

Sistema de unión de tuberías de PRFV mediante Campana-Espiga

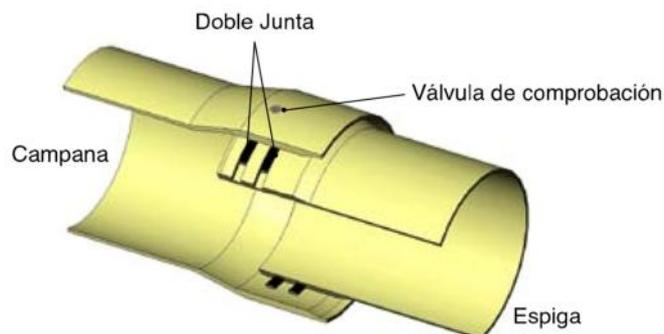
1. Introducción

Las uniones de los sistemas de tuberías de plásticas se clasifican en Flexibles y Rígidas. El sistema de unión “Campana-Espiga” de las tuberías de PRFV se define como una unión ‘macho-hembra’ donde el extremo Espiga (macho) entra la Campana (hembra). Partiendo de esta premisa fundamental a la hora de diseñar una unión flexible para un tubo de PRFV, se desarrolla la denominada unión “Campana-Espiga”.

La unión “Campana-Espiga” de las tuberías de PRFV se define por tres características:

Unión Flexible: permite desviaciones angulares.

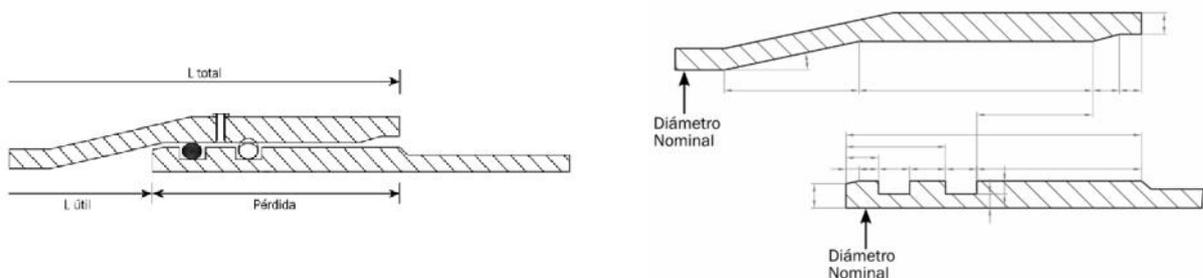
Unión Integral y Monolítica: la unión y el tubo se fabrican conjuntamente en una sola pieza.



En los dibujos siguientes se puede observar la geometría de la unión, tanto del extremo hembra (denominado Campana) como del extremo macho (denominado Espiga). El extremo Campana consiste en un extremo abocardado de un diámetro interior superior al diámetro nominal del tubo para que se introduzca el macho del siguiente tubo a montar, mientras que el extremo Espiga consiste en un extremo del tubo reforzado (un sobre espesor) para posteriormente realizar dos ranuras donde irán alojadas dos juntas tóricas.

Uno de los parámetros fundamentales a la hora de diseñar esta unión consiste en el correcto dimensionado de todos los elementos que forman parte tanto de la Campana como la Espiga.

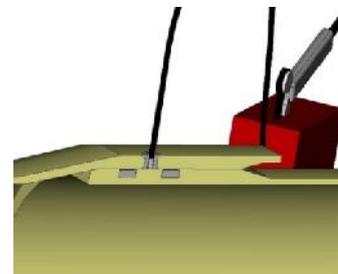
Todas las medidas se diseñan y posteriormente se dimensionan bajo todas las hipótesis existentes en una conducción hidráulica: tensiones por presión interna, por vacío, por deformación, etc.



Gracias a su diseño y perfecto mecanizado se consigue una estanqueidad absoluta, fácilmente comprobable en condiciones extremas, estando especialmente diseñada para garantizar la estanqueidad en conducciones enterradas, con o sin presión.

