

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA LA CONTRATACIÓN DEL SUMINISTRO DE TUBERÍA Y ACCESORIOS DE FUNDICIÓN DÚCTIL PARA LA OBRA DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DE LOS REGADÍOS DE LA ZONA SUDOESTE DE TENERIFE EN LOS TTMM DE ADEJE, GUÍA DE ISORA Y SANTIAGO DEL TEIDE (RED DE AGUAS DEPURADAS), A ADJUDICAR POR PROCEDIMIENTO SUJETO A REGULACIÓN ARMONIZADA (SARA).**

**REF: TSA000067838**

**1. OBJETO DEL PLIEGO**

El presente pliego tiene por objeto recoger las condiciones técnicas que deberán regir en el suministro de tubería de fundición dúctil y accesorios de fundición dúctil, de diferentes diámetros, a pie de obra, para la actuación “PRIMERA SEPARATA RAMAL RV4 DEL ROYECTO DE MODERNIZACIÓN Y MEJORA DE LOS REGADÍOS DE LA ZONA SUDOESTE DE TENERIFE EN LOS TTMM DE ADEJE, GUÍA DE ISORA Y SANTIAGO DEL TEIDE (RED DE AGUAS DEPURADAS)” en la isla de Tenerife.

**2. DESCRIPCIÓN OBJETO DEL PLIEGO**

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
486	ml	Suministro de tubería de fundición dúctil, 150 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C40, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.
312	ml	Suministro de tubería de fundición dúctil, 200 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C40, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.
624	ml	Suministro de tubería de fundición dúctil, 250 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C40, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
		<p>exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.</p>
60	ml	<p>Suministro de tubería de fundición dúctil, 300 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C40, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.</p>
1.092,00	ml	<p>Suministro de tubería de fundición dúctil, 350 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C30, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.</p>
2.130,00	ml	<p>Suministro de tubería de fundición dúctil, 400 mm de diámetro nominal, y Clase de Presión C30, fabricada según norma UNE EN 545:2011 con revestimiento exterior de zinc metálico, cubierto por una capa de acabado de un producto bituminoso o de resina sintética compatible con el zinc, revestida interiormente con mortero de cemento, incluye p.p. de unión flexible cuyos materiales elastoméricos se ajusten a los requisitos de la norma EN 681-1. A pie de obra.</p>
1	ud	<p>Suministro a pie de obra de junta tipo GGS con arandela DN 600 mm</p>
2	ud	<p>Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 100 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.</p>

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
2	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 80 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 250 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 40, con salida recta en brida de 250 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 300 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 40, con salida recta en brida de 250 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de reducción de fundición dúctil de 350 mm de diámetro con salida a 250 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de reducción de fundición dúctil de 400 mm de diámetro con salida a 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 350 mm de diámetro, para condiciones de

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
		servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 100 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
2	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 150 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 200 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante bridas PN16, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 250 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante bridas PN16, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
2	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta de 150 mm y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
		servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta de 300 mm y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 600 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 400 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta de 250 mm y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés (con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 250 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de Té de fundición dúctil de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C 30, con salida recta en brida de 200 mm en PN 16 y con sistema de conexión mediante unión tipo exprés, fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
6	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 11º, de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
7	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 22º, de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
8	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 45º, de 400 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
2	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 11º, de 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.
1	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 22º, de 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.

Nº Unidades	UD	DESCRIPCIÓN
		norma EN 14901. A pie de obra.
8	ud	Suministro de codo de fundición dúctil 45º, de 350 mm de diámetro, para condiciones de servicio de tubería Clase de Presión C30, con sistema de conexión mediante enchufe con dos acoples (unión mecánica con contrabridas y bulones), fabricado según norma UNE EN 545:2011, con recubrimiento exterior y un revestimiento interior mediante recubrimiento epoxi (mínimo 70 µm) según norma EN 14901. A pie de obra.

El suministrador deberá especificar el precio de los metros lineales de tubería a pie de obra incluyendo p/p juntas (IGIC no incluido). La longitud referenciada corresponderá en todos los casos a la longitud útil del tubo. El presente pliego también aportará información sobre las inspecciones y ensayos a realizar para el control de los materiales.

El número de unidades es indicativo y susceptible de variación en el transcurso de la obra.

