano detallado con indicación de las dimensiones y sus respectivas tolerancias. Se indicará la deflexión máxima admitida en cada unión para cada tipo de junta y cada diámetro.

El oferente cotizará caños, piezas especiales y elementos de unión o empalme

en las cantidades según planilla de rubrado de la Memoria Descriptiva.

Se incluirá en la oferta toda la información relativa a los aros de goma a utilizar: procedencia, marca de fábrica, forma y dimensiones, materiales constitutivos y normas de fabricación, dureza, etc.

#### **Lubricante**

De ser necesaria la utilización de pasta lubricante para el montaje de las juntas, se suministrará dicha pasta en cantidad suficiente, con un exceso de un 5%.

Se indicará la procedencia de la pasta lubricante, composición y el nombre del fabricante, además de las condiciones en que debe ser conservada previamente a su utilización.

### **4.4.3 Ensayos en fábrica**

Se realizarán en fábrica todos los ensayos previstos por las respectivas normas vigentes.

La presión manométrica de prueba en fábrica para los caños Ø 1200 mm y Ø 1000 mm a suministrar deberá ser como mínimo 25 bar y para los caños de diámetros Ø 900 mm y Ø 800 mm será como mínimo de 16 bar. Se deberá presentar documentación, que avale estos ensayos, mediante un Organismo Certificador independiente de reconocimiento internacional.

## **4.5 Piezas especiales**

### **4.5.1 Descripción**

Las piezas especiales serán de fundición dúctil, de acuerdo con la Norma ISO 2531.

Tendrán dimensiones que permitan la unión al caño mediante junta elástica con aro de goma, u otro tipo de junta que se describirá.

Estarán revestidas interior y exteriormente debiéndose indicar las características del revestimiento y normas de ensayo a aplicar.

La clase de espesor de las piezas especiales será el recomendado por Norma ISO 2531, estableciéndose un mínimo de K 12.

Las bridas serán las que correspondan a la clase de presión indicada en el artículo 3.2.4.1 y según norma ISO 2531.

Se presentarán planos detallados de todas las piezas, indicando dimensiones, pesos y tolerancias.

Si la fábrica no produjera alguna de las piezas descritas en las planillas, se cotizará el conjunto de piezas equivalente.

### **4.5.2 Ensayos en fábrica**

Se realizarán en fábrica todos los ensayos previstos por las respectivas normas.

Todas las piezas se someterán a ensayos de estanqueidad de conformidad con

la norma ISO 2531.

Se examinará cuidadosamente la superficie de todas las piezas con el objeto de descubrir posibles defectos de fabricación.

Se verificarán las dimensiones y los pesos teniendo en cuenta las tolerancias de la norma correspondiente y la información técnica suministrada por el oferente.

En general se rechazarán todos los materiales que presenten defectos de fabricación netos o disimulados o señales de oxidación. También se rechazarán todos los materiales cuyos pesos y dimensiones difieran de lo especificado por la norma en mayor cantidad que las respectivas tolerancias.

Los elementos rechazados deberán ser repuestos por parte del contratista por otros nuevos.

## **4.6 Protección anticorrosiva**

### **4.6.1 Documentos de Referencia**

ASTM G 57: Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using Wenner Four-Electrode Method

AWWA C-105: Polyethylene Encasement for Ductile-Iron Pipe in Soils

DIN 30671: Thermoset Plastic Coatings for Buried Steel Pipelines

DIN 30676: Design and Application of Cathodic Protection of External Surfaces

NACE RP 0169: Control of External Corrosion On Underground or Submerged Metallic Piping Systems

NACE RP 0188: Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates

NACE RP 0274: High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation

NACE RP 0490: Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760  $\mu\text{m}$  (10 to 30 mils)

Apartado 6.10 de estas especificaciones (Protección Anticorrosiva de Cañerías de Acero Enterradas) en lo que sea aplicable.

En todos los casos, se utilizará la última edición, revisión o actualización publicada del documento correspondiente.

### **4.6.2 Aplicación de Protección Anticorrosiva**

#### **4.6.2.1 Generalidades**

Los requerimientos de protección anticorrosiva de la cañería y las técnicas aplicables para su implementación, serán definidos a partir de las características locales del entorno a lo largo de la traza de la cañería, de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones.

Para ello el contratista realizará un relevamiento preliminar de la traza, según lo previsto en el apartado 4.6.3, a partir del cual se establecerá un Índice de Criticidad Local (ICL) del entorno, que permitirá definir los requisitos mínimos de protección para cada sector de la cañería. Dichos requisitos, establecidos en el apartado 4.6.4, podrán variar desde un nivel de exigencia nula (cañería instalada sin protección anticorrosiva de tipo alguno en puntos de baja criticidad con suelos de características protectoras) hasta un nivel de protección integral (recubrimiento anticorrosivo externo y protección catódica complementaria) en suelos altamente corrosivos o con interferencias críticas. En todos los casos, el contratista podrá optar por la utilización de cañerías y accesorios no metálicos en sectores específicos de la traza, como alternativa a la instalación de protección anticorrosiva en dichos sectores.

El relevamiento preliminar de la traza de la cañería, el diseño y la instalación de la protección anticorrosiva en los sectores de la cañería donde se requiera su implementación, cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0169 y con los requerimientos específicos contenidos en estas especificaciones; estas tareas serán realizadas bajo supervisión directa de un profesional con experiencia comprobada en el cálculo, especificación y montaje de sistemas de protección anticorrosiva para cañerías de transmisión.

#### **4.6.2.2 Recubrimiento Anticorrosivo**

Podrán utilizarse recubrimientos anticorrosivos especificados según lo previsto en la Norma AWWA C-105, mediante envoltura de la cañería con polietileno (Polyethylene Encasement, PE) o recubrimientos integrales a base de poliolefinas, epoxi termofusionado (Fusion-Bonded Epoxy, FBE), poliuretánicos o sistemas de cintas tri-capa; en todos los casos, el contratista presentará los antecedentes necesarios para demostrar la aptitud de los productos propuestos para proteger cañerías de características similares a la proyectada.

Sin perjuicio de lo establecido en las Normas de aplicación correspondientes, los recubrimientos serán inspeccionados en campo aplicando cada una de las siguientes técnicas y ensayos de integridad:

1. Medición de espesor de película seca (cuando corresponda) y control de adherencia, según los métodos previstos en las Normas DIN 30671 y ASTM D 4541, en puntos definidos a criterio de la Dirección de Obra.
2. Detección holidays al 100% del recubrimiento, según métodos previstos en la Norma NACE RP 0188 y, cuando corresponda, en NACE RP 0274 y NACE RP 0490.
3. Verificación de integridad del recubrimiento por medio de envíos de corriente según criterios de densidad de corriente máxima previstos en la Norma DIN 30676, en tramos instalados mediante perforación o tunelado, o bien, en aquellos sectores donde por la naturaleza rocosa del terreno y/o las condiciones de instalación de la cañería, la Dirección de Obra presuma de la existencia de daños en el recubrimiento anticorrosivo.

El contratista reparará todos los defectos detectados en el recubrimiento anticorrosivo de acuerdo con un procedimiento específico pre-establecido a tal efecto, o bien, sustituirá el recubrimiento defectuoso; los sectores reparados o sustituidos de recubrimiento serán nuevamente inspeccionados de acuerdo con lo establecido en estas especificaciones.

Cuando se requiera, de acuerdo con los criterios indicados en el apartado 4.6.4 de esta Sección, el recubrimiento anticorrosivo de la cañería se complementará con instalación de cajas para medición de potenciales (CMPs), continuidad eléctrica a lo largo de la línea y protección catódica.

La protección catódica de la cañería podrá implementarse mediante sistemas de corriente impresa y/o ánodos galvánicos de sacrificio, y cumplirá con lo previsto en el apartado 6.10.2.2.

### **4.6.3 Relevamiento Preliminar y Cálculo del ICL**

#### **4.6.3.1 Caracterización de la Traza**

El contratista realizará un relevamiento preliminar a lo largo de la traza proyectada de la cañería, determinando los siguientes parámetros que se requerirán para el cálculo del ICL:

1. Caracterización del tipo de suelo, identificando las siguientes categorías:
  - 1a: Suelos salinos o carbónicos
  - 1b: Suelos altamente orgánicos, con contenido elevado de humus, rellenos sanitarios, basurales
  - 1c: Suelos con arcillas grises o azules
  - 1d: Suelos rocosos con arcillas rojas o pardas
  - 1e: Suelos no rocosos con arcillas rojas o pardas
  - 1f: Suelos limosos
  - 1g: Suelos arenosos no salinos
  
2. Caracterización de humectación del suelo, identificando las siguientes categorías:
  - 2a: Suelos con alternancia de períodos secos y muy húmedos o anegados, o estacionalmente pantanosos
  - 2b: Napa próxima a la profundidad proyectada de instalación de la cañería
  - 2c: Suelos no anegados pero con napa muy próxima a la superficie
  - 2d: Suelos normalmente húmedos pero con napa por debajo de la profundidad proyectada de instalación de la cañería
  - 2e: Suelos permanentemente anegados
  - 2f: Suelos normalmente secos y con napa por debajo de la profundidad proyectada de instalación de la cañería
  - 2g: Suelos permanentemente secos y con napa por debajo de la profundidad proyectada de instalación de la cañería
  
3. Medición de la resistividad específica del suelo utilizando la metodología recomendada en la Norma ASTM G57 e identificando las siguientes categorías:
  - 3a: Menor o igual que 1.000 ohm-cm
  - 3b: Mayor que 1.000 ohm cm y menor o igual que 1.500 ohm-cm
  - 3c: Mayor que 1.500 ohm cm y menor o igual que 2.500 ohm-cm
  - 3d: Mayor que 2.500 ohm cm y menor o igual que 5.000 ohm-cm
  - 3e: Mayor que 5.000 ohm cm y menor o igual que 10.000 ohm-cm
  - 3f: Mayor que 10.000 ohm-cm
  
4. Medición de contenido total de cloruros en el suelo, identificando las siguientes categorías:
  - 4a: Mayor o igual que 1.000 ppm
  - 4b: Mayor o igual que 500 ppm y menor que 1.000 ppm