Una vez finalizada la etapa de fabricación del tubo se procede al mecanizado de la Espiga, de forma controlada mediante maquinaria de control numérico, practicándose dos o tres ranuras circunferenciales en las que se alojarán dos juntas tóricas de EPDM, conformes a la norma UNE-EN 681.

Las uniones “Campana-Espiga” van provistas de una válvula para la **comprobación de estanqueidad**, mediante la cual se presuriza la cavidad existente entre las dos juntas tóricas, permitiendo así comprobar fácil y rápidamente la estanqueidad de la unión y consecuentemente su correcto montaje.



Dicha comprobación se realiza en campo una vez se hayan ensamblado los tubos y antes de proseguir con el montaje del siguiente tubo.

La unión “Campana-Espiga” utilizada en tuberías tanto en aplicaciones aéreas como enterradas, están diseñadas bajo las norma UNE-EN 1119, ISO 8639 y ASTM D4161, específicas de métodos de ensayo de estanqueidad.

2. Principio de funcionamiento

No se debe intentar unir dos tuberías con una deflexión angular, puesto que hay riesgo de que la junta se desplace de su alojamiento. **Deben ensamblarse alineadas y luego dar la deflexión requerida**, según las indicaciones de la siguiente tabla. Es importante no superar el ángulo máximo aconsejable a fin de evitar roturas en las uniones y problemas en la línea.



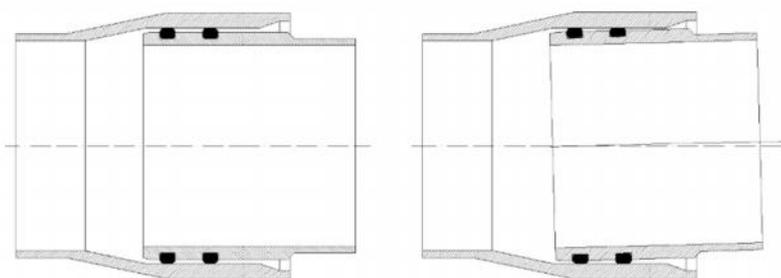
Parámetros de las **deflexiones máximas** de la junta "Campana-Espiga" para tubos de 12 metros:

Deflexión máxima unión Campana-Espiga (L=12 m)			
DN [mm]	Ángulo deflexión θ [°]	Desviación [mm]	Radio de Curvatura R_c [m]
200 a 500	3°	628	229
600 a 900	2°	418	343
1.000 a 1.800	1°	209	688
> 1.800	0,5°	105	1.375

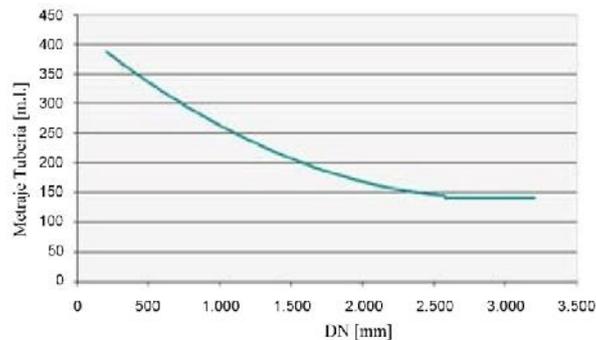
Los tramos del trazado deben elegirse de tal forma que se consigan trayectos lo más rectos posible para evitar riesgos de roturas a la hora de conseguir pequeñas desviaciones o cambios de dirección en la junta. En el caso de cambios de dirección que superen los admisibles de la tabla, es indispensable la instalación de cambios de dirección (codos miterados de PRFV).

Estas desviaciones son independientes de la presión nominal del tubo (PN), es decir, el ángulo máximo de desalineación para un determinado diámetro nominal, lo será para toda la gama de presiones.