### 3. NORMATIVA

Los tubos y accesorios cumplirán las especificaciones establecidas en las siguientes normas:

- **UNE-EN 545:2011.** Tubos, racores, y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 14901:2015.** Tuberías, racores y accesorios de fundición dúctil. Recubrimiento epoxi (alta resistencia) para racores y accesorios de fundición dúctil. Requisitos y métodos de ensayo.
- **UNE-EN 681-1.** Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones agua y en drenaje.
- **ISO 7005-2.** Bridas metálicas. Parte 2. Bridas de fundición.
- **UNE-EN 10204:2006.** Productos metálicos. Tipos de documentos de inspección.

- **R.D.140/2003.** Productos de construcción en contacto agua de consumo humano.
- **R.D. 1620/2007, de 7 de diciembre,** por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Para el revestimiento interior de las tuberías se estará a lo dispuesto en el punto 5.7 REVESTIMIENTO INTERIOR DE MORTERO DE CEMENTO.

#### 4. DEFINICIONES

Tubos de fundición dúctil fabricados por centrifugación en molde metálico, provistos de una campana en cuyo interior se aloja un anillo de caucho, asegurando una estanqueidad perfecta en la unión entre tubos.

**Fundición dúctil:** Fundición utilizada para los tubos, racores y accesorios, en los que el grafito está presente esencialmente bajo forma esferoidal.

**Tubo:** Pieza moldeada de sección interior uniforme, de eje rectilíneo, que posee extremos de enchufe, lisos o a bridas, exceptuándose las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos que se clasifican como racores.

**Pieza especial (racores):** Pieza moldeada diferente de un tubo, que permite una derivación (ramal) de la tubería, un cambio de dirección o de sección interior. Además, las piezas brida-enchufe, brida-liso y los manguitos también se clasifican como piezas especiales o racores

**Accesorio:** Cualquier pieza moldeada/fabricada diferente de un tubo o un racor con destino a su empleo en una tubería de fundición dúctil y que incluye:

- Prensaestopas y bulones para uniones mecánicas flexibles.
- Prensaestopas, bulones y anillos de acerrojado (retención) para uniones flexibles acerrojadas (auto-retenidas).
- Collarines de tuberías para conexiones de servicio.
- Bridas orientables y bridas incorporadas por soldeo o roscado.
- Adaptadores de bridas para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.
- Manguitos para su uso con tubos y accesorios de fundición dúctil.

**Brida:** Extremo de un tubo, racor o accesorio perpendicular al eje, con orificios para tornillos distribuidos uniformemente en círculo.

**Caña:** Extremo macho de un tubo o racor.

**Extremo liso:** Máxima profundidad de enchufado de la caña más 50 mm.

**Enchufe:** Extremo abocardado (hembra) de un componente que permite la unión con la caña del componente contiguo.

**Junta de estanquidad:** Elemento de estanquidad de una unión.

**Unión:** Ensamblaje de los extremos de dos componentes en los que se utiliza una junta para asegurar la estanquidad.

**Unión flexible:** Unión que permite una desviación angular significativa, tanto durante como después de la instalación, y que admite una ligera excentricidad del eje.

**Unión flexible automática:** Unión flexible que se monta empujando la caña de un componente a través de la junta de estanquidad situada en el enchufe del componente contiguo.

**Unión flexible mecánica:** Unión flexible en la cual se obtiene la estanqueidad mediante la aplicación de una presión sobre la junta por medios mecánicos, por ejemplo, mediante un prensaestopas.

**Unión flexible acerrojada:** Unión flexible en la cual se incluye un medio de evitar la separación de la unión ensamblada.

**Unión embridada:** Unión de dos extremos con bridas.

**Diámetro nominal (DN):** Designación dimensional alfanumérica para los elementos de un sistema de canalización, que se utiliza como referencia y que se compone de las letras DN seguidas por un número entero adimensional que está ligado indirectamente a las dimensiones reales, en milímetros, del diámetro interior o del diámetro exterior de los extremos.

En los tubos de fundición el diámetro nominal (DN) es aproximadamente el diámetro interior. Por tanto, para un valor del diámetro nominal (DN), el diámetro exterior (OD) es fijo y el diámetro interior (ID) es variable (dependiendo del espesor de la fundición, del revestimiento empleado y de las tolerancias), aproximadamente coincidente con el DN.

**Presión nominal (PN):** Designación alfanumérica relativa a una combinación de características mecánicas y dimensionales de un elemento de un sistema de canalización que se utiliza como referencia y que se compone de las letras PN seguidas por un número adimensional.

El concepto de presión nominal en los tubos de fundición solo se emplea en el caso de que se unan con bridas, por lo que en el caso del presente pliego no aplica, sustituyéndose en este caso por la clase de espesor (salvo en piezas especiales con derivación en brida).