- 4c: Mayor o igual que 200 ppm y menor que 500 ppm
- 4d: Mayor o igual que 50 ppm y menor que 200 ppm
- 4e: Menor que 50 ppm
- 4f: Sin Información
  
- 5. Relevamiento de interferencias eléctricas con otras cañerías metálicas, identificando los siguientes elementos:
  - 5a: Fuente de corriente impresa a menos de 100 m de la traza proyectada
  - 5b: Paralelismo cercano de la traza proyectada con otras cañerías metálicas ( $[\text{longitud}]/[\text{separación}] < 20$ )
  - 5c: Fuente de corriente impresa a más de 100 m y menos de 300 m
  - 5d: Fuente de corriente impresa a más de 300 m y menos de 800 m
  - 5e: Cruce con otras cañerías metálicas protegidas catódicamente
  - 5f: Paralelismo cercano de la traza proyectada a conductores aéreos o enterrados de alta tensión ( $[\text{longitud}]/[\text{separación}] < 20$  y  $[\text{separación}]/[\text{tensión}] < 0,1 \text{ m/KV}$ )
  - 5g: Sin fuentes de corriente impresa a menos de 800 m de la traza proyectada y ausencia de cruces o tramos de paralelismo cercano con otras cañerías metálicas
  
- 6. Relevamiento de interferencias constructivas, identificando los siguientes accidentes:
  - 6a: Cruce de ríos y arroyos
  - 6b: Cruce de cabecera de puentes o bajo tablero
  - 6c: Planta urbana
  - 6d: Cruce de rutas nacionales
  - 6e: Cruce de calles y caminos
  - 6f: Sin interferencias constructivas
  
- 7. Antecedentes de daños por corrosión en cañerías de fundición o acero preexistentes en zonas cercanas a la traza proyectada:
  - 7a: Cañerías de fundición con recubrimiento externo, con antigüedad menor a 40 años
  - 7b: Cañerías de fundición desnudas con antigüedad menor a 30 años
  - 7c: Cañerías de fundición desnudas con antigüedad menor a 50 años
  - 7d: Cañerías de fundición desnudas con antigüedad menor a 100 años
  - 7e: Cañerías de acero con recubrimiento externo sin protección catódica con antigüedad menor a 40 años
  - 7f: Cañerías de acero con recubrimiento externo y protección catódica con antigüedad menor a 40 años
  - 7g: Cañerías de acero desnudas con antigüedad menor a 30 años
  - 7h: Cañerías de acero desnudas con antigüedad menor a 50 años
  - 7i: Cañerías de acero desnudas con antigüedad menor a 100 años
  - 7j: Los antecedentes no registran daños por corrosión
  - 7k: Sin información

La caracterización del tipo de suelo y nivel de humectación se determinará a partir de un relevamiento visual de la traza de la cañería, eventualmente complementado con cateos realizados en puntos críticos de la traza; esta caracterización será actualizada conforme progresen los trabajos de instalación

de la cañería, corrigiendo en consecuencia el ICL calculado a partir de la información obtenida en el relevamiento preliminar.

El relevamiento de resistividad se realizará utilizando la técnica prevista en la

Norma ASTM G 57, con una densidad no inferior a una lectura cada 100 m de traza, corregida según el método de Barnes para obtener el valor de resistividad específica de capa a la profundidad de instalación prevista de la cañería.

La determinación del contenido total de cloruros se realizará por lo menos en aquellos sectores de la traza donde se evalúe la posibilidad de instalar la cañería sin ningún tipo de protección anticorrosiva (cañería desnuda) y en zonas donde se presuma que puede existir una concentración significativa de estos compuestos, a juicio del especialista en protección anticorrosiva.

La identificación de interferencias se realizará a partir de la traza proyectada de la cañería y recabando la información disponible de las Autoridades Competentes y los Operadores Técnicos Responsables de otros servicios preexistentes en la zona. La Administración facilitará los antecedentes conocidos de daños por corrosión en cañerías metálicas preexistentes en zonas cercanas a la traza proyectada.

#### 4.6.3.2 Cálculo del ICL

Para el cálculo del ICL, la traza de la cañería se dividirá en tramos de 100 m de longitud; en cada tramo individual se asignarán coeficientes específicos a cada uno de los siete parámetros definidos en 4.6.3.1; los valores de dichos coeficientes se establecen en la tabla siguiente:

Parámetro	Categoría	Coeficiente
<b>1</b> <b>Tipo de Suelo</b>	1a	15
	b	10
	1c	10
	1d	5
	1e	3
	1f	2
	1g	0
<b>2</b> <b>Humectación del Suelo</b>	2a	6
	2b	5
	2c	4
	2d	3
	2e	2
	2f	1
	2g	0
<b>3</b> <b>Resistividad Específica del Suelo</b>	3a	15
	3b	13
	3c	11
	3d	9
	3e	7
	3f	0
<b>4</b> <b>Contenido de Cloruros</b>	4a	10
	4b	6
	4c	4
	4d	2
	4e	0
	4f	2

<b>5</b> <b>Interferencias Eléctricas</b>	5a	10
	5b	10
	5c	8
	5d	6
	5e	5
	5f	8
	5g	0
<b>6</b> <b>Interferencias Constructivas</b>	6a	12
	6b	10
	6c	8
	6d	6
	6e	2
	6f	0
<b>7</b> <b>Antecedentes de Daños por Corrosión</b>	7a	20
	7b	15
	7c	10
	7d	5
	7e	10
	7f	15
	7g	4
	7h	2
	7i	1
	7j	0
	7k	10

El ICL de cada tramo de la cañería se calculará como la suma de todos los coeficientes correspondientes a dicho tramo.

#### 4.6.4 Nivel de Protección Anticorrosiva Requerido

A partir de los valores de ICL calculados a lo largo de la traza, el Nivel de Protección Anticorrosiva (NPA) requerido en cada tramo de la cañería se establecerá a partir de los criterios resumidos en la tabla siguiente:

ICL	Resistividad Específica [ohm-cm]	NPA
Menor que 20	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	2
	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	1
	Mayor que 5.000	0
Mayor o Igual que 20 y Menor que 40	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	2

	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	2
	Mayor que 5.000	1
Mayor o igual que 40	Menor o igual que 1.000	3
	Mayor que 1.000 y menor o igual que 2.500	3
	Mayor que 2.500 y menor o igual que 5.000	2
	Mayor que 5.000	2

Los requerimientos mínimos de protección anticorrosiva en cada tramo de cañería se definirán en función del NPA del siguiente modo:

NPA	Envoltura PE	Revestimiento Integral	Continuidad eléctrica	CMPs	Protección Catódica
0					
1	X				
2	X		X	X	
3		X	X	X	X

#### 4.6.5 Verificaciones y Ensayos para Habilitación del Sistema de Protección Catódica

Una vez instalado y conectado el sistema de protección catódica, el contratista realizará las verificaciones y ensayos finales requeridos para su habilitación, de acuerdo con lo indicado en el apartado 6.10.3.

#### 4.6.6 Documentación de Proyecto

Previamente al inicio de los trabajos de construcción, y con la debida antelación, el contratista presentará para su evaluación y aprobación por parte de la Administración toda la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento con los requerimientos previstos en el presente documento, incluyendo, pero no limitado a lo siguiente:

1. Proyecto de Protección Anticorrosiva, incluyendo Planos y Esquemas de Instalación, Memorias de Cálculo y Especificaciones Técnicas de los materiales y equipos propuestos.

2. Procedimientos e Instructivos para Aplicación de Recubrimientos Anticorrosivos, Inspección, Relevamientos y Montaje de las Instalaciones.
3. Catálogos, Hojas Técnicas y Certificados de Calidad, Ensayo e Inspección de los productos propuestos (en particular, pinturas y recubrimientos anticorrosivos).
4. Informes de Relevamientos de Traza, Determinación del ICL y NPA Requerido
5. Cronograma de las actividades de relevamiento, aplicación de recubrimiento anticorrosivo, inspección, montaje y ensayos finales.
6. Organigrama del contratista para la realización de las actividades arriba mencionadas.

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista remitirá los Informes y Registros de Inspección correspondientes a las inspecciones previstas en las Normas de aplicación y a lo indicado en 4.6.2.2, en un plazo no superior a las 48hs. a partir de su realización.

Completadas las verificaciones y ensayos de habilitación referidos en la 4.6.5, el contratista entregará la siguiente documentación final:

1. Documentación completa Conforme a Obra.
2. Informe de los ensayos y verificaciones finales, incluyendo los registros y actas correspondientes.
3. Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Protección Anticorrosiva, el cual incorporará las recomendaciones contenidas en la Sección 10 de la Norma NACE RP 0169 para el control y validación de la protección catódica de la cañería, así como las prácticas de mantenimiento recomendadas por los proveedores de los equipos.

#### **4.7 Transporte**

El fabricante propondrá la ubicación y acopio de los tubos en el medio de transporte.

Serán de rechazo los tubos que sufran daños durante el transporte.

#### **4.8 Manipulación**

El traslado de tubos desde el lugar de descarga hasta el lugar de acopio se realizará siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Serán objeto de rechazo por parte de la Administración los caños y/o piezas que sufran daños durante el transporte y manipulación hasta su instalación y recepción provisoria, debiendo el contratista proceder a su sustitución a su costo.

#### **4.9 Almacenaje**

El contratista será responsable del adecuado almacenaje de los caños, piezas especiales y accesorios.

El almacenaje o acopio se realizará siguiendo las recomendaciones del fabricante.

Al acopiar los tubos, se aceptará como máxima deflexión vertical permitida un valor no superior al 1,5 % del diámetro.

La Administración no admitirá la recepción de tubos o piezas con abultamientos, zonas planas ni otros cambios bruscos de la curvatura de la pared de los mismos.

## 5. POLIESTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (PRFV)

### 5.1 Generalidades

El diseño, fabricación e instalación de la tubería en PRFV se deberá realizar siguiendo las recomendaciones del Manual de la AWWA M-45, última edición.

Los caños y piezas especiales de PRFV deberán cumplir con las normas ASTM, ANSI-AWWA y/o IRAM vigentes en el momento de ejecución de los trabajos, que se detallan en el siguiente artículo.