El diseño de la unión es independiente de los factores de la propia conducción, PN y SN, por lo que todas las uniones de un mismo diámetro son iguales, garantizando la junta "Campana-Espiga" la estanqueidad para todas las combinaciones posibles de PN-SN.



A modo de consulta, en el siguiente gráfico se muestran unos **rendimientos medios** de montaje de tuberías de longitud de 12 metros con unión “Campana-Espiga” y con la ayuda de grúas u otros elementos mecánicos para el ensamblaje y manipulación de los tubos. Los rendimientos reales en obra dependerán de multitud de variables. Estos rendimientos de referencia pueden aumentarse si se dan las condiciones óptimas en obra.



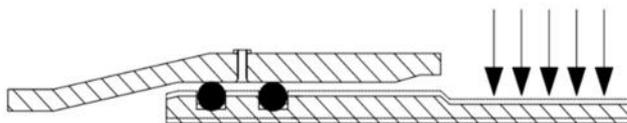
Rendimiento de instalación de tubería de PRFV (8 h/d)

Cizalladura

Las uniones “Campana-Espiga” están diseñadas para soportar cargas superiores a las establecidas en los ensayos de las juntas flexibles (UNE-EN 1119, ISO 8639 y ASTM D4161).



En situaciones donde por condicionantes del terreno se producen esfuerzos de cizalladura, la más desfavorable para una unión flexible, es donde se pone de manifiesto el óptimo diseño de la unión “Campana-Espiga”, siendo totalmente estanca a pesar de deformaciones puntuales. La amplitud de la zona que participa en el aseguramiento de la estanqueidad de la junta, permite un reparto homogéneo de las cargas, minimizando los efectos de ovalización sobre la propia unión.



El diseño de esta unión es capaz de absorber deformaciones puntuales cercanas a la junta asegurando al 100% la estanqueidad, debido al sobre espesor con el que está fabricada la espiga, no solo para alojar las dos juntas tóricas sino además para ofrecer mayor rigidez en esta parte del tubo y mayor resistencia circunferencial.



Esta acción (en la práctica debida a cargas externas) es absorbida por la junta “Campana-Espiga”, que se mantiene indeformable, anulando cualquier riesgo de fuga del fluido.

La **juntas tóricas** utilizadas deben ser de material EPDM y cumplir con la normativa UNE-EN 681. El grado de dureza óptimo y el alto grado de compresión que alcanzan las juntas tóricas son los responsables de asegurar la estanqueidad a pesar de deformaciones extremas de la unión.

Es muy importante dimensionar correctamente el diámetro exterior del extremo Espiga, tanto su desarrollo como el cajeadado donde irán alojadas las juntas para que, una vez en funcionamiento, el alargamiento provocado por su desarrollo funcione correctamente durante toda su vida útil.

3. Instalación

Para el correcto montaje de la tubería de PRFV con unión “Campana-Espiga” con doble anillo elastomérico y válvula de prueba, el procedimiento a seguir será el siguiente:

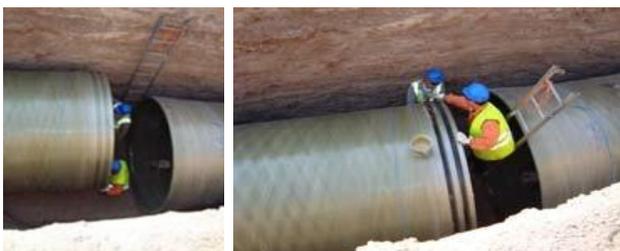
1. Se recomienda utilizar eslingas de nylon para elevar el tubo y evitar el rozamiento con el suelo. Estas eslingas sirven también para guiar al tubo en el montaje. En ningún caso los extremos del tubo deben ser dañados como consecuencia del uso de ganchos metálicos u otros elementos de sujeción, que deberán estar protegidos con gomas u otros elementos similares.