**Presión de ensayo de estanquidad:** Presión aplicada a un componente en curso de fabricación para asegurar su estanquidad.

**Presión de funcionamiento admisible (PFA):** Presión hidrostática máxima que un componente puede resistir de forma permanente en servicio.

**Clase de presión C:** Designación alfanumérica de una familia de componentes, incluyendo sus uniones, relativa a sus presiones de operación verificadas por todos los ensayos de prestaciones descritos en esta norma, que incluye la letra C seguida de un número adimensional igual a la PFA máxima en bar de la familia de componentes.

**Presión máxima admisible (PMA):** Presión máxima que se da ocasionalmente, incluido el golpe de ariete, que un componente puede soportar en servicio.

**Presión de ensayo admisible (PEA):** Presión hidrostática máxima que un componente recién instalado es capaz de soportar durante un periodo de tiempo relativamente corto, con objeto de asegurar la integridad y la estanquidad de la conducción.

Esta presión de ensayo es diferente de la presión de ensayo en red (STP), ligada a la presión de diseño de la canalización y cuyo objeto es asegurar su integridad y estanqueidad.

**Rigidez diametral de un tubo:** Característica de un tubo que le permite resistir la ovalización bajo carga después de la instalación.

**Ensayo de prestaciones:** Ensayo de verificación del diseño, que se realiza una vez y que debe repetirse tras un cambio en el diseño.

**Longitud útil:** Longitud en la que aumenta una canalización cuando se instala un tubo o racor adicional. Para los tubos y racores con enchufe, la longitud útil  $L_E$  es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad máxima de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de fabricantes. Para

los tubos y racores con bridas, la longitud útil es igual a la longitud total.

**Longitud normalizada:** Longitud del tubo y del cuerpo del racor o derivación, tal como se especifica en la norma EN 545:2011.

Para los tubos y racores con enchufe, la longitud normalizada  $L_U$  ( $l_u$  para derivaciones) es igual a la longitud total (OL) menos la profundidad de enchufado de la caña (X) tal como se indica en los catálogos de los fabricantes. Para los tubos y racores con bridas, la longitud normalizada L ( $l$  para derivaciones) es igual a la longitud total.

**Desviación:** Tolerancia entre la longitud de diseño y la longitud normalizada de un tubo o de un racor.

**Ovalización:** Defecto de redondez de la sección de un tubo; es igual a:

$$100 \times \left( \frac{A_1 - A_2}{A_1 + A_2} \right)$$

donde:

$A_1$  = Diámetro mayor de la sección, en milímetros;

$A_2$  = Diámetro menor de la sección, en milímetros;

**Espesor mínimo de un tubo:** Espesor mínimo en cualquier punto de un tubo usado en el cálculo de su PFA y clase de presión.

**Espesor para el cálculo de la rigidez de un tubo:** Espesor basado en el espesor mínimo de un tubo y el DN usado en el cálculo de la rigidez diametral del tubo.

## 5. REQUISITOS TÉCNICOS

### 5.1. GENERALIDADES

En general, se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 (Tubos, racores y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo) y en la Norma ISO 2531:2009 (Tubos y accesorios de fundición dúctil y sus uniones para aplicaciones de agua).

#### Procedimiento de fabricación

Los tubos serán fabricados por centrifugación.

**Tuberías de fundición**

- Tipo de Conducción: Tubería de fundición dúctil para transporte de agua regenerada.
- DN: 150, 200, 250, 300, 350 y 400 mm
- Clase de Presión: Según norma UNE EN 545:2011. Clases C30 y C40 o superior.
- Espesor de Pared: las dimensiones los tubos cumplirán la norma EN 545: 2011. El espesor mínimo de pared de fundición viene dado en función del diámetro nominal (DN) y la clase de presión (C) y será el que se indica en el cuadro siguiente.

**Cuadro 1.- Espesor mínimo de pared de fundición**

DN	C	Espesor mínimo de pared (mm)
200	40	4,7
250	40	5,5
300	40	6,2
350	30	6,4
400	30	6,5

- Recubrimiento exterior: aleación zinc (200 g/m2)+pintura bituminosa o pintura epoxi mediante pulverización de una capa de espesor medio no inferior a 70 micras. Color morado (agua regenerada).
- Revestimiento interior: Mortero de cemento de alto horno aplicado según lo establecido en la norma UNE EN 197-1:2000, con marcado CE, y arena conforme a la EN 13139 Áridos para morteros con marcado que garantizan una elevada durabilidad.
- Unión: Flexible, mediante junta de elastómero en EPDM según norma UNE-EN 681-1 o flexible acerrojada.
- La ovalidad del extremo liso de los tubos y accesorios debe: Permanecer dentro del límite de las tolerancias del diámetro exterior para DN 40 al 200; No sobrepasar el 1% para el DN 250 al DN 600 o el 2% para DN > 600.

