

Pérdidas de agua potable: Reduciendo los fallos de sistema





Acerca del ISSF

El Foro Internacional del Acero Inoxidable (ISSF) es una asociación sin ánimo de lucro, con sede en Bruselas, que busca, entre otras cosas, desarrollar nuevos mercados para el acero inoxidable y promover la imagen del acero inoxidable como un producto sostenible y responsable. El ISSF trabaja con las Asociaciones de Desarrollo del Acero Inoxidable (SSDAs), que están presentes en la mayoría de los mercados para los usuarios finales, los medios de comunicación, el público en general y las autoridades reguladoras.

La asociación cuenta con 56 miembros de todo el mundo y actualmente representa aproximadamente el 90% de la producción total de acero inoxidable.



Tim Collins
Secretary-General
E: collins@issf.org
M: +32 471 26 02 05



Jo Claes
Administration and
Communications Manager
E: claes@issf.org
M: +32 472 85 64 47

Para más información

Para más información acerca del ISSF, por favor consulte nuestro sitio Web worldstainless.org.
Para más información sobre el acero inoxidable y la sostenibilidad, por favor consulte el sitio Web sustainablestainless.org



Contents

Prólogo

Introducción

Gestión de tuberías con fugas

Tubos de agua de acero inoxidable

Coste del ciclo de vida

Resultados de los proyectos en Tokio, Seúl y Taipéi

Experiencias de usuarios

Tubos de acero inoxidable en Tokio

Tubos de agua de acero inoxidable en Seúl

Tubos de agua de acero inoxidable en Taipéi

Fuentes

Anexos

Prólogo



TIM COLLINS

Secretario General

La historia sobre el uso del acero inoxidable en la red de tubos de agua de la Junta del Agua de Tokio nos llegó de un breve informe de mercado presentado por la Asociación Japonesa Acero Inoxidable (JSSA). ¡Y qué historia tan interesante resultó ser! En un período de 32 años, Tokio había

transformado por completo la red de tubos de servicio de la ciudad de una variedad existente de materiales que incluían hierro, plomo y plásticos, por acero inoxidable, y había reducido su nivel de pérdidas de agua del 17% anual al 2%. En un mundo donde el agua es un recurso precioso, esto fue verdaderamente asombroso y nos propusimos la tarea de investigar y preparar un estudio de caso para mostrar exactamente cómo se hizo.

En el proceso descubrimos muy rápidamente que la transformación de Tokio también se está llevando a cabo en las ciudades de Seúl y Taipéi, utilizando las mismas técnicas, y esos dos ejemplos nos han dado acceso directo a los responsables de la toma de decisiones. Esto fue un acontecimiento importante,

porque los primeros responsables de la toma de decisiones para el caso de Tokio se han retirado hace mucho tiempo.

En los últimos dos años, los estudios de casos de Tokio y Seúl se han convertido en una base de información muy concisa pero completa. El proyecto de Taipéi sigue siendo un trabajo en curso y lo estamos estudiando muy detenidamente en caso de que surja información adicional.

Ahora estamos listos para pasar a la siguiente fase importante, que es comunicar el éxito de estos proyectos a otras ciudades del mundo. Muchas de ellas están experimentando altos niveles de pérdidas de agua tratada. Reconocemos la amable ayuda de la OCDE, que nos proporcionó una lista de ciudades con pérdidas de agua superiores al 10%, y en algunos casos hasta el 40%.

Este problema requiere una solución, y los tubos de agua de acero inoxidable proporcionan una solución factible y duradera. Son lo suficientemente fuertes como para resistir golpes e incluso actividad sísmica; son limpios e higiénicos y, por lo tanto, ayudan a mejorar la calidad del agua; son resistentes a la corrosión; y, en la forma flexible “corrugada” que

se ha utilizado en las tres ciudades asiáticas, son lo suficientemente ligeros como para ser manipulados, se pueden doblar fácilmente en formas complicadas in situ; y durarán hasta 100 años sin intervenciones de mantenimiento excesivas, reduciendo así el mayor coste de reparar los daños causados por las fugas de agua, que es el coste de desenterrar obras viales e interferir con el movimiento del tráfico. Las ciudades necesitan un sistema que pueda implementarse y permanecer allí durante generaciones.