En la mayoría de ocasiones el tubo de PRFV se baja a la zanja ahorcando la/s eslinga/s en 1 ó 2 puntos del tubo

2. Antes de proceder a la unión de las tuberías y/o accesorios, debe limpiarse cuidadosamente la espiga y el interior de la campana con un trapo limpio, procurando que no queden restos de suciedad, tierra o piedras en las superficies de unión (especialmente en las ranuras de la espiga donde deben ser alojados los anillos elastoméricos).
3. Comprobar si ambos extremos tienen algún deterioro, que pudiera dificultar el funcionamiento de la unión.

4. Limpiar cuidadosamente los anillos elastoméricos e insertarlos en las dos ranuras.



El primer paso es la limpieza de los extremos “Campana-Espiga” de suciedades típicas de la obra y comprobar que no exista ningún objeto alojado dentro de la tubería.

5. Redistribuir la tensión en las juntas tóricas colocadas: tensar y destensar varias veces la junta tórica estirando de ella hacia arriba y soltándola repentinamente.
6. Aplicar lubricante de montaje sobre las juntas tóricas ya colocadas y sobre la superficie interior de la campana. El ensamblaje de la unión no es posible sin lubricante. Como alternativa al lubricante, puede emplearse pastas especiales o algún tipo de vaselinas, en ningún caso detergentes ni grasa de uso mecánico.
7. Para DN superiores a 800-900 mm la instalación también se puede realizar mediante tráctel:
 - a. Comprobar que la espiga está situada frente a la Campana y que ambos tubos o accesorios están correctamente alineados.



Se observa la perfecta alineación de los dos tramos de tubería de PRFV

- b. Fijar las cadenas del tráctel en las eslingas, de las abrazaderas a ambos lados del tubo.
- c. Para diámetros grandes (DN>2000), se suelen utilizar dos trácteles en paralelo, polipastos diferenciales, etc., para disminuir los esfuerzos provocados por las fuerzas de rozamiento.



Prueba de la instalación mediante doble tráctel en paralelo de tubería de DN 3200

8. Los diámetros pequeños pueden instalarse sin trácteles, empleando como elemento de empuje la propia excavadora de la obra. Existen dos posibilidades:

- a. Donde se aplique el empuje (en el extremo Campana) deberá protegerse con una viga de madera. En ningún caso, se deberá aplicar la fuerza directamente sobre el tubo.



Los extremos de las tuberías de PRFV se deben proteger de cualquier golpe

- b. Ahorcando el tubo en su parte central y con el propio movimiento de la excavadora.



Instalación de tubería mediante el movimiento de la máquina giratoria

Precauciones

Independientemente del sistema a utilizar, se deben tener una serie de precauciones cuando el extremo Espiga está encarando la Campana de la tubería:

1. Ayudar a encarar el extremo Espiga en la parte inferior de la Campana, para evitar que tropiece con la parte superior de la misma.



Introducción de la primera junta tórica dentro de la Campana

2. Una vez encarado el tubo e introducida la primera goma, comprobar la perfecta alineación del tramo y empujar para la entrada de la segunda junta tórica.



Se procede a introducir el resto de Espiga hasta el final del extremo Campana

3. Una vez montada la tubería, se realizará la prueba de estanqueidad de cada junta montada. Para ello y tras retirar la rosca situada en la Campana y utilizando un bombín manual (con manómetro), se introducirá agua o aire a presión a través del orificio existente a modo de válvula.

De esta forma, se presuriza la cavidad comprendida entre los dos anillos elastoméricos de forma que se pueda comprobar mediante el manómetro que la presión en dicha cavidad permanece constante durante un periodo de un par de minutos, asegurando de esta forma la estanqueidad de la junta y por tanto su correcta instalación (se vuelve a poner la rosca). En caso contrario, se deberá desenchufar el tubo y observar el motivo de la fuga.