- Desviación angular máxima: 3° DN<300 y 4° DN>=300 hasta 600.
- Marcado del tubo: conforme a la norma referenciada además del lugar y fecha de fabricación.

### Accesorios

- Material: Fundición Dúctil según norma UNE EN 545:2011.
- Recubrimiento exterior y revestimiento interior: Pintura epoxi aplicada según norma UNE-EN 545 y espesor mínimo 70 µm.
- Clase de Presión: Según norma UNE EN 545:2011. Clases C30 o superior para las piezas solamente con enchufes
- Presión Nominal: PN16 para las piezas con bridas.

Se requerirá la clase de presión C30 o superior, aplicándose la norma UNE-EN 545:2011 (Tubos, racores, y accesorios en fundición dúctil y sus uniones para canalizaciones de agua. Requisitos y métodos de ensayo).

### Aspecto superficial de los tubos

Los tubos, racores y accesorios deben estar exentos de defectos e imperfecciones superficiales que puedan impedir su conformidad de acuerdo con las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

### Tipos de uniones e interconexiones

Las uniones estarán conformes con la norma UNE-EN 545:2011.

Los sistemas de unión podrán ser de los siguientes tipos:

- Unión flexible
  - o Automática
    - Sin acerojar
    - Acerrojada
  - o Mecánica
    - Sin acerojar
    - Acerrojada
- Unión rígida (embridada)

**Para el caso particular del presente pliego, las uniones serán flexibles automáticas, sin acerrojar.**

Las juntas serán de caucho. Los materiales de las juntas de estanquidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la Norma EN 681-1, tipo WA. Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Los tubos y accesorios con uniones flexibles deben ser conformes a lo especificado en la Norma UNE-EN 545:2011 y la ISO 2531:2009.

Los tubos de fundición dúctil deben soportar, sin que aparezca daño visible en la pared del tubo y en los revestimientos exteriores e interiores, los momentos de flexión indicados en la tabla B.1 del Anexo B de la norma UNE-EN 545:2011

En los tubos y accesorios con uniones embridadas, estas se deben fabricar de manera que se puedan ensamblar con bridas cuyas medidas y tolerancias sean conformes con la Norma EN 1092-2. Esto garantiza la interconexión entre todos los componentes con bridas (tubos, racores, válvulas, etc.) del mismo PN y DN y las prestaciones adecuadas de sus uniones.

### **Accesorios**

En el caso de los accesorios la unión será mediante Junta tipo Express (junta mecánica), la estanquidad se consigue por la compresión axial de un anillo de junta de elastómero presionado por medio de una contrabrida móvil taladrada y sujeta por bulones en el resalte de la campana por su parte exterior.

## **5.2. CLASES DE PRESIÓN DE TUBOS Y RACORES CON ENCHUFE**

La clase de presión de un componente se define por una combinación de sus prestaciones estructurales y las prestaciones de sus uniones flexibles no acerrojadas.

En la siguiente tabla se muestran las clases de presiones para las tuberías definidas en el presente Pliego:

Las clases de Presión para tubos con enchufe deben ser:

DN	Clase de presión C	PFA (bar)	PMA (bar)	PEA (bar)
60-300	40	40	48	53
350-600	30	30	36	41
700-2000	25	25	30	35

Las clases de presión para los racores unidos por enchufe serán las indicadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

Se deben tener en cuenta las limitaciones apropiadas que puedan impedir la utilización de todo el rango de presiones sobre una canalización instalada, según indica la norma UNE-EN 545:2011.

### 5.3. REQUISITOS DIMENSIONALES

#### Diámetro y espesor de pared

Para las tuberías y racores se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011. Se especificará al menos el diámetro exterior, interior, tolerancias y dimensiones de la campana.

#### Longitudes de tubos con enchufe y caña

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma ISO 2531:2009, tanto para tuberías como para los racores.

Longitudes normalizadas de tubos con enchufe y caña:

DN	Longitudes (m)
60 a 600	5 o 5,5 o 6

UNE-EN 545:2011

Las longitudes normalizadas de los racores y sus tolerancias se adaptarán a las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

#### Rectitud de los tubos

Los tubos deben ser rectos, con una desviación máxima de 0,125% de su longitud.