Esta historia tiene el valor fortuito de presentar a la industria del acero inoxidable dos beneficios directos: un aumento en la demanda de sus productos y una historia de buenas noticias ambientales fácil de entender. Se la recomiendo a usted, querido lector, y también a los ciudadanos del mundo. Cuénteles esta historia a los concejales de su ciudad y a sus representantes gubernamentales. El cambio le beneficiará a usted ahorrando el uso del agua, y por lo tanto el coste del agua.

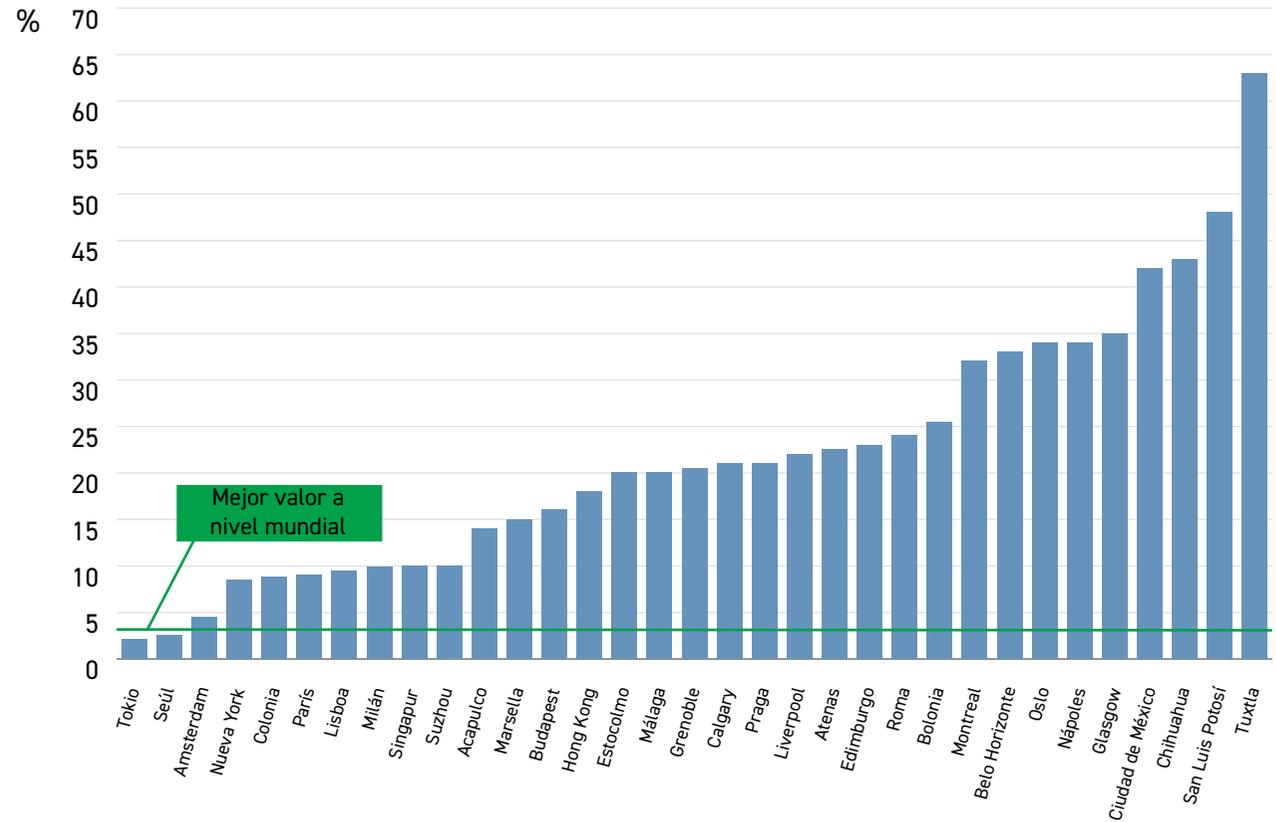
Tim Collins
Secretario General
Foro Internacional del Acero Inoxidable
Bruselas



Introducción

Pérdida de agua debida a tubos de agua en una selección de ciudades

La pérdida de agua debida a tubos con fugas es un problema para las ciudades de todo el mundo. Algunas de ellas están perdiendo hasta un 40% de agua por año, y es toda agua que ya ha sido tratada. Un estudio reciente de la OCDE ha demostrado que no son sólo las ciudades subdesarrolladas o incluso en vías de desarrollo las que resultan tan afectadas, sino que incluso las capitales de las principales economías están perdiendo mucha más agua de lo que es sostenible o incluso viable, como se muestra en la tabla de esta página.