### 5.2 Normativa y manuales de referencia

La tubería deberá responder a las normas y manuales que se exponen a continuación, en su última edición:

- **AWWA C-950:** AWWA Standard para Tuberías de Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio – Tubería a presión.
- **AWWA M-45:** Manual AWWA para diseño e instalación de Tuberías de PRFV
- **ASTM D3517:** Especificación Standard para Tuberías de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) a presión. Aplicable a tubos desde 200 mm a 3.600 mm de diámetro, con o sin agregado de arena silíceo y resina poliéster o epoxi.
- **ASTM D4161:** Especificación Standard para Juntas de Tubería de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) usando sellos flexibles de elastómeros.
- **ASTM D3567:** Práctica Standard para Determinación de Dimensiones de Tubería y Accesorios de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio).
- **ASTM D3839:** Práctica Standard para la Instalación de Tubería de P.R.F.V. (Poliéster Reforzado con Fibra de Vidrio) enterrada.
- **ASTM D2992:** Práctica normalizada para obtener la base de diseño o Presión Hidrostática para tubos y accesorios de resinas reforzadas con fibra de vidrio.
- **ASTM D2412:** Método Standard para cálculo de la clase de rigidez (ensayo mediante platos paralelos)
- **ASTM D5365:** Método standard para cálculo de la flexión circunferencial a largo Plazo (Sb)
- **ISO 10639-2004:** Especificación de Sistemas de conducción plásticos para suministro de agua con y sin presión – Tubos de resinas poliéster insaturadas reforzadas con fibra de vidrio.

## Normas IRAM

- **IRAM 13483:** Tubos de PRFV- Criterios y requerimientos para su diseño.
- **IRAM 13431:** Tubos de PRFV- “Tubos de poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella. Medidas.
- **IRAM 13432:** Tubos de PRFV- “Tubos de poliéster insaturado reforzado con fibra de vidrio destinados al transporte de agua y líquidos cloacales con presión o sin ella. Requisitos.
- **IRAM 13435-1 e IRAM 13435-2:** Tubos de resinas poliéster insaturadas reforzadas con fibra de vidrio. Determinación del estireno libre.
- **IRAM 13440:** Tubos de PRFV- Determinación de la estanqueidad de la junta.
- **IRAM 13484:** Tubos de PRFV- Bases de diseño hidrostático.
- **IRAM 13438-1:** Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción circunferencial. Método del disco partido.
- **IRAM 13438-2:** Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción circunferencial. Método de la presión interna.
- **IRAM 13439:** Tubos de PRFV- Determinación de la rigidez tangencial específica inicial (S.T.I.S)
- **IRAM 13436:** Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la compresión axil.
- **IRAM 13437:** Tubos de PRFV- Determinación de la resistencia a la tracción axil.
- **IRAM 13480:** Tubos de PRFV- Directivas de procedimiento para efectuar instalaciones subterráneas de tubos y piezas de conexión.
- **IRAM 13352:** Tubos de material plástico para conducción de agua potable. Requisitos bromatológicos.
- **IRAM 113035:** Aros de caucho, aros y juntas para unión en tuberías de suministro de agua potable, drenajes y desagües - Características de los materiales y requisitos.

## 5.3 Diseño de los caños y piezas especiales a suministrar

### 5.3.1 Caños

#### **Características**

Los caños deberán ser de los diámetros y con las características indicadas en la Tabla del apartado 3.2.4.1

### **Rigidez**

La clase de rigidez de los caños será determinada por el oferente, tomando en cuenta las condiciones de servicio de la tubería y el tipo de instalación a proponer según las características de cada tramo de la traza.

El oferente deberá justificar la rigidez elegida mediante una memoria de cálculo siguiendo los procedimientos recomendados por el Manual AWWA M-45.

Con el objetivo de facilitar el estudio de las ofertas se deberá definir como clase de rigidez el valor de S.T.I.S (Rigidez tangencial específica inicial) expresada en  $N/m^2$ . La referencia para esta determinación es la norma IRAM 13439 "Determinación de la rigidez tangencial específica inicial (S.T.I.S.)".

**No se admitirán ofertas que consideren clases de rigidez menores a  $5000N/m^2$ .**

### **Espesor**

En la memoria de cálculo donde se presenta el proceso de elección y verificación de la rigidez de los tubos, el oferente deberá indicar el espesor resultante de su diseño de fábrica para los diámetros y clases de presión exigidos.

### **Longitud**

El oferente propondrá la longitud de los caños a suministrar. Esta deberá ser tal que optimice el medio de transporte a utilizar y minimice el número de juntas. Se aceptarán longitudes menores a las usadas en forma standard cuando las condiciones de obra lo requieran.

## **5.3.2**

### **Juntas de Caños**

#### **Tipos**

La junta de los caños podrá ser de tipo "espiga-enchufe" (ASTM D4161) o tipo "manguito", en ambos casos con cierre hidráulico de aros de goma. Se deberán tomar en cuenta la norma IRAM 13440.

Pueden utilizarse otros sistemas de unión para casos especiales: unión por bridas, juntas flexibles y mecánicas de acero.

En aquellos casos en que los caños deban unirse con juntas a bridas con aro de goma, las mismas deberán responder en lo referente a espesor y taladrado a lo establecido en las Normas ISO 2531/7005/4014/4032.

Se preverá el suministro de juntas acerrojadas para casos en que se necesite absorber esfuerzos axiales y de juntas mecánicas o "de desmontaje" para permitir el retiro o colocación de válvulas u otras piezas.

En la oferta se describirán los distintos tipos de junta, (incluido el aro de goma), presentando un plano detallado con indicación de las dimensiones y sus respectivas tolerancias.

#### **Deflexión de las juntas**

Se indicará la deflexión máxima admitida para cada tipo de junta y cada diámetro.

Para la determinación de la estanqueidad y deflexión angular de las juntas,

aplicable a los tubos de plástico reforzado con fibra de vidrio con unión deslizante (junta con aro elastomérico), rige lo especificado en la Norma IRAM 13.440 "Métodos de determinación de la estanqueidad de las juntas" y ASTM D4161.

### **Aros de goma**

Los aros de goma responderán a la Norma IRAM N° 113.035.

Se incluirá la información relativa a los aros de goma a utilizar: procedencia, marca de fábrica, forma, dimensiones y materiales constitutivos.

El aro de goma y su forma de instalación deberán ser tales que aseguren su correcto ensamblado evitando mordeduras.

### **5.3.3 Piezas especiales**

Las piezas especiales serán de PRFV y serán fabricadas para todos los tramos de la traza con clase de presión PN25.

Los ramales té y tangenciales deberán tener como mínimo parte de su laminado externo rodeando al tubo principal en forma completa, es decir en 360°.

El oferente presentará una memoria descriptiva del diseño y fabricación de las piezas especiales, incluyendo piezas gráficas, siguiendo las recomendaciones del Manual AWWA M-45.

Se aceptará la incorporación de piezas de ajuste en acero o fundición dúctil, cuando las condiciones de obra lo requieran, según los requisitos exigidos para los caños fabricados en estos materiales.

La Administración podrá requerir ensayos de prueba hidráulicas en fábrica en común acuerdo con el fabricante e inspeccionar dichas pruebas.

### **5.4 Memoria de cálculo**

**5.4.1** El oferente presentará la Memoria de Cálculo basada en el Manual AWWA M-45 "Fiberglass Pipe - Design" y en la Norma IRAM 13.483 para cada diámetro y presión de servicio de la traza, que confirmará que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestos son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la tubería en servicio desde su puesta en servicio hasta el final del período de diseño, considerando el tipo de suelo a emplear en el relleno y el grado de compactación del mismo.

Dichas memorias deberán contener los cálculos siguientes:

- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria
- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

### **5.5 Fabricación de los caños y piezas especiales a suministrar**

#### ***Método de fabricación***

Los caños serán fabricados por el método de enrollamiento continuo o por el de enrollamiento discontinuo (filament-winding).

Los tubos serán rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme.

**Marcado**

Todos los tubos deberán ser identificados en fábrica con los datos siguientes: diámetro interior, clase de presión, clase de rigidez, espesor, fecha de fabricación y número individual de fabricación. Las tuberías tendrán sello de certificación de calidad del producto.

**Material**

El material empleado en cañerías para agua potable cumplirá con los requisitos de las Normas ASTM D 3517 e IRAM 13.352

**Clasificación celular**

Los caños y piezas especiales responderán a la norma AWWA C-950-01 Tipo I grado 2 y acabados B, C o D e IRAM 13.432.

**Acabados**

Los caños y piezas especiales deberán tener una superficie densa, suave y lisa. Deberá estar libre de fracturas, agrietamientos e irregularidades en la superficie.

**5.6 Inspección en fábrica**

La Inspección de la fabricación de productos se hará por parte de un Agente Verificador de la Administración. Podrá realizarse en fábrica o en otro lugar por convenio previo y deberá cumplir con las recomendaciones de Sección 5 de la Norma AWWA C950 y de la Norma IRAM 13.431.

La Administración inspeccionará a su criterio todas las fases de fabricación y ensayo de la totalidad de los productos a suministrar.

Todos los productos serán inspeccionados en la planta del fabricante de acuerdo con las disposiciones de las normas referidas. El contratista notificará al Agente Verificador de la Administración por escrito la fecha de comienzo de su fabricación, por lo menos veinte días antes del comienzo de cualquier etapa de fabricación del caño.

Mediante inspección ocular deberá verificarse que en todos los tubos moldeados y terminados no existan afloramientos de fibras hacia el exterior de la superficie, comprobándose, además, que haya un recubrimiento de resina de un espesor mínimo de 1 mm por encima de la capa de refuerzo subyacente.

Mediante instrumentos adecuados, se medirán todas las dimensiones y características geométricas de los productos inspeccionados.

La rigidez mínima de los caños será verificada en fábrica mediante los ensayos previstos en la Sección 5 de la Norma AWWA C-950.

Respecto a la verificación del contenido del monómero estireno libre rige lo especificado en la Norma IRAM 13.435.

**5.7 Ensayos**

Todos los ensayos serán realizados en conformidad con las normas vigentes referidas anteriormente, según corresponda.

### 5.7.1 De recepción

Las materias primas a emplear para la fabricación de los productos a suministrar serán ensayadas antes de ser empleadas en el proceso de fabricación de los productos.