La verificación de este requisito se realiza habitualmente mediante inspección visual, pero en caso de duda o litigio, la desviación debe medirse según el apartado 6.2 de la norma UNE-EN 545:2011.

### **5.4. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL MATERIAL**

Los tubos, racores y accesorios de fundición dúctil deben tener la resistencia a tracción y dureza indicadas en la Norma UNE-EN 545:2011. Asimismo, la elongación mínima después de la rotura será la definida en esta norma.

La dureza de los diferentes componentes de fundición dúctil debe permitir que éstos puedan ser cortados, taladrados, roscados y/o mecanizados con facilidad. El material no ha de presentar poros, solapaduras, burbujas, grietas ni ningún otro defecto que pueda perjudicar su resistencia, continuidad y buen aspecto. Su fractura será de grano fino y homogéneo.

### **5.5. RECUBRIMIENTO EXTERIOR DE LOS TUBOS**

El recubrimiento exterior de los tubos de fundición dúctil centrifugados debe incorporar una capa de zinc metálico, cubierta por una capa de acabado de pintura epoxi. Ambas capas deberán aplicarse en fábrica.

El recubrimiento de zinc metálico deberá recubrir la superficie exterior del tubo y formar una capa densa, continua y uniforme. Debe estar exenta de defectos como carencias o pérdidas de adherencia. La masa media de zinc por unidad de superficie no debe ser inferior a 200 gr/m<sup>2</sup>. La pureza del zinc utilizado deberá ser, como mínimo, del 99,99%. Las tolerancias y métodos de ensayo serán las indicadas en la norma UNE 545:2011.

La capa de acabado debe cubrir uniformemente toda la superficie de la capa de zinc metálico y deberá

estar exenta de defectos como carencias o pérdidas de adherencia.

La instalación de recubrimiento exterior debe ser tal que el tubo pueda manipularse sin riesgo de deterioro de la protección. El espesor medio de la capa de acabado no debe ser inferior a 70  $\mu\text{m}$  y el espesor mínimo local no podrá ser inferior a 50  $\mu\text{m}$ .

### 5.6. REVESTIMIENTO INTERIOR DE MORTERO DE CEMENTO

El revestimiento de mortero de cemento de los tubos de fundición dúctil debe constituir una capa densa y homogénea que cubra la totalidad de la superficie interior de la caña del tubo. El procedimiento de aplicación de revestimiento será por centrifugación. Antes de aplicar el revestimiento, la superficie metálica debe estar libre de material no adherente y de aceite o de grasa.

El revestimiento interno será liso y uniforme. El espesor nominal del revestimiento de mortero de cemento y su tolerancia se establecen en tabla 9 de la Norma UNE-EN 545:2011.

El coeficiente de rugosidad “k” de la fórmula de Colebrook máximo admitido para un tubo será de 0,03. El coeficiente de rugosidad “k” de la fórmula de Colebrook máximo admitido para la conducción será menor o igual a 0,1.

El espesor nominal del mortero de cemento una vez fraguado y su tolerancia, serán los siguientes:

DN (mm)	Espesor (mm)	
	Valor nominal	Desviación límite
40 a 300	4	- 1,5
350 a 600	5	-2,0

Se deberá ensayar en fábrica y se revisará en la llegada a obra al menos los siguientes parámetros:

Masa del revestimiento de zinc, espesor del revestimiento del mortero, resistencia a compresión del mortero y espesor del revestimiento de pintura. Todas estas comprobaciones se llevarán a cabo según la metodología y la frecuencia expresada en la UNE 545:2011.

Todos los revestimientos internos y externos, así como las juntas y resto de componentes de la

canalización, no tendrán ningún efecto sobre las cualidades alimenticias del agua transportada, cumpliendo con la normativa en vigor en esta materia.

La tubería con el revestimiento standard será capaz de transportar también agua regenerada, sin producir daños mecánicos y químicos en el tubo.

### 5.7. RECUBRIMIENTOS DE RACORES Y ACCESORIOS

El recubrimiento exterior y revestimiento interior de los racores y accesorios deben cumplir las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011 y en la Norma EN 14901:2015.

### 5.8. MARCADO DE LOS TUBOS, RACORES Y ACCESORIOS

Se cumplirán las condiciones especificadas en la Norma UNE-EN 545:2011.