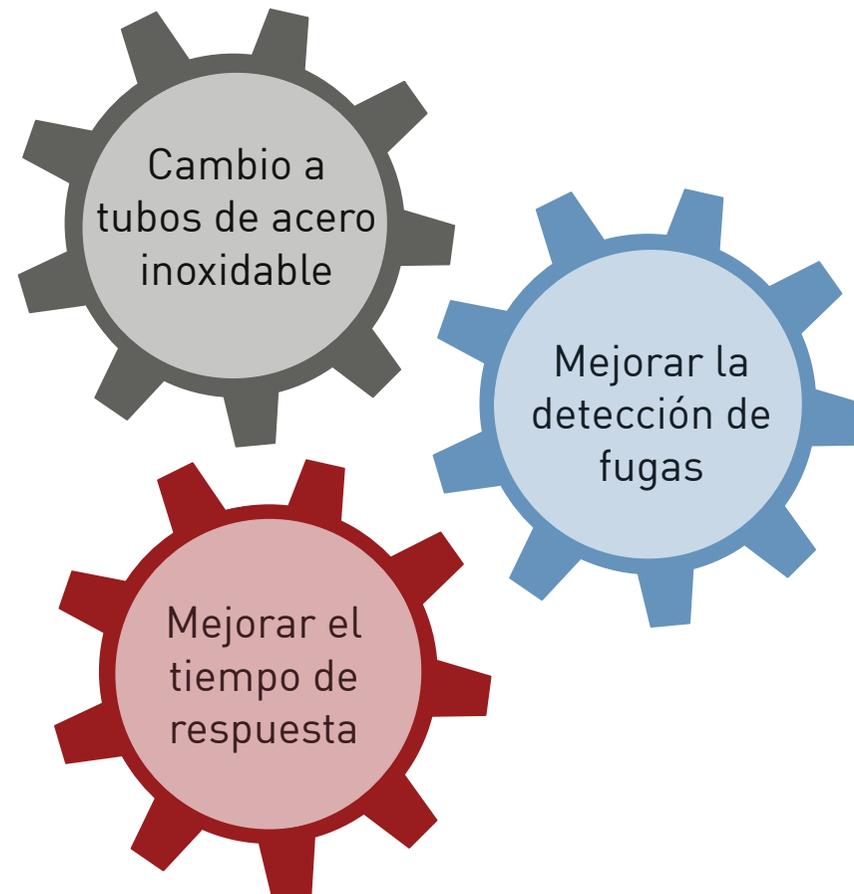
Tasa de fuga en las principales ciudades

Fuente: OCDE (Gestión del agua en las ciudades, 2016)



Gestión de tuberías con fugas

- Los estudios realizados por el ISSF, el Nickel Institute y la Asociación Internacional del Molibdeno han demostrado que el primer y más importante paso es reemplazar el servicio de tuberías existente, con tuberías y accesorios de acero inoxidable.
- El acero inoxidable es un material con una alta resistencia a corrosión, con un mayor ratio fuerza/peso y suficientemente resistente como para hacer frente a sacudidas, incluyendo la actividad sísmica. Además no favorece la proliferación de bacterias.
- El mantenimiento que necesita es extremadamente bajo, sin embargo, ningún material puede hacer frente a daños o impactos extremos.
- Un Sistema de gestión secundario, es siempre necesario a la hora de detectar posibles fugas, incluso cuando se emplee el acero inoxidable.
- Una de las principales ventajas de las tuberías metálicas es que las fugas crean un sonido que hace la detección mucho más fácil.
- También es crítico o esencial el contar con un equipo de respuesta rápida para actuar inmediatamente y de forma efectiva frente a las fugas, evitando que la situación se deteriore.
- Estos tres componentes (tubería de acero inoxidable, detección sonora de fugas y respuesta rápida) son críticos para lograr una solución final robusta y adecuada.





Tubos de agua de acero inoxidable

Beneficios materiales

El acero inoxidable tiene alta resistencia y es un material muy duradero. También es menos propenso al agrietamiento que los materiales competidores. Es resistente a la corrosión, evitando así la necesidad de pintura o de otras capas protectoras.