El contratista realizará dichos ensayos de materiales sin cargo para la Administración.

### 5.7.2 Del producto

Los productos fabricados serán sometidos a los siguientes ensayos: inspección visual, medición de dimensiones, prueba hidráulica, dureza, tracción circunferencial y longitudinal, compresión longitudinal, rigidez y deflexión, de acuerdo a lo requerido por las normas correspondientes. Se presentará un acta de estos resultados a la Administración, firmada por el fabricante y el agente verificador.

#### ***Prueba hidráulica en fábrica***

En lo que se refiere a la prueba hidráulica en fábrica, ésta se realizará, de acuerdo a las normas establecidas, a una presión mínima de dos veces la clase de presión de la tubería, siguiendo los lineamientos de la norma ANSI/AWWA C 950 en su última versión "Fiberglass Pressure Pipe", en particular el punto 5.1.2.1 "Hydrostatic leak tests".

### 5.7.3 De calificación

Estos ensayos que avalan los parámetros de diseño del suministro ofertado se presentarán por medio de documentación debidamente certificada. Serán los siguientes:

***Base Hidrostática de Diseño (HDB)***, según Norma ASTM D2992 "Standard Practice for Obtaining Hydrostatic or Pressure Design Basis for Fiberglass Pipes and Fittings", ASTM D3517 "Standard Specification for Fiberglass Pressure Pipe" y Norma IRAM 13484 "Bases de diseño hidrostático".

***Resistencia a la flexión del anillo a largo plazo (Sb)***, según Norma ASTM D5365 "Standard test method long term ring-bending strain of fiberglass pipe".

***Ensayo de las juntas***, según Norma ASTM D4161 "Standard Specification for Fiberglass Pipe Joints using Flexible Elastomeric Seals".

### 5.8 Transporte

Se revisarán todos los tubos en el lugar de descarga para asegurarse de que no hayan sufrido daño alguno durante el transporte. También se volverá a inspeccionar cada tubo inmediatamente antes de proceder a su instalación.

Cuando sea necesario transportar los tubos desde el lugar de descarga hasta el lugar de instalación se utilizará el embalaje original de envío. Si esto no es posible, entonces se debe depositar los tubos sobre maderas planas distanciadas 4 metros (3 metros en caso de diámetros pequeños) como máximo y con un voladizo de 2 metros como máximo.

También se deben fijar los tubos para que permanezcan estables y separados y

se tiene que asegurar que no haya contacto entre ellos para que las vibraciones debidas al transporte no produzcan una abrasión entre los mismos.

Serán de rechazo los tubos que sufran daños durante el transporte.

## 5.9 Manipulación

La descarga de los tubos será responsabilidad del contratista. El uso de cuerdas de guía atadas a los tubos o a los embalajes de los mismos facilita el control manual de los tubos durante la elevación y posterior manipulación.

En caso que se necesiten varios puntos de anclaje se utilizará barras. La finalidad de estos métodos es evitar que los tubos caigan, tengan colisiones o reciban golpes, en especial en sus extremos. No se permitirá el uso de eslingas metálicas.

Los tubos sueltos se pueden izar usando flejes flexibles, cuerdas o fajas teladas planas. En ningún caso se usará cables de acero o cadenas para levantarlos o transportarlos. No se deben izar tubos pasando una cuerda por el interior de los mismos de extremo a extremo.

Serán objeto de rechazo por parte de la Administración los caños y/o piezas que sufran daños durante el transporte y manipulación hasta su instalación y recepción provisoria, debiendo el contratista proceder a su sustitución a su costo.

## 5.10 Almacenaje

El contratista será responsable del adecuado almacenaje de los caños, accesorios y aros de goma.

Cuando se depositen los tubos directamente en el suelo se deberá asegurar que la zona sea plana y que esté exenta de piedras u otros escombros que puedan dañar el tubo.

Si los tubos fueren apilados se deberán separar las camadas mediante tablas de madera con cuñas en los extremos. La altura máxima para apilar tubos será de 3 metros. Asimismo, se recomienda dejarlos en el embalaje de origen empleado en el envío.

Los tubos serán debidamente calzados para evitar el rodamiento de los mismos. Al almacenar los tubos, se tomarán las precauciones para que la máxima deflexión vertical permitida no supere los siguientes valores:

Para Rigidez SN 5000 Deflexión máxima (% del diámetro) = 2.0

Para Rigidez SN 10000 Deflexión máxima (% del diámetro) = 1.5

La Administración no admitirá la recepción de tubos o piezas con abultamientos, zonas planas ni otros cambios bruscos de la curvatura de la pared de los mismos.

En el caso que las juntas de caucho y los acoplamientos se reciban por separado, las juntas deberán almacenarse en su embalaje original en una zona resguardada de la luz y no deberán ser expuestas a la luz del sol excepto durante la operación de montaje de la tubería. También deberán estar protegidas del contacto con grasas y aceites derivados del petróleo, disolventes y otras

sustancias perjudiciales.

El lubricante para las juntas deberá almacenarse de forma que se evite dañar el embalaje. Los contenedores a medio usar deberán cerrarse y sellarse de nuevo, para evitar cualquier posible contaminación del lubricante.

Si durante la instalación la temperatura desciende por debajo de los 5° C, las juntas y los lubricantes deberán ser resguardados hasta el momento de ser utilizados.

## 6. ACERO

### 6.1 Generalidades

El oferente indicará en su propuesta:

- la materia prima que utilizará con las memorias de cálculo según 6.3
- los procesos de fabricación y ensayos con las normas a las que responderán el diseño y la fabricación
- los procedimientos constructivos específicos

La fabricación y ensayos en fábrica de los caños y piezas especiales se realizará de acuerdo a la norma AWWA C-200, última edición y normas referidas en ellas, siguiendo las recomendaciones del Manual M-11 de la AWWA.

La cañería será fabricada según los requisitos de las normas ASTM A-134, con aceros según tabla 1 de la norma AWWA C-200 y/o ASTM A-139, grado B o superior.

Se aceptarán como materia prima aceros cuya tensión de fluencia sea mayor o igual a 35 ksi (2.460 kg/cm<sup>2</sup>).

La Administración podrá aceptar la fabricación de caños bajo otras normas equivalentes o de mayor exigencia, a su solo juicio.

El diseño, transporte, manipulación de caños, condiciones de instalación de la tubería, conexiones, anclajes y ensayos en campo se realizarán de acuerdo con lo establecido en el Manual M-11 de la AWWA, última edición, y según las normas AWWA que se detallan en el artículo siguiente.

### 6.2 Normativa y manuales de referencia

AWWA C 200:	"Steel Water Pipe 6 Inches and Larger" y todas las normas referidas en ella.
AWWA C205:	"Cement – Mortar Protective Lining and Coating for Steel Water Pipe – 4 Inches and Larger – Shop Applied"
AWWA C602:	"Cement – Mortar Lining of Water Pipelines - 4 Inches and Larger - In Place"
	AWWA C 207: "Steel Pipe Flanges for Waterworks Service – Sizes 4 Inches through 144 Inches"
AWWA C 208:	"Dimensions for Steel Water Pipe Fittings"
AWWA C 219:	"Bolted Sleeve-type Couplings for Plain-end Pipe"
AWWA C 221:	"Fabricated Steel Mechanical Slip-type Expansion Joints"
AWWA C 223:	"Fabricated Steel and Stainless Steel Tapping Sleeves"
Manual AWWA M11:	"Steel Pipe – A Guide for Design and Installation"

Se considerarán admisibles normas IRAM o ABNT equivalentes, a solo juicio de la Administración.

### 6.3 Memoria de Cálculo

El oferente presentará la memoria de cálculo del espesor de los caños y piezas especiales, teniendo en cuenta todas las solicitudes a las que va a estar sometida la tubería (ver tabla del apartado 3.2.4.1), sus dimensiones, las condiciones de instalación propuestas y el acero que se utilice para su fabricación.

Los cálculos se basarán en las recomendaciones del Manual M-11 de la AWWA y verificarán que los parámetros de diseño y las condiciones de instalación propuestas son los adecuados para garantizar el buen funcionamiento de la cañería en servicio, desde su puesta en operación hasta el final del período de diseño (50 años).

Dichas memorias deberán contener los cálculos y verificaciones siguientes:

- Espesor
- Clase de presión
- Presión de trabajo
- Sobrepresión transitoria
- Deflexión
- Cargas combinadas
- Pandeo o inestabilidad del equilibrio

En lo que se refiere a la verificación de inestabilidad del equilibrio, se evaluará particularmente las condiciones óptimas del material de relleno de zanja en los tramos en que la cañería quede por debajo de la napa freática o en suelos periódicamente inundables.

Para el acero ASTM A 139 grado B, el espesor mínimo admisible por la Administración será de 6.35 mm (0.25") para las cañerías Ø 32" (800 mm) y Ø 36" (900 mm) con presión interna manométrica nominal 10 kg/cm<sup>2</sup>, de 7,94 mm (5/16") para la cañería Ø 40" (1000 mm) y de 9.5 mm (3/8") para la cañería Ø 48" (1200 mm) con presión interna manométrica nominal 16 kg/cm<sup>2</sup>.

En el caso de proponerse aceros de grado superior, se podrá admitir otros espesores que verifiquen los cálculos.

El valor propuesto quedará condicionado a la aprobación por parte de la Administración.

No se diseñará sobre-espesor por corrosión, sino que la tubería será adecuadamente protegida, según el Art. 6.10.

### 6.4 Caños

**6.4.1** Los caños y piezas especiales serán de acero con costura soldada. La fabricación de los caños será con soldadura helicoidal mediante fusión por el método del arco eléctrico.

**6.4.2** Los caños serán rectos a simple vista, de sección circular y espesor uniforme. Las tolerancias para estas características están expuestas en la Norma AWWA

C – 200, última edición, apartado 4.12.

**6.4.3** Los caños se entregarán en longitudes acordes con el tipo de transporte propuesto, no admitiéndose longitudes menores a 10 m, salvo para un porcentaje menor de tubos, para cuyas cantidades y longitudes, a determinar en etapa de proyecto ejecutivo, se tendrá en cuenta lo indicado en el apartado 4.12.4.2 de la Norma AWWA C-200, última edición, de modo de permitir ajustes en sitio.