Todos los tubos y racores deben marcarse de forma legible y duradera y llevar, como mínimo, la siguiente información:

- Nombre o marca del fabricante.
- Identificación del año de fabricación.
- Identificación como fundición dúctil.
- Diámetro nominal DN
- PN (rating) de las bridas, para componentes bridados.
- Referencia a la Norma UNE-EN 545:2011 o a la Norma ISO 2531:2009
- Clase de presión de los tubos centrifugados.
- Identificación del certificado de producto emitido por tercera parte, si procede.

Las cinco primeras indicaciones anteriormente citadas, deberán ser de molde o estampadas en frío, para garantizar su durabilidad; para el resto, podrá emplearse otro sistema.

Las piezas especiales además deberán llevar marcado el tipo de unión y el ángulo de los codos.

Además, debe identificarse los tubos de DN>300 susceptibles de ser cortados (excepto si todos los tubos del mismo DN son aptos para el corte).

### **Marcado de las juntas**

Las juntas deberán marcarse de forma duradera y se deberá asegurar la trazabilidad de las juntas. El marcado de éstas estará acorde a lo dispuesto en la norma UNE EN 681-1.

## **5.9. ESTANQUIDAD**

Los tubos se deben someter en fábrica, antes de aplicar el revestimiento interno, a una prueba hidráulica realizada en la misma línea de fabricación. La duración total del ciclo de presión no será inferior a 15 seg, de los cuales 10 seg. serán a la presión de ensayo.

No se admitirán ningún tipo de pérdidas.

Se cumplirán las condiciones y valores especificados en la Norma UNE-EN 545:2011.

Todas las piezas especiales se probarán en fábrica a estanqueidad con aire durante 15 segundos.

## **5.10. TRANSPORTE**

En ningún caso y bajo ningún supuesto se permite el transporte desde la línea de producción hasta el acopio a pie de zanja de ningún tubo dentro de otro superior (anidamiento), que pudiera dañar los revestimientos interiores/exteriores en las operaciones de anidado y desanidado.

## **6. SISTEMAS DE UNIÓN**

### **6.1. UNIONES FLEXIBLES**

Todas las uniones deben diseñarse para ser totalmente flexibles; por lo tanto, la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no podrá ser inferior a los siguientes valores:

- 3º 30' para DN 40 a DN 300
- 2º 30' para DN 350 a DN 600

Todas las uniones deben diseñarse para permitir el movimiento axial; el fabricante deberá declarar el juego axial admisible. Esto permite a la tubería instalada acomodar movimientos del terreno y/o efectos térmicos sin incurrir en esfuerzos adicionales.

Los tubos y accesorios con uniones flexibles deben ser conformes a lo especificado en la Norma UNE - EN 545:2011.

Los materiales de las juntas de estanquidad elastoméricas deben ser conformes con los requisitos de la Norma EN 681-1, tipo WA. La dureza deberá ser uniforme en todo el cuerpo del anillo elastomérico para mantener íntegras en el tiempo las prestaciones de estanquidad de las uniones.

Cuando fuesen necesarios materiales distintos del caucho (por ejemplo, para uniones embridadas a altas temperaturas), éstos deben ser conformes con las especificaciones técnicas europeas correspondientes o, en su defecto, si no existen especificaciones técnicas europeas, con las normas internacionales correspondientes.

Todos los diseños de uniones deben someterse a ensayos de prestaciones en las condiciones aplicables más desfavorables en cuanto a tolerancia y movimiento de la unión, según se recoge en la norma UNE-EN 545:2011, del siguiente modo:

- Unión con juego anular máximo alineada, con el valor de juego axial admisible declarado por el fabricante y sometida a esfuerzo cortante.
- Unión con juego anular máximo desviado al valor admisible declarado por el fabricante.

Las uniones no deben presentar ninguna fuga visible, y los tubos y racores que sean objeto de los ensayos con las uniones no presentarán ningún daño perjudicial cuando se sometan a los ensayos de la tabla 11, recogida en la norma UNE-EN 545:2011.

## 6.2. UNIONES FLEXIBLES ACERROJADAS

Todas las uniones acerojadas deben diseñarse para que sean, como mínimo, semiflexibles; la deflexión angular admisible declarada por el fabricante no podrá ser inferior a los siguientes valores:

- 1º 45' para DN 40 a DN 300
- 1º 15' para DN 350 a DN 600

- 45' para DN 700 a DN 2000

Todos los diseños de uniones acerrojadas deben someterse a los ensayos de prestaciones según la norma UNE-EN 545:2011.

El sistema de junta debe ser tal que pueda evitar macizos de anclaje en cambios de dirección y pendientes pronunciadas. El fabricante deberá asegurar y certificar en cada caso el número de juntas acerrojadas necesarias.