El acero inoxidable es excepcionalmente resistente al desgaste. Tiene una superficie dura y lisa, lo que hace más difícil que las bacterias se adhieran y crezcan, resultando así muy higiénico. El acero inoxidable ha desempeñado un papel clave en la producción, preparación y transporte de alimentos y bebidas durante 100 años. Es químicamente inerte, lo que significa que no reacciona con los alimentos o bebidas con los que entra en contacto. Para el transporte de agua, la solución ideal es utilizar acero inoxidable en forma de tubo corrugado. La introducción de tubos corrugados minimiza el riesgo de fugas reduciendo el número de uniones soldadas que de otro modo serían necesarias. Una ventaja secundaria es que las ondulaciones facilitan el curvado de los tubos en el lugar, facilitando así el conformado en lugares inaccesibles. Estos tubos mejoran la productividad y son resistentes a los choques sísmicos.

Beneficios ambientales

A lo largo de todo su ciclo de vida, el acero inoxidable tiene uno de los impactos ambientales más leves de todos los materiales de ingeniería conocidos. Al final de su larga vida útil, es capaz de ser reciclado al 100% para crear nuevos aceros inoxidables que serán tan fuertes y duraderos como el producto original.



Tubos corrugados de acero inoxidable.

Fuente: Asociación de plantas de suministro de agua de Corea (kwwa.or.kr)

Cálculo del coste del ciclo de vida

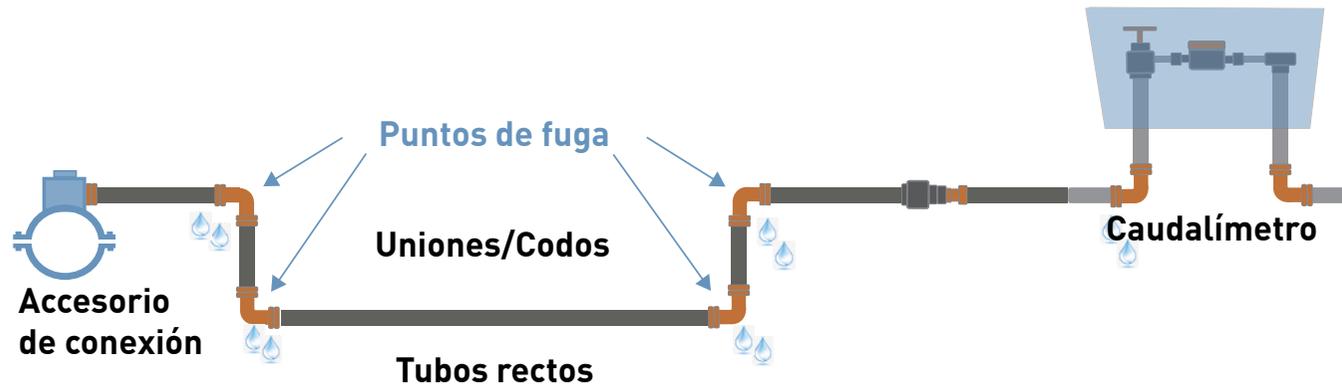
El acero inoxidable tiene un coste de inversión inicial más alto que el de muchos de sus materiales competidores. Sin embargo, cuando se le considera a lo largo de toda la extensión de su vida útil proyectada, y advirtiendo que requiere muy poco mantenimiento y reparaciones, es una opción menos costosa.

Suponiendo una vida útil de 100 años a los tipos de interés reales actuales, los costes de utilizar otros materiales pueden ser significativamente más elevados.



Tubos de agua corrugados de acero inoxidable

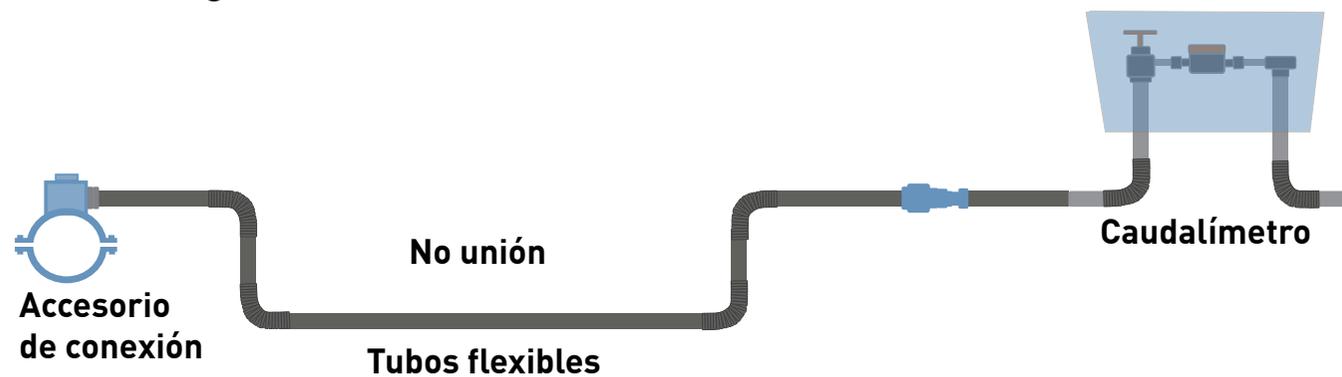
Sistema tradicional de tuberías



Un sistema flexible de tuberías corrugadas de acero inoxidable:

- evita fugas en las uniones
- reduce el número de uniones
- resiste choques sísmicos

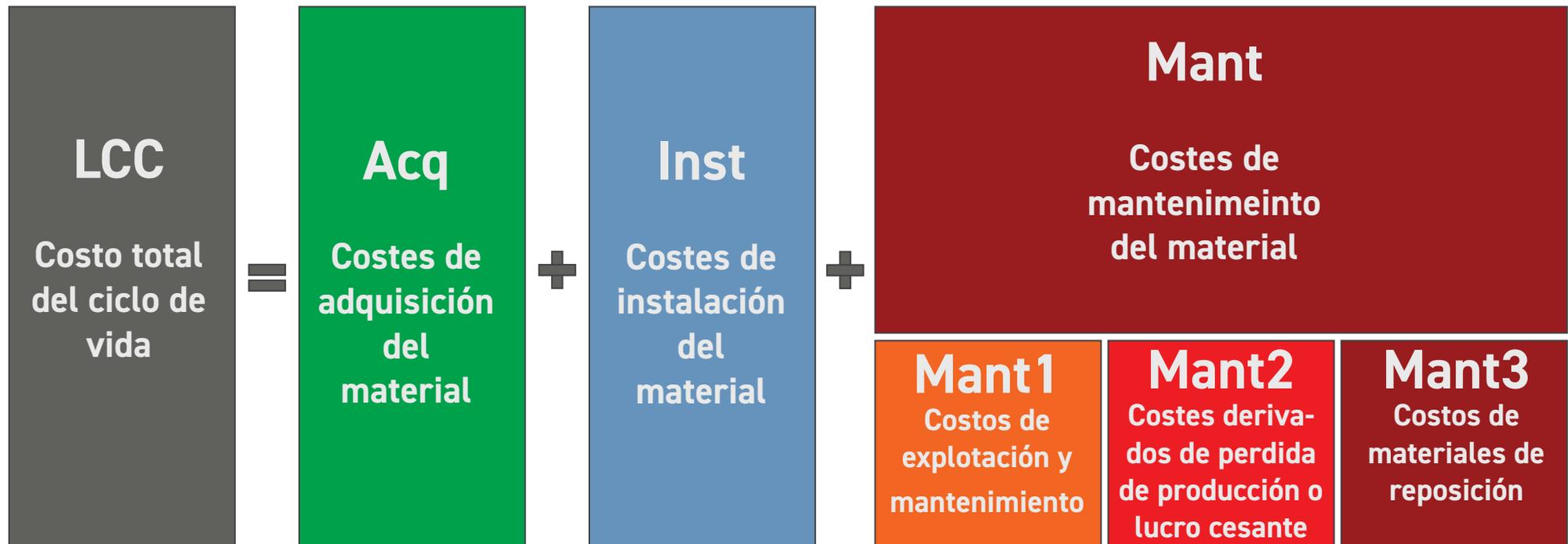
Tubos corrugados de acero inoxidable





Coste del ciclo de vida

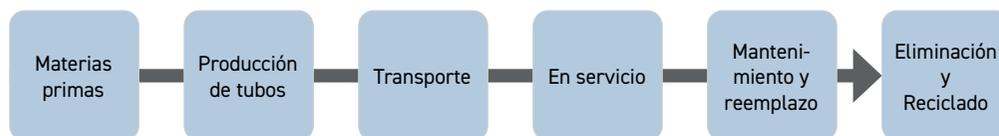
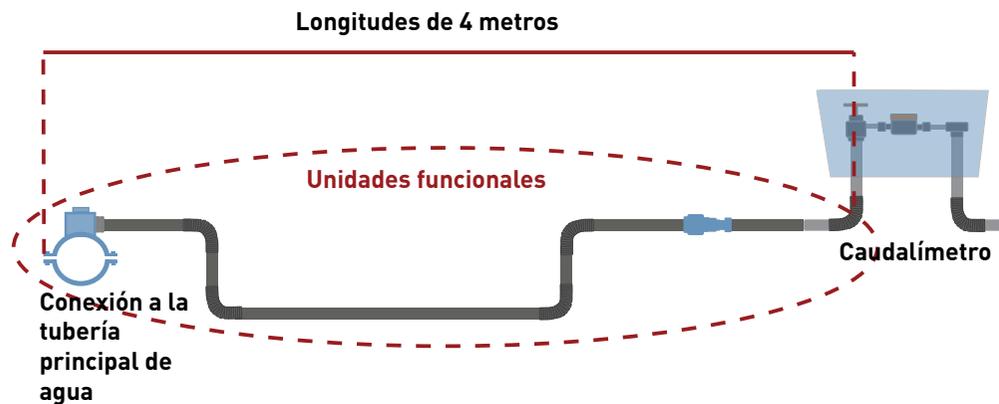
Fórmula del Coste del ciclo de vida





Definición del sistema

Longitudes de 4 metros (20 mm de diámetro) de tubos de servicio con una vida útil de 100 años. Los tubos de servicio se extienden desde la tubería principal de agua hasta el contador de agua doméstico e incluyen uniones, codos, uniones en T y válvulas.



El análisis LCC se calculó de principio a fin de la vida útil.

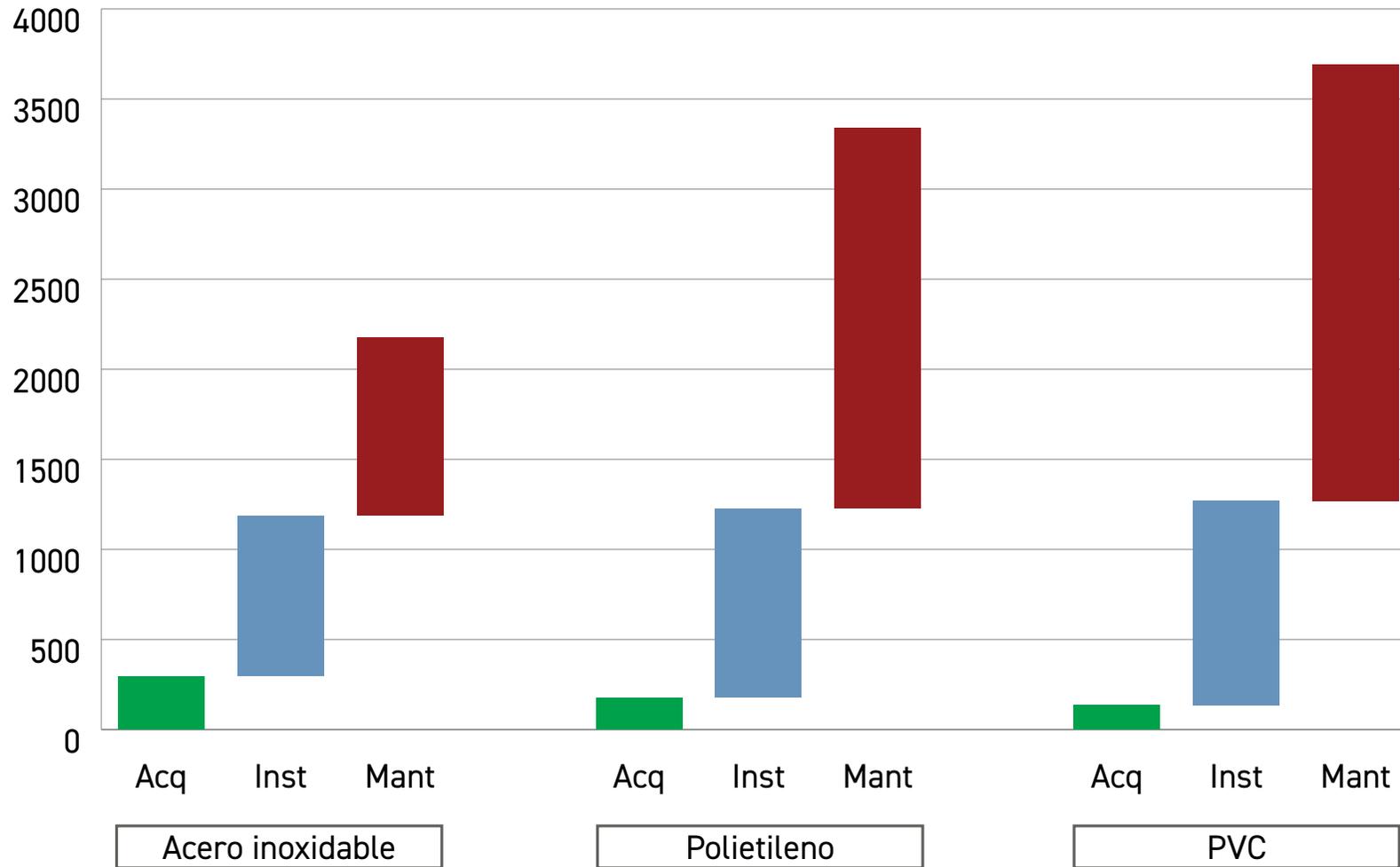
Supuestos	Acero inoxidable (316)	PVC	PE
1. Vida útil	100 años	50 años	50 años
2. Tipo de interés real	0.27% ¹		
3. Coste inicial del material para un tubo corrugado de 4 metros (incluyendo partes)	\$297 ²	\$89 ²	\$67 ²
4. Instalación inicial (incl. costes de mano de obra) ³	\$1,683 (suponiendo que sea el mismo para cada caso)		
5. Costes de operación y mantenimiento	Se supone que es cero (pero en la práctica existen costes de mantenimiento y costes de inactividad. Minimizando que la interrupción es importante)		
6. Costes de producción perdidos durante el tiempo de inactividad			
7. Costes de reposición ³	\$1,980/100 años	\$1,772/50 años	\$1,750/50 años
8. Valor residual (chatarra reciclada) ⁴	\$100/100 años	\$0	\$0
Total para una vida en servicio de 100 años	\$2,175	\$3,690	\$3,340