**6.4.4** Se entregarán en obra debidamente revestidos interior y exteriormente de acuerdo a lo especificado más adelante, en el artículo 6.10, con los extremos sin protección alguna hasta entre 100 mm y 150 mm del borde, en el caso de uniones soldadas.

## **6.5 Juntas**

**6.5.1** Las juntas de los tubos y piezas especiales serán soldadas en campo o bridadas.

**6.5.2** Las juntas soldadas en campo se realizarán de acuerdo con las especificaciones técnicas contenidas en la memoria descriptiva particular de la obra para tubería de acero.

**6.5.3** En el caso de juntas bridadas, las bridas se fabricarán de acuerdo a lo indicado en la Norma AWWA C207, última edición, según presión correspondiente. El oferente establecerá el tipo de brida a utilizar.

El diámetro interior de las bridas responderá a la tubería sobre la cual se soldará y deberá ser tal que le permita montarse sobre la misma posibilitando así su soldado con doble filete uno a cada lado de la brida, del mismo espesor del caño. El filete interior estará terminado de forma de no pasar la superficie interior del caño ni la cara interior de la brida.

Se suministrarán con su correspondiente juego de espárragos y tuercas y de empaquetaduras, que serán fabricadas con material apto para uso con agua potable.

Los bulones y tuercas de acero que se utilicen en las uniones entre bridas recibirán un baño electrolítico de cadmio o de otro material resistente a la corrosión y los de tamaño menor o igual a 12 mm serán de acero inoxidable.

Para las conexiones con las instalaciones existentes del sistema, se tendrá en cuenta que las bridas existentes cumplen con los requerimientos de las Normas ISO 2531/7005/4014/4032.

**6.5.4** Se preverá el suministro de juntas mecánicas de tipo flexible para permitir el desmontaje eventual de piezas. Cumplirán con los requisitos establecidos en el Manual M11 de la AWWA, última edición. Estas juntas serán revestidas con las mismas protecciones especificadas para las tuberías de acero. En el caso de juntas mecánicas para conexión de válvulas, se considerará lo establecido en el Artículo 7.2 de la presente Sección.

**6.5.5** Previendo que en la etapa de proyecto ejecutivo se desarrolle la opción de construir tramos aéreos de la cañería, se cotizará el suministro de juntas de expansión para cada diámetro, que cumplirán con la Norma AWWA C-221.

## **6.6 Piezas especiales**

**6.6.1** Las piezas especiales se unirán a la cañería recta mediante soldadura en campo. En casos específicos a determinar en el proyecto ejecutivo podrán ser bridadas.

**6.6.2** Se construirán con elementos soldados y cumplirán con las dimensiones establecidas en la Norma AWWA C208, última edición.

**6.6.3** Se cotizará la instalación de manholes en los tres tramos de tubería, que se diseñarán de acuerdo a lo establecido en el Manual M-11 de AWWA.

**6.6.4** El fabricante establecerá en la oferta los ensayos no destructivos y/o hidrostáticos a que someterá las piezas especiales en fábrica.

## **6.7 Identificación**

Todos los tubos y piezas especiales serán identificados en fábrica con los datos siguientes: marca, país de origen, materia prima con la tensión de fluencia, diámetro interno, presión de trabajo, espesor, fecha de elaboración, número individual de fabricación.

## **6.8 Ensayos de recepción**

Se efectuarán todos los ensayos físicos, químicos, destructivos y no destructivos previstos en las normas.

Todos los gastos emergentes de estos ensayos (transporte de material, preparación de probetas y los ensayos propiamente dichos) serán incluidos en la oferta.

Los criterios de aceptación de ensayos se ajustarán a lo establecido en las normas.

La Administración controlará los ensayos para la recepción de los productos en la forma establecida en el artículo 56 del Pliego de Condiciones Particulares.

El fabricante registrará todos los ensayos prescritos por la norma y elaborará un informe con los resultados de los mismos. Se presentará acta de estos resultados a la Administración, firmada por el fabricante y el agente supervisor.

## **6.9 Conexiones**

El contratista deberá verificar en sitio los diámetros exteriores de las tuberías de acero existentes para construir las correspondientes piezas de empalme.

El contratista estudiará, en cada caso, el diseño de piezas especiales de empalme y la instalación de juntas dieléctricas (ver artículo 6.10).

En caso de empalmar con una terminación bridada, las contrabridas deberán corresponder a la misma normalización que las bridas de las válvulas o juntas de montaje vecinas con las cuales se acoplarán. Las contrabridas, espárragos y tuercas deberán ser construidos en acero. Las empaquetaduras podrán ser de asbesto grafitado u otro material de calidad equivalente o superior.

Las tuberías a intemperie deberán cumplir con la norma AWWA C-218, última

edición.

## 6.10 Protección anticorrosiva

Se definen a continuación los requerimientos técnicos mínimos para la protección anticorrosiva de las cañerías y accesorios de acero enterrados.

### 6.10.1 Documentos y normas de referencia

<b>ASTM B 483:</b>	“Standard Specification for Magnesium Alloy Anodes for Cathodic Protection”
<b>ASTM D 4541:</b>	“Standard Method for Pull-Off Strength of Coating Using Portable Adhesion Testers”
<b>ASTM G 57:</b>	“Standard Test Method for Field Measurement of Soil Resistivity Using Wenner Four-Electrode Method”
<b>AWWA C-210:</b>	“Liquid-Epoxy Coating System for the Interior and Exterior of Steel Pipelines”
<b>AWWA C-213:</b>	“Fusion-Bonded Epoxy Coating for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines”
<b>AWWA C-215:</b>	“Extruded Polyolefin Coatings for the Exterior of Steel Water Pipelines”
<b>AWWA C-216:</b>	“Heat-Shrinkable Cross-Linked Polyolefin Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Steel Water Pipelines”
<b>AWWA C-217:</b>	“Cold-Applied Petrolatum Tape and Petrolatum Wax Tape Coatings for the Exterior of Special Sections, Connections, and Fittings for Buried or Submerged Steel Water Pipelines”
<b>AWWA C-222:</b>	“Polyurethane Coatings for the Interior and Exterior of Steel Water Pipelines”
<b>DIN 30.670:</b>	“Polyethylene coatings for steel pipes and fittings – Requirements and testing”
<b>DIN 30.671:</b>	“Thermoset Plastic Coatings for Buried Steel Pipelines”
<b>DIN 30.676:</b>	“Design and Application of Cathodic Protection of External Surfaces”
<b>CAN/CSA Z245.21:</b>	“External polyethylene coating for pipe”
<b>IRAM 2214:</b>	“Cables para Protección Catódica”
<b>NACE RP 0169:</b>	“Control of External Corrosion On Underground or Submerged Metallic Piping Systems”
<b>NACE RP 0177:</b>	“Mitigation of Alternating Current and Lightning Effects on

## Metallic Structures and Corrosion Control Systems”

- NACE RP 0188:** “Discontinuity (Holiday) Testing of New Protective Coatings on Conductive Substrates”
- NACE RP 0274:** “High-Voltage Electrical Inspection of Pipeline Coatings Prior to Installation”
- NACE RP 0286:** “Electrical Isolation of Cathodically Protected Pipelines”
- NACE RP 0490:** “Holiday Detection of Fusion-Bonded Epoxy External Pipeline Coatings of 250 to 760 µm (10 to 30 mils)”
- NACE RP 0572:** “Design, Installation, Operation and Maintenance of Impressed Current Deep Groundbeds”

En todos los casos, se utilizará la última edición, revisión o actualización publicada del documento correspondiente.

### 6.10.2 Sistema de Protección Anticorrosiva

El conjunto de cañerías y accesorios será protegido contra la corrosión mediante un sistema integral de protección anticorrosiva, compuesto por un componente de tipo pasivo o primario (recubrimientos anticorrosivos externo e interno) y un complemento activo para la protección de la superficie externa (protección catódica).

El diseño e instalación de la protección anticorrosiva cumplirán como mínimo con lo previsto en la Norma NACE RP 0169-2002 y con los requerimientos específicos contenidos en el presente apartado.

La elaboración del diseño y la supervisión de la instalación del sistema de protección anticorrosiva serán realizadas por un profesional con experiencia comprobada en el cálculo, especificación y montaje de sistemas de protección anticorrosiva y catódica para cañerías de transmisión.

#### 6.10.2.1 Recubrimientos Anticorrosivos

##### a) Recubrimiento Interno

La especificación, aplicación e inspección del recubrimiento anticorrosivo interno cumplirá con lo previsto en la Norma AWWA C-210, utilizándose exclusivamente productos de calidad sanitaria, aptos para servicio en contacto con agua potable para consumo humano.

##### b) Recubrimiento Externo

La especificación, aplicación e inspección del recubrimiento anticorrosivo cumplirá con lo previsto en la Norma AWWA C-215 para la protección externa de caños y con lo previsto en la Norma AWWA C-216 para el recubrimiento en campo de las uniones soldadas. Alternativamente, el recubrimiento anticorrosivo externo de los caños podrá realizarse de acuerdo con lo previsto en la Norma AWWA C-213.

Los accesorios metálicos enterrados o empotrados de geometría compleja, tales como válvulas, bridas, pasamuros, reducciones,

casquetes, derivaciones, adaptadores, etc., serán protegidos con cintas de aplicación en frío a base de ceras micro-cristalinas de petróleo, de acuerdo con la Norma AWWA C-217.

Los accesorios metálicos sumergidos o instalados en el interior de cámaras o recintos serán protegidos por aplicación de pinturas epoxídicas o poliuretánicas, según AWWA C-210 o AWWA C-222, respectivamente.

Sólo en el caso de soldaduras circunferenciales, se admitirá realizar recubrimientos puntuales con mantas termocontraíbles. Su sistema de aplicación, a detallar por el oferente, incluirá una esmerada preparación de la superficie y una imprimación epoxi previa.

#### **c) Compatibilidad e Interfase entre Productos**

En todos los casos, el contratista verificará la compatibilidad química y mecánica de los productos utilizados entre sí y con respecto al sustrato; los procedimientos de aplicación incorporarán todos los aspectos relativos a la preparación y limpieza de la superficie, aplicación del recubrimiento, inspección, reparación y solución de interfases entre recubrimientos disímiles.