Manómetros de agua o de aire necesario para la prueba de estanqueidad

Comprobaciones

Todas las uniones “Campana-Espiga” llevan un sistema para comprobar la estanqueidad de la unión y de esta manera asegurarse que el montaje ha sido correcto.



Imagen de la junta “Campana-Espiga”

Este sistema permite la comprobación de la estanqueidad de la unión mediante una simple prueba de presión. Este hecho comporta varios beneficios:

- **Posibilidad de asegurar la correcta instalación** de las tuberías antes de la ejecución de la prueba hidráulica a la que se someterá la conducción.
- **Mayor rapidez de montaje.**
- **Menores costes de instalación.**
- **Aumento de la seguridad en la obra:** Comprobar la estanqueidad te permite enterrar la tubería probada. Así se evitan costes adicionales para la señalización de zanjas abiertas.

No es necesaria la adición de ningún sistema de comprobación suplementario para comprobar la estanqueidad de la junta: el propio diseño de la “Campana-Espiga” lleva incluido el sistema para comprobar su estanqueidad, de una forma cómoda, desde el exterior de la tubería. Por lo tanto este sistema es válido para cualquier diámetro.

Posibilidad de detectar el origen de una incorrecta instalación desde el primer momento: si la prueba de estanqueidad no da el resultado esperado, es relativamente sencillo detectar el origen de la fuga según su procedencia. Por ejemplo, si se produce por la zona exterior de la unión (la responsable será la junta exterior) o si la fuga se produce hacia el interior la responsable será la junta ubicada en la primera ranura de la espiga

4. Conclusiones

Como conclusión, las principales cualidades de las uniones “Campana-Espiga” en tuberías de PRFV son:

- ✓ Fácil instalación
- ✓ Fiabilidad de funcionamiento
- ✓ Rapidez de montaje
- ✓ Menores costes de instalación
- ✓ Asegura la correcta instalación de las tuberías antes de la ejecución de la prueba hidráulica a la que se someterá la conducción
- ✓ Aumento de la seguridad en la obra: comprobar la estanqueidad permite enterrar la tubería probada, evitando costes adicionales para la señalización de zanjas abiertas
- ✓ Estanqueidad de la junta con altas deformaciones
- ✓ Unión válida desde DN 200 hasta DN 3200

Referencias

- [UNE-EN 14364](#) Sistemas de canalización en materiales plásticos para evacuación y saneamiento con o sin presión. Plásticos termoendurecibles reforzados con vidrio (PRFV) a base de resina de poliéster insaturado (UP). Especificaciones para tuberías, accesorios y uniones.
- [UNE-EN 1796](#) Sistemas de canalización en materiales plásticos para suministro de agua con o sin presión. Plásticos termoestables reforzados con fibra de vidrio (PRFV) basados en resina de poliéster insaturada (UP).
- [UNE-EN 681](#) Juntas elastoméricas. Requisitos de los materiales para juntas de estanquidad de tuberías empleadas en canalizaciones de agua y en drenaje.
- [UNE-EN 1119](#) Juntas de unión para tubos y accesorios de plástico termoestable reforzado con fibra de vidrio (PRFV). Métodos de ensayo de estanquidad y de resistencia al fallo de juntas flexibles no resistentes a la tracción y elementos elastoméricos de estanquidad.
- [ISO 8639](#) Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings -- Test methods for leaktightness of flexible joints
- [ASTM D4161](#) Standard Specification for "Fiberglass" (Glass-Fiber-Reinforced Thermosetting-Resin) Pipe Joints Using Flexible Elastomeric Seals.
- [AWWA M45](#) Fiberglass Pipe Design.
- [ISO 7432](#) Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings -- Test methods to prove the design of locked socket-and-spigot joints, including double-socket joints, with elastomeric seals
- [ISO/TS 10465-1](#) Underground installation of flexible glass-reinforced pipes based on unsaturated polyester resin (GRP-UP) -- Part 1: Installation procedures