1. Previsión del tipo de interés real de IHS Markit
2. Coste del tubo tomado del ejemplo de Incheon (Corea del Sur)
3. Coste de reposición tomado del ejemplo de Incheon (Corea del Sur)
4. El acero inoxidable puede ser reciclado al 100%.

El análisis del Coste del ciclo de vida para el acero inoxidable tipo 316 ilustra que es un producto menos costoso cuando se considera a lo largo de su vida útil. Se ha demostrado que las alternativas probadas por la Junta del Agua de Tokio tienen un ciclo de vida más corto y, por lo tanto, un coste más elevado. Nuestras suposiciones se han basado en una vida útil de 100 años (aunque el edificio Chrysler indica que 100 años es una estimación conservadora), y en las tasas de interés actuales.

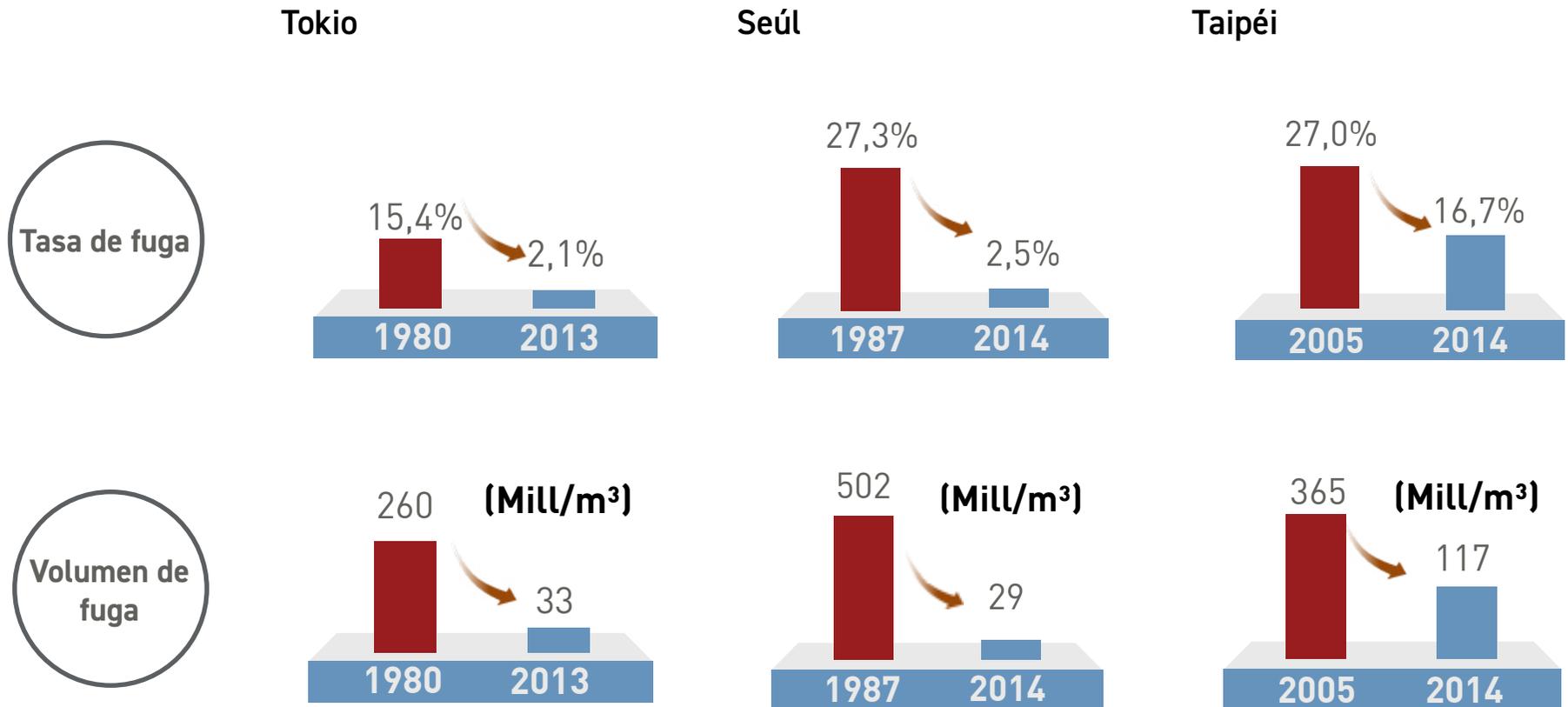


Comparativa del coste del ciclo de vida





Resultados de los proyectos en Tokio, Seúl y Taipéi







Experiencias de usuarios

Junta de Agua de Tokio



El cambio de material a acero inoxidable se ha llevado a cabo sobre la base de un examen minucioso y resulta ser la decisión correcta. Encontramos que hubo un efecto considerable en la aplicación de acero inoxidable, tanto en las fugas como en la calidad del agua.

Okabe Takeshi,
Gerente de la División de Suministro de Agua

Planta de suministro de agua de Seúl



Como esperábamos, los tubos de acero inoxidable han contribuido a una calidad del agua más limpia y también una mayor vida útil que otros materiales. La sección corrugada contribuyó a facilitar el trabajo y reducir las fugas.

Kim HyenTon,
Director de la Dirección de Distribución de Agua



Fotógrafo: Philippe De Putter



Tubos de acero inoxidable en Tokio

Planta de suministro de agua de Tokio en cifras (2013)

	1980	2013