#### **d) Requerimientos Adicionales de Inspección**

Sin perjuicio de lo establecido en las Normas arriba citadas, los recubrimientos serán inspeccionados en campo aplicando cada una de las siguientes técnicas y ensayos de integridad:

- Medición de espesor de película seca y adherencia según métodos previstos en las Normas DIN 30671 y ASTM D 4541, en puntos definidos a criterio de la Dirección de Obra.
- Detección de "holidays" al 100% de las superficies internas y externas, según métodos previstos en la Norma NACE RP 0188 y, cuando corresponda, en NACE RP 0274 y NACE RP 0490.
- Verificación de integridad del recubrimiento externo por medio de envíos de corriente según criterios de densidad de corriente máxima previstos en la Norma DIN 30676, en tramos instalados mediante perforación o tunelado, o bien, en aquellos sectores donde por la naturaleza rocosa del terreno y/o las condiciones de instalación de la cañería, la Dirección de Obra sospeche de la existencia de daños en el recubrimiento anticorrosivo externo.

El contratista reparará todos los defectos detectados en los recubrimientos anticorrosivos de acuerdo con un procedimiento específico preestablecido a tales efectos, o bien, sustituirá el recubrimiento defectuoso; los sectores reparados o sustituidos de recubrimiento serán nuevamente inspeccionados de acuerdo con lo establecido en la presente Sección.

### **6.10.2.2 Protección Catódica**

#### **a) Requerimientos generales**

La protección catódica de la cañería podrá implementarse mediante sistemas de corriente impresa y/o ánodos galvánicos de sacrificio. Sólo se emplearán materiales, componentes y equipos específicamente diseñados o recomendados por su Fabricante para aplicaciones de protección catódica.

En todos los casos, el diseño y dimensionamiento del sistema se realizará para una vida útil no inferior a 30 años y garantizará un nivel de polarización catódica de acuerdo con los mínimos y máximos recomendados por NACE RP-0169 para prevenir efectivamente el desarrollo de corrosión externa en todos los componentes metálicos (caños y accesorios enterrados o sumergidos) y evitar efectos nocivos por sobreprotección catódica.

**b) Aislación eléctrica de la cañería**

La cañería se aislará eléctricamente en sus cabeceras mediante la instalación de juntas de aislación; adicionalmente, el contratista podrá proponer, a consideración de la Administración, la sectorización de la cañería a los efectos de optimizar el diseño del sistema de protección anticorrosiva. En todos los casos, los elementos de aislación eléctrica cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0286.

**c) Relevamientos de traza y ubicación de componentes**

La cantidad, tipo, ubicación y disposición relativa de los componentes activos (rectificadores, dispersores, ánodos) y de control (juntas de aislación eléctrica, CMPs, celdas de descarga, electrodos permanentes de referencia, testigos de corrosión, etc.) se definirá a partir de un relevamiento previo de la resistividad específica del terreno a lo largo de la traza proyectada de la cañería, realizado según la metodología recomendada en la Norma ASTM G57 y complementado con un relevamiento previo de interferencias constructivas significativas (tales como cruce o proximidad con otros servicios existentes, cruce de rutas y cauces de agua e instalación de la cañería en suelos químicamente contaminados).

El relevamiento de resistividad se realizará con una densidad no inferior a una lectura cada 100 m de traza, corregida según el método de Barnes, para obtener el valor de resistividad específica de capa a la profundidad de instalación prevista de la cañería.

Se instalará al menos una CMP (Caja de Medición de Potenciales) de un punto cada 1.000 m de traza; la ubicación exacta de las CMPs se definirá en función de la información obtenida de los relevamientos de resistividad e interferencias. Adicionalmente, se instalarán CMPs de diseño adecuado para permitir el monitoreo expeditivo desde superficie de la condición de todos los componentes activos y de control; en particular, la conexión de los ánodos galvánicos se realizará indefectiblemente en forma individual y a través de una CMP en superficie que permita su conexión, desconexión, medición de potencial en vacío y corriente drenada, su recambio o agregado de ánodos suplementarios sin necesidad de acceder a la cañería.

**d) Conexión de componentes**

La vinculación de los componentes activos y de control con la cañería, se realizará utilizando conductos de cobre según IRAM 2214, mediante soldadura de bajo aporte térmico tipo cupro-aluminotérmica. El recubrimiento anticorrosivo de la cañería se reparará e inspeccionará en el punto de unión utilizando un detector de holidays calibrado a tales efectos.

**e) Anodos galvánicos**

Los ánodos galvánicos serán de magnesio, fabricados con aleación estándar AZ63 o HP (alto potencial) según ASTM B 483, tipo pre-packed, suministrados por el Fabricante con la carga correspondiente de backfill despolarizante y conductor de cobre revestido, de sección no inferior a 4 mm<sup>2</sup>, según Norma IRAM 2214, empalmado en fábrica al alma del ánodo. La especificación de la aleación y del backfill se realizará en función de la resistividad específica del terreno en el punto de instalación. Los ánodos serán entregados con sus respectivos certificados de calidad provistos por el Fabricante, indicando las Normas de Diseño o Fabricación que correspondan.

**f) Unidades de corriente impresa**

Los dispersores de corriente serán de tipo vertical profundo; su diseño y construcción cumplirán con lo previsto en la Norma NACE RP 0572, priorizando la minimización de interferencias eléctricas con otras estructuras metálicas enterradas y la maximización de la longitud de cañería protegida desde cada emplazamiento. Para el dimensionamiento de los dispersores se realizará previamente un relevamiento vertical de resistividad específica desde superficie en los puntos previstos para su instalación, con densidad no inferior a una lectura cada 2 m, utilizando la metodología recomendada en la Norma ASTM G57 y corrigiendo la serie de valores mediante el método de Barnes a los efectos de obtener los correspondientes valores de resistividad específica de capa.

Las fuentes de corriente impresa consistirán en un conjunto transformador-rectificador integrado en el mismo gabinete y provisto de todas las protecciones, instrumentos, comandos y accesorios necesarios para su operación continua y confiable, instalados en la vía pública y a la intemperie. La solución propuesta contemplará todos los requisitos de ubicación y seguridad establecidos por las Autoridades Competentes y buscará minimizar la probabilidad de daños por hurtos y vandalismo.

El rendimiento energético global del conjunto transformador-rectificador, operando a plena carga, no será inferior al 90%.

La rectificación de la corriente entregada por el transformador se realizará mediante un puente rectificador capaz de suministrar una corriente continua de bajo ripple (menor al 5%). La regulación de la tensión de salida permitirá un ajuste fino lineal con precisión igual o superior a +/- 50 mV, cuyo valor será indicado por un voltímetro de medición de potencial estructura-suelo incorporado en el panel del equipo y referido a un electrodo estándar Cu-CuSO<sub>4</sub> permanente, instalado junto a la cañería.

La unidad contará con un temporizador programable desde el panel del equipo, específicamente diseñado para efectuar mediciones de polarización de la estructura bajo protección catódica, mediante el

método de ciclaje sincronizado de la corriente impresa (técnica de medición On/Off de los potenciales de polarización). El sistema de control permitirá seleccionar ciclos de encendido (On) y apagado (Off) con una duración regulable por lo menos entre 0,1 seg. y 59,9 seg., capacidad de ajuste al décimo de segundo y regulaciones de tiempo totalmente independientes, a través de selectores digitales.

Los instrumentos incorporados en el panel para medición de los parámetros de salida del equipo (corriente drenada, tensión en bornes y polarización de la cañería) serán de Clase 2 o superior.

El conjunto transformador-rectificador contará con protecciones efectivas contra sobretensiones originadas por descargas atmosféricas, conducidas tanto a través de las líneas de alimentación eléctrica (entrada del equipo) como a través de la cañería bajo protección (salida del equipo).

#### **g) Interferencias con otros servicios**

El diseño y la construcción del sistema preverán y resolverán correctamente todos los aspectos técnicos y de seguridad relacionados a requisitos de continuidad, aislación e interferencia eléctrica con otras estructuras metálicas o energizadas, conectadas directa o indirectamente a la cañería bajo protección, o existentes en sus proximidades, tales como otras cañerías, tanques o equipos operados por OSE, cañerías de transporte o distribución de fluidos operados por terceros (por ejemplo, oleoductos o gasoductos), líneas de transmisión eléctrica, sistemas de puesta a tierra, etc., identificados durante el relevamiento previo de interferencias constructivas o durante las obras de montaje de la cañería. En tal sentido, se cumplirá con lo previsto al respecto en las Normas NACE RP 0169 y NACE RP 0177.

En los puntos de cruce y tramos de paralelismo cercano con otras cañerías metálicas existentes para transmisión de fluidos (gasoductos, oleoductos, poliductos, acueductos, etc.) se instalarán CMPs de diseño adecuado para permitir evaluar el grado de interferencia mutua entre ambos servicios, de acuerdo con los estándares operativos establecidos por las Autoridades Competentes y los Operadores Responsables de los servicios interferidos. La instalación de estas CMPs y su interconexión con los servicios operados por terceros, así como la realización de los ensayos de interferencia correspondientes, serán previamente acordadas y coordinadas por el contratista con los Operadores Responsables de dichos servicios. El contratista será responsable por la implementación de las medidas de mitigación necesarias para reducir el nivel de interferencia por debajo de los máximos establecidos en los estándares de aplicación correspondientes.

### **6.10.3 Verificaciones y ensayos para habilitación**

Una vez instalado y conectado el sistema de protección catódica, el contratista realizará las siguientes verificaciones y ensayos finales para su habilitación:

1. Verificación funcional completa de las unidades de corriente impresa y de los ánodos galvánicos.
2. Relevamiento de potenciales en todos los puntos de monitoreo previstos.

3. Ensayos de interferencia mutua con otros servicios y corrección o mitigación de las mismas, según corresponda. La realización de estos ensayos será coordinada por el contratista con el Operador Responsable del servicio interferido, a los efectos de que se efectúen en presencia de un representante designado por este último, labrándose en cada caso el Acta correspondiente.

Estas actividades estarán a cargo del contratista y bajo su entera responsabilidad, aunque durante su ejecución participará personal operativo de la Administración bajo dirección y supervisión del contratista, a los efectos de lograr, al final del proceso, su familiarización con las instalaciones y con los procedimientos rutinarios de monitoreo del sistema.