### **6.3. UNIONES EMBRIDADAS**

Las uniones embridadas deben someterse a un ensayo de prestaciones. Cuando se ensayen según el apartado 7.3 de la norma UNE-EN 545:2011, no deben mostrar ninguna fuga visible bajo el efecto combinado de una presión hidrostática interna y de un momento flector indicado en la misma norma. El ensayo se hará conforme a la citada norma en cada tipo de unión embridada disponible del fabricante.

## **7. CONTROL DE CALIDAD. PRUEBAS Y ENSAYOS.**

Pruebas y ensayos en fábrica y pruebas en los tubos: Se estará a lo dispuesto en la Norma UNE-EN 545:2011.

Se aportarán, si Tragsa lo considera oportuno, al inicio del suministro, los certificados que a continuación se relacionan, correspondientes a los ensayos en fábrica de los materiales suministrados, tubos y piezas especiales, según la Norma UNE-EN 545:2011.

- Medidas de los tubos: espesor de pared, diámetro exterior, diámetro interior y longitud.
- Rectitud de los tubos.
- Resistencia a la tracción del material de los tubos.
- Dureza Brinell.
- Estanqueidad de los tubos.
- Masa por superficie del revestimiento de zinc.
- Espesor del revestimiento de pintura.

- Espesor del revestimiento de cemento.
- Resistencia a compresión del revestimiento de mortero de cemento.

En el caso de no aportar la documentación, o la documentación aportada sea incompleta, el material será rechazado.

Será de aplicación lo especificado en la norma UNE-EN 545:2011 para los siguientes ensayos que tendrán carácter enunciativo, pero no limitativo:

- Control de materiales
- Tracción
- Dureza Brinell
- Diámetro exterior
- Diámetro interior
- Espesor de la pared
- Longitud
- Rectitud
- Resistencia a flexión longitudinal
- Rigidez diametral
- Estanquidad bajo presión
- Control de los revestimientos
- Masa de recubrimiento de cinc
- Resistencia a compresión del recubrimiento de mortero de cemento
- Espesor del recubrimiento del mortero de cemento
- Espesor de recubrimiento de pintura
- Control de las uniones
- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna positiva
- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna negativa
- Estanquidad de las uniones automáticas a la presión externa positiva

- Estanquidad de las uniones flexibles a la presión interna cíclica
- Estanquidad y resistencia mecánica de las uniones embridadas

TRAGSA podrá exigir certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo utilizados. Así mismo podrá exigir la realización de ensayos de contraste, de los lotes de tubos recibidos en obra. Los mismos se realizarán en laboratorio acreditado a nivel nacional y siempre ateniéndose lo que establezca la normativa vigente (Norma UNE-EN 545:2011) en cuanto a las muestras representativas de los lotes, definición de ensayos e intervalos de aceptación de resultados. Los costes de dichos ensayos correrán íntegramente a cargo de la empresa adjudicataria. Serán rechazados los lotes que no cumplan con los intervalos de aceptación requerida para los ensayos considerados críticos en cuanto a las requerimientos mecánicos mínimos y de durabilidad aplicables a las tuberías de redes de agua a presión según su clase o timbraje (resistencia a presión interna, rigidez circunferencial, espesor y composición de recubrimientos, etc.).

## 8. CONDICIONES GENERALES DEL SUMINISTRO

El SUMINISTRADOR, en cualquier caso, garantiza que a las entregas en obra de los materiales que los conforma, cumple con los distintos estándares de calidad exigidos en el presente pliego en cuanto al proceso de fabricación se refiere y por tanto podrá ser instalado en obra por TRAGSA de forma inmediata.

No obstante, tras la recepción en obra de los lotes de entrega, TRAGSA podrá retirar de los mismos las muestras representativas para someterlas a ensayos de contraste en el laboratorio habilitado que TRAGSA designe, al objeto de comprobar el cumplimiento de los estándares de calidad exigidos en el PPT del suministro.

En el caso de que el material se encuentre instalado en obra y los ensayos de contraste resultaran no conformes, el SUMINISTRADOR asumirá los costes que lleven aparejados el desmontaje, la retirada del material, la reposición y su instalación, así como todos los daños y perjuicios causados a TRAGSA y/o a terceros (puesta a disposición de los equipos de montaje en el caso de TRAGSA, daños a cultivos o reposición de servicios en el caso de terceros, entre otros). Los trabajos anteriores serán realizados por TRAGSA y su valoración económica se realizará a los precios del proyecto de la obra de referencia.