Población (Mill)	11,6	13,3
Volumen distribuido (millones de m ³)	1.692	1.523
Volumen de fuga (millones de m ³)	260	33
Tasa de fuga (%)	15,4	2,2

Principales retos

- Escasez crítica de agua
- Fugas en los tubos de agua
- Alto contenido de iones de cloruro en el suelo
- Preocupación por mantener una buena calidad del agua
- Propenso a choques sísmicos severos
- Inundación localizada grave alrededor de la zona de fugas, incluso provocando el colapso de algunas carreteras.

¿Por qué se eligió el 316 y no el 304?

La Junta del Agua de Tokio eligió el acero inoxidable 316 de aleación más alta por su resistencia a la corrosión mejorada después de exhaustivas pruebas de campo. Dijeron que fue seleccionado porque querían el mejor material disponible. El coste del material era menos importante que la resistencia y durabilidad porque la seguridad del suministro de agua era la consideración fundamental.

Pruebas de enterramiento

Para verificar el comportamiento ante la corrosión de los tubos y recopilar datos sobre su resistencia a la corrosión, la Junta del Agua de Tokio encargó pruebas utilizando tubos fabricados con una serie de productos competidores, enterrándolos en 10 emplazamientos diferentes, durante un período de 10 años.

Las pruebas mostraron que el acero inoxidable se había comportado mejor en términos de resistencia y resistencia a la corrosión, teniendo el tipo 316 un mejor rendimiento que el 304. Las concentraciones de Cl⁻ y SO₄²⁻ en el suelo eran muy altas. Las pruebas no mostraron evidencia de corrosión por picadura en las muestras de 316.

El 316 es un tipo de aleación más alto y por lo tanto más caro que el 304, pero la Junta del Agua de Tokio decidió que el mayor coste es el de la instalación