### **6.10.3 Verificaciones y ensayos para habilitación**

Una vez instalado y conectado el sistema de protección catódica, el contratista realizará las siguientes verificaciones y ensayos finales para su habilitación:

1. Verificación funcional completa de las unidades de corriente impresa y de los ánodos galvánicos.
2. Relevamiento de potenciales en todos los puntos de monitoreo previstos.
3. Ensayos de interferencia mutua con otros servicios y corrección o mitigación de las mismas, según corresponda. La realización de estos ensayos será coordinada por el contratista con el Operador Responsable del servicio interferido, a los efectos de que se efectúen en presencia de un representante designado por este último, labrándose en cada caso el Acta correspondiente.

Estas actividades estarán a cargo del contratista y bajo su entera responsabilidad, aunque durante su ejecución participará personal operativo de la Administración bajo dirección y supervisión del contratista, a los efectos de lograr, al final del proceso, su familiarización con las instalaciones y con los procedimientos rutinarios de monitoreo del sistema.

### **6.10.4 Documentación de proyecto**

Previamente al inicio de los trabajos de construcción y con la debida antelación, el contratista presentará, para su evaluación y aprobación por parte de la Administración, toda la documentación necesaria para demostrar el cumplimiento con los requerimientos previstos en estas especificaciones, incluyendo, pero no limitado a, los siguientes documentos:

1. Proyecto de Protección Anticorrosiva, incluyendo planos y esquemas de instalación, memorias de cálculo y especificaciones técnicas de los materiales y equipos propuestos.
2. Procedimientos e Instructivos para la aplicación de recubrimientos anticorrosivos, inspección, relevamientos y montaje de las instalaciones.
3. Catálogos, Hojas Técnicas y Certificados de Calidad, Ensayo e Inspección de los productos propuestos (en particular, pinturas y recubrimientos anticorrosivos).
4. Informes de Relevamientos de Traza (resistividad e interferencias

constructivas).

5. Cronograma de las actividades de relevamiento, aplicación de recubrimientos anticorrosivos, inspección, montaje y ensayos finales.
6. Organigrama del contratista para la realización de las actividades arriba mencionadas.

Durante la ejecución de los trabajos, el contratista remitirá los Informes y Registros de Inspección correspondientes a las inspecciones previstas en las Normas de aplicación y a lo indicado en el inciso d) del artículo 6.10.2.1, en un plazo no superior a las 48 hs. a partir de su realización.

Completados las verificaciones y los ensayos de habilitación referidos en 6.10.3, el contratista entregará la siguiente documentación final:

1. Documentación completa Conforme a Obra.
2. Informes de los ensayos y verificaciones finales, incluyendo los registros y actas correspondientes.
3. Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema de Protección Anticorrosiva, el cual incorporará las recomendaciones contenidas en la Sección 10 de la Norma NACE RP 0169 para el control y validación de la protección catódica de la cañería, así como las prácticas de mantenimiento recomendadas por los proveedores de los equipos.

## **7. VALVULAS, PIEZAS DE MONTAJE Y REPARACION, EQUIPOS DE MEDICION, ELEMENTOS PARA DESAGÜES Y CONEXIONES.**

En lo que se refiere al transporte, manipulación y acopio de estos suministros, vale lo especificado en los artículos 4.7, 4.8 y 4.9 de estas especificaciones.

### **7.1 Válvulas**

#### **7.1.1 Generalidades**

El oferente cotizará válvulas del tipo y especificaciones que se detallan más adelante, en las cantidades que se establecen en el rubrado de la Memoria Descriptiva de este Pliego.

El oferente deberá presentar por lo menos tres marcas de las válvulas para cada tipo. Se presentará una marca como oferta básica y por lo menos dos alternativas.

La Administración realizará la elección indistinta de la misma, tomando en cuenta, entre otros puntos, las especificaciones que surjan del Proyecto Ejecutivo.

El oferente presentará toda la información referida a: tipo, materiales y condiciones técnicas de funcionamiento de las válvulas ofertadas. La oferta contendrá además, planos detallados de todos sus componentes, indicando materiales constitutivos, recubrimientos, dimensiones, pesos, tolerancias, etc.

El fabricante de las válvulas deberá tener una experiencia en el diseño y

manufactura de las mismas no menor a 10 años. Se deberá indicar el lugar de fabricación de las válvulas ofertadas.

### **7.1.2 Normativa vigente**

Deberán cumplir con las últimas ediciones de las normas ISO para su fabricación, control de calidad y ensayos.

### **7.1.3 Características generales**

El cuerpo de todas las válvulas será de fundición dúctil o acero al carbono según las especificaciones correspondientes.

Las uniones serán a bridas, con las dimensiones y taladrados de acuerdo a las normas ISO para la presión nominal (PN) indicada en la planilla 3.2.4.1 de estas especificaciones.

Elementos como espárragos y tuercas, bulones, pernos, etc. deberán ser contruidos en acero inoxidable.

Todas las superficies interiores y exteriores de las válvulas que estén en contacto con el agua, excepto las superficies maquinadas y de rodamiento, deberán ser pintadas en fábrica con pintura de base epóxica apta para agua potable.

El fabricante deberá acreditar la inclusión de los componentes empleados en la fabricación de la pintura, en las listas positivas de alguna de las entidades que se enumeran a continuación, mediante la presentación de certificados emitidos por una entidad independiente:

- MERCOSUR (Resolución GMC N° 87/93 y actualizaciones)
- Unión Europea (Directivas 90/128/CEE y actualizaciones)
- Food and Drug Administration (F.D.A) de los Estados Unidos de América (Code of Federal Regulation)

Las válvulas se suministrarán con todos los elementos y accesorios necesarios para su montaje y correcta operación, según lo requerido en cada caso.

Las bridas de montaje serán según Normas ISO para la presión nominal correspondiente a cada tramo de la cañería.

### **7.1.4 Ensayos de las válvulas**

Se realizarán todos los ensayos propuestos por el fabricante según las Normas ISO correspondientes. La Administración podrá presenciar dichos ensayos en caso de que lo considere necesario de acuerdo a lo establecido en el Art. 56 del Pliego de Condiciones Particulares.

### **7.1.5 Verificaciones**

Se examinará cuidadosamente la superficie de todas las válvulas con el objeto de descubrir posibles defectos de fabricación.

Se verificarán las dimensiones y los pesos teniendo en cuenta la información técnica suministrada por el oferente. Se revisará en forma cuidadosa la

ejecución de los mecanismos, la fijación y ajuste de los anillos de cierre de las válvulas, los vástagos y sus tuercas y las guarniciones en general.

Serán objeto de rechazo por parte de la Administración todas las válvulas que presenten defectos de fabricación netos o disimulados o señales de oxidación. También se rechazarán todas las válvulas cuyos pesos y dimensiones difieran de lo especificado en la oferta en mayor cantidad que las respectivas tolerancias (en caso de no ser éstas explicitadas, quedará a cargo de la Administración la aceptación o el rechazo).

Los elementos rechazados por la Administración deberán ser repuestos por otros nuevos por parte del contratista a su costo.

## **7.1.6 Tipo de válvulas a suministrar**

### **7.1.6.1 Válvulas Mariposa**

#### ***Ubicación***

Se colocarán sobre la tubería principal, en las interconexiones con el resto del sistema, según rubrado de la Memoria Descriptiva.

#### ***Sistema de By-Pass***

Todas las válvulas de cierre directo sobre la cañería principal deberán incluir by-pass. También se instalará by-pass en las válvulas a colocar en las intercomunicaciones de la cañería con el resto del Sistema.

Se deberá diseñar un sistema de by-pass de aprobación por parte de la Administración para las válvulas de cierre de la línea a los efectos de asegurar el llenado lento sin forzar las válvulas principales durante esta maniobra.

#### ***Características generales***

Las válvulas mariposa a ser suministradas serán bridadas según normativa ISO para la presión nominal correspondiente al tramo de la cañería en la que deberán ser instaladas.

Las válvulas deberán ser tales que, por tipo repetitivo, posean un número mínimo de partes, fáciles de inspeccionar y reemplazar, intercambiables unas con otras y en sus partes. Deberán ser aptas para operar en cámaras totalmente inundadas, tolerando esta situación sin deterioro.

Las características para la elección y diseño de las válvulas, tales como, presión de prueba al cierre, presión diferencial para el accionamiento, presión máxima de trabajo, etc. surgirán del Proyecto Ejecutivo.

Todas las válvulas mariposa a suministrar serán de eje horizontal y doble excentricidad de accionamiento manual, y deberán contar con mecanismo de reducción. El par requerido para su accionamiento será tal, que admita ser maniobrable por una sola persona.

El sentido de giro en el cierre será el de avance de las agujas de un reloj mirando hacia el árbol de transmisión de accionamiento; el número de vueltas será indicado expresamente por el oferente.

**Materiales constitutivos**

- Cuerpo y Disco: Fundición Dúctil GGG 40 o superior
- Sello del Cuerpo: Acero Inoxidable con cobertura de Níquel
- Sello del Disco: EPDM montado en el disco, recambiable sin necesidad de desmontar el disco de la válvula
- Eje: Acero Inoxidable (13% Cr) o superior
- Sellos del eje: EPDM

**Prueba en fábrica**

El cuerpo de todas las válvulas se ensayará de acuerdo a la norma ISO 5208.

La presión de prueba hidrostática mínima será a 1,5 veces la presión nominal (PN).

La presión de prueba de estanqueidad mínima será 1,1 veces la presión nominal (PN).

**Kit de recambio y/o reposición**

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de las válvulas mariposa en una relación de uno por cada 5 a suministrar.

**7.1.6.2 Válvulas de compuerta****Ubicación**

Se colocarán válvulas de compuerta:

- como válvulas de cierre para los by-pass de las válvulas mariposas en línea,
- para los desagües de todos los tramos de la cañería,
- para el cierre de aislamiento de las válvulas de aire,
- en las salidas para conexión de los servicios de ruta y
- en los múltiples de los dispositivos antiarriete.

**Características**

Las válvulas de compuerta serán de accionamiento manual, con cierre estanco. Las válvulas para los desagües incluirán vástago de maniobra y el resto contarán con volante de maniobra.

Las válvulas serán bridadas y las bridas serán dimensionadas y taladradas según normativa ISO para la presión nominal correspondiente a cada tramo de la cañería.

El sentido de giro en el cierre será el de avance de las agujas de un reloj mirando hacia el árbol de transmisión del par; el número de vueltas requerido para el cierre completo a partir de la apertura total será indicado expresamente por el oferente.

**Materiales constitutivos**

- Cuerpo y tapa: Fundición Dúctil GGG 40 o superior

- Junta cuerpo - tapa: EPDM
- Cierre: Fundición Dúctil GGG 40 o superior con guías centrales que eviten el rozamiento del caucho en zonas de cierre al accionar la válvula. Totalmente revestido en EPDM.
- Eje: Acero Inoxidable (13% Cr) o superior. Su sección tendrá la robustez apropiada a los esfuerzos que deberá soportar.
- Sellos: El sello entre el eje y el cuerpo de la válvula debe asegurarse a través de un sello mecánico apropiado, no admitiendo el uso de empaquetadura que requiera mantenimiento periódico.

### **Prueba en fábrica**

El cuerpo de todas las válvulas se ensayará de acuerdo a la norma ISO 5208.

La presión mínima de prueba hidrostática sobre el cuerpo será a 1,5 veces la presión nominal (PN).

La presión mínima de prueba de estanqueidad sobre el cierre será 1,1 veces la presión nominal (PN).

### **7.1.6.3 Válvulas de aire**

#### **Ubicación**

Las válvulas de aire se ubicarán en los puntos de cotas altas relativas de la cañería. Estos puntos serán determinados en la etapa de Proyecto Ejecutivo, para las presiones de servicio expuestas en la tabla del apartado 3.2.4.1 de estas especificaciones.

#### **Características**

Las válvulas de aire a suministrar deberán ser aptas para una triple función:

- a) deberán permitir la salida del aire durante el llenado de agua de la cañería
- b) deberán permitir la entrada del aire durante el vaciado de la cañería y
- c) deberán permitir el escape de aire acumulado en la cañería durante el servicio.

Las válvulas de aire a colocar en los puntos a determinar que, por la cota del terreno resulten claves para el llenado y vaciado de la cañería, serán de tipo "anti-slam". Estas válvulas tendrán el propósito adicional de asegurar un cierre sin impacto en el proceso de llenado brusco, permitiendo, además, la máxima capacidad de evacuación de aire.

#### **Materiales constitutivos**

- Cuerpo: Fundición Dúctil GGG 40 o superior
- Sellos: EPDM
- Revestimiento interior y exterior: Epoxi
- Bridas y taladrado: según ISO y PN correspondiente al tramo de la conexión

#### **Kit de recambio y/o reposición**

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de las válvulas de aire en una relación de uno por cada ocho a suministrar.

En el caso del "oído" o su equivalente (el cual tiene por propósito permitir el escape de burbujas de aire), se suministrará un kit de las piezas que lo compongan por cada cuatro válvulas a suministrar.

#### **7.1.6.4 Válvulas reguladoras**

Se deberán cotizar válvulas reguladoras de presión y caudal para colocar en las conexiones de la traza de la cañería con el resto del Sistema.

Las funciones, especificaciones y el rango de operación de estas válvulas se determinarán en el Proyecto Ejecutivo. A los efectos de la presentación de la oferta se indican los diámetros en la planilla del rubrado de la Memoria Descriptiva.

Deberán presentar un diseño que las haga fácilmente manipulables. Los pilotos que comandan las distintas funciones a realizar deberán ser de fácil recambio y regulación.

Las válvulas serán calibradas por el contratista, luego de ser instaladas, para las condiciones de operación que se especifiquen en el Proyecto Ejecutivo.

#### **Materiales constitutivos**

- Cuerpo y Tapa: Fundición Dúctil o Acero al Carbono con revestimiento Epoxi interno y externo.
- Tornillería: Acero Inoxidable
- Bridas y taladrado: ISO y PN correspondiente al tramo de la conexión

#### **Kit de recambio y/o reposición**

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de estas válvulas en una relación de uno por cada cuatro a suministrar.

#### **7.1.6.5 Válvulas de retención**

##### **Válvula de retención tipo "clapeta"**

Se cotizarán válvulas de retención de clapeta, según rubrado de la Memoria Descriptiva, para ser instaladas en los múltiples de conexión para los Sistemas Antiarriete, según características y especificaciones que surjan del Proyecto Ejecutivo.

##### **Válvula de retención tipo "tobera"**

También se cotizará, quedando su utilización supeditada a las determinaciones del Proyecto Ejecutivo, una válvula de retención de diámetro 1200 mm para instalar en el comienzo del cabezal de la 6ª Línea, destinada a aislar las eventuales cámaras de aire comprimido de protección contra transitorios de esta línea, de las restantes líneas aductoradas del sistema.

Esta válvula deberá ser de diseño especial para fenómenos transitorios, de baja pérdida de carga, de cierre completo muy rápido pero suave (sin golpes) obtenido a partir de un número mínimo de piezas móviles de pequeño recorrido y de larga vida útil sin mantenimiento.

**Materiales constitutivos**

- Cuerpo: Fundición dúctil GGG40 o superior
- Cierre: Elástico
- Tornillería: Acero inoxidable
- Bridas y taladrado: ISO y PN correspondiente al tramo de la conexión

**Kit de recambio y/o reposición**

Se suministrará un kit de recambio y/o reposición de las piezas internas de estas válvulas en una relación de uno por cada seis a suministrar.

**7.2 Piezas de montaje y reparación**

**7.2.1** Se suministrarán juntas de desmontaje autoportante de fundición dúctil, a bridas, para permitir el retiro de válvulas y equipos. También se suministrarán juntas de montaje e intervención, fabricadas completamente en acero inoxidable o fundición dúctil.

**7.2.2** Las juntas de desmontaje autoportante tendrán bridas que deberán ser del mismo tipo o normativa que las bridas de las piezas vecinas con las cuales se acoplarán. Cada junta se deberá suministrar dotada de su correspondiente juego de espárragos, tuercas, etc.

Todos los elementos de bulonería, incluidos los de menor tamaño (menor o igual a 12 mm) deberán ser de acero inoxidable.

**7.2.3** El oferente presentará un plano detallado de la junta que ofrece, indicando medidas, tolerancias y especificando los materiales constitutivos de los elementos que la componen.

**7.3 Equipos de medición**

**7.3.1** El oferente cotizará equipos para la medida de caudal en las cañerías; su ubicación y especificaciones complementarias surgirán del Proyecto Ejecutivo. Se cotizarán Tubos Venturis y Caudalímetros Electromagnéticos.

Los Caudalímetros Electromagnéticos se cotizarán fuera del precio total de la oferta.

Los **Tubos Venturi** serán diseñados y fabricados según norma ISO 5167-1, con los correspondientes transmisores de presión diferencial.

Los **Medidores Electromagnéticos** serán de paso total, con grado de protección P68, aptos para medir caudales de hasta 16.000 m<sup>3</sup>/h con precisión menor que 1%.

Se incluirá en la oferta la alimentación eléctrica para la alimentación del equipo y la transmisión de datos, según plano de ubicación que, a título ilustrativo, se adjunta en este pliego.

El contratista asegurará que el sensor primario no opere sumergido en ningún caso. Cada caudalímetro electromagnético deberá ser acompañado, en el tramo inmediato anterior o posterior, de lo necesario para su calibración in situ por pitometría.

- 7.3.2** El suministro incluirá todos los elementos para su conexión a la cañería incluyendo la posibilidad de desmontaje.
- 7.3.3** Se indicarán en la oferta las características de los equipos propuestos (materiales, dimensiones, ábacos de pérdida de carga, rango de medición), normas de fabricación y ensayos de verificación.
- 7.3.4** El fabricante de estos equipos deberá tener una experiencia en el diseño y manufactura de las mismas no menor a 10 años. Se indicará en la oferta el lugar de fabricación de los mismos.
- 7.4** **Elementos para desagües**
- 7.4.1** El desagüe completo estará compuesto por una Te de vaciado con derivación tangencial a brida, un empalme doble brida de longitud 1m y una llave de paso.
- 7.4.2** Se suministrará el alargamiento del vástago necesario para la maniobra desde la superficie, su sistema de fijación a la cámara, la caja de superficie y los elementos de protección necesarios.
- 7.4.3** Para todos los tramos de la cañería, las válvulas de desagüe serán tipo compuerta con vástago de maniobra.
- 7.4.4** El oferente indicará los elementos que propone para instalar los desagües de la cañería, adaptando el diseño básico de la Administración a los materiales que ofrece. Se presentará un croquis de la instalación para su aprobación.
- 7.5** **Elementos para la conexión de válvulas de aire**
- 7.5.1** Las válvulas de aire no tendrán sistema de cierre incluido, sino que estarán provistas de una llave de paso inferior (válvula de compuerta con volante) con el fin de permitir ser aislada del resto de la instalación.
- 7.5.2** En los casos en que la cañería tenga una tapada excesiva, se preverá el suministro de empalmes doble brida para elevar las válvulas de escape de aire, impidiendo que resulten excesivamente enterradas.
- 7.5.3** El oferente indicará los elementos que propone para instalar las válvulas de aire de la cañería, adaptando el diseño básico de la Administración a los materiales que ofrece y justificando el diseño adoptado. Se presentará un croquis de la instalación para su aprobación.
- 7.6** **Elementos para la conexión y anclaje de válvulas**
- 7.6.1** El contratista deberá presentar un croquis propuesto para la instalación de los by-passes sobre la línea principal, indicando las piezas a colocar y verificando los cálculos hidráulicos.
- 7.6.2** Se suministrarán todos los elementos necesarios para conectar y anclar las válvulas, que se intercalan en las cañerías, a las cámaras y, por cada válvula, se colocará una junta de desmontaje autoportante que permita su eventual montaje y retiro. En el caso que, por razones de espacio, no se pueda contar con macizos de anclaje, se colocarán juntas de tipo acerrojadas.

En la oferta se indicará el conjunto de elementos para cumplir estas dos funciones (conexión y anclaje) y se presentará un croquis de la instalación para su aprobación.