La reposición de los lotes no conformes se realizará en el plazo máximo de cuarenta (40) días.

En todo caso, cuando se establezca que el suministro no se encuentra en buen estado, o no haya sido fabricado o transportado a obra conforme a las condiciones pactadas en los pliegos, a resultados de las inspecciones visuales y/o dimensionales realizadas durante la recepción del suministro en obra, se le comunicará al SUMINISTRADOR mediante anotación en los albaranes de entrega, estando obligado aquel a la retirada del material identificado como defectuoso y a la reposición del mismo en un plazo no superior a treinta (30) días.

El SUMINISTRADOR, se verá obligado así mismo, a la reposición de los materiales que, durante las pruebas de tubería instalada en obra, sufrieran roturas, deterioro o se revelaran defectuosos. Por lo que respecta a la asunción de costes y reposición de dichos materiales fallidos, se les dará el mismo tratamiento que para el caso de los lotes no conformes en los ensayos de contraste.

### *8.1. DOCUMENTACIÓN*

TRAGSA podrá exigir a la empresa suministradora cuantos partes y documentos de control de fabricación estime oportunos (estadillos de control dimensional, actas de pruebas realizadas, certificados de calibración y verificación de los equipos de inspección, medición y ensayo, etc.), que se hayan producido a lo largo del proceso de realización de los tubos.

### *8.2. EMBALAJE*

El fabricante debe embalar y/o proteger todos los elementos que componen la presente oferta contra posibles daños mecánicos y la entrada de sustancias extrañas durante la manipulación, el transporte y el almacenaje.

La tubería se suministrará flejada sobre durmientes de madera (cunas de madera) que garanticen la movilidad transversal y longitudinal de la carga, así como la adecuada sujeción de los tubos apilados, que no estarán directamente en contacto entre sí, sino a través de elementos elásticos, como gomas, sogas o madera.

### *8.3. CONDICIONES DE TRANSPORTE Y DESCARGA*

Durante estas operaciones, será de aplicación el apartado 10.1 "Transporte y manipulación", del Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Tuberías de Abastecimiento de Agua, del MOPT, y las recomendaciones de Guía Técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión, del CEDEX.

Los tubos se suministrarán en la localidad de Armeñime perteneciente al término municipal de Adeje en la isla de Tenerife, en la zona de acopio ubicada en parcela catastral 0060 del polígono 009 del TM de Adeje.



El lugar exacto de la descarga será marcado por el Encargado de la Obra, no pudiendo hacerlo sin su consentimiento previo.

Los vehículos deben estar provistos de un plano horizontal llano, libre de clavos, cadenas y otros elementos que puedan dañar los tubos. Los tubos se acondicionarán sobre el vehículo sin utilizar cables metálicos ni cadenas que estén en contacto con los mismos. Para que no se produzcan deformaciones no se debe poner durante el transporte otras cargas encima de los tubos.

La tubería vendrá flejada que garantice su estabilidad apoyada en cunas en cada hilera de tubos y con una separación entre tubo y tubo que permita la introducción de una eslinga por la parte superior que facilite la operación de atado para la descarga. La descarga de la tubería se realizará con camión grúa en los puntos o zonas habilitadas para ello.

Desde fábrica, no se admitirán suministros a obra de tubos anidados en ninguna de las fases de transporte hasta obra.

La carga, transporte y descarga correrán por cuenta del adjudicatario, debiendo considerar repercutido el coste de estas operaciones en el precio unitario del material.

#### 8.4. MEDICIÓN Y ABONO

Una vez sea entregado el material en obra se emitirá albarán, que será conformado por parte de TRAGSA.

Tras el suministro, se emitirá la factura de acuerdo al albarán emitido.

Se abonarán los metros de tubería y unidades de accesorios efectivamente suministrados.

## 9. CONDICIONES MEDIOAMBIENTALES

El adjudicatario declara conocer las obligaciones legislativas en materia medioambiental que pudieran resultar de aplicación de las actividades por él desarrolladas al amparo del presente contrato y se compromete a cumplir con todos los requisitos y exigencias legales que en materia de medio ambiente le sea de aplicación.

El adjudicatario, de acuerdo a la normativa que le afecte en cuanto a la actividad a realizar, declara su intención de reducir a lo estrictamente necesario el consumo de materias primas que comprometan la sostenibilidad de los ecosistemas naturales de los cuales se obtienen.

## 10. DOCUMENTACIÓN A INCLUIR EN EL SOBRE "C" DE LA OFERTA

NO APLICA EN LA PRESENTE LICITACIÓN.

Septiembre de 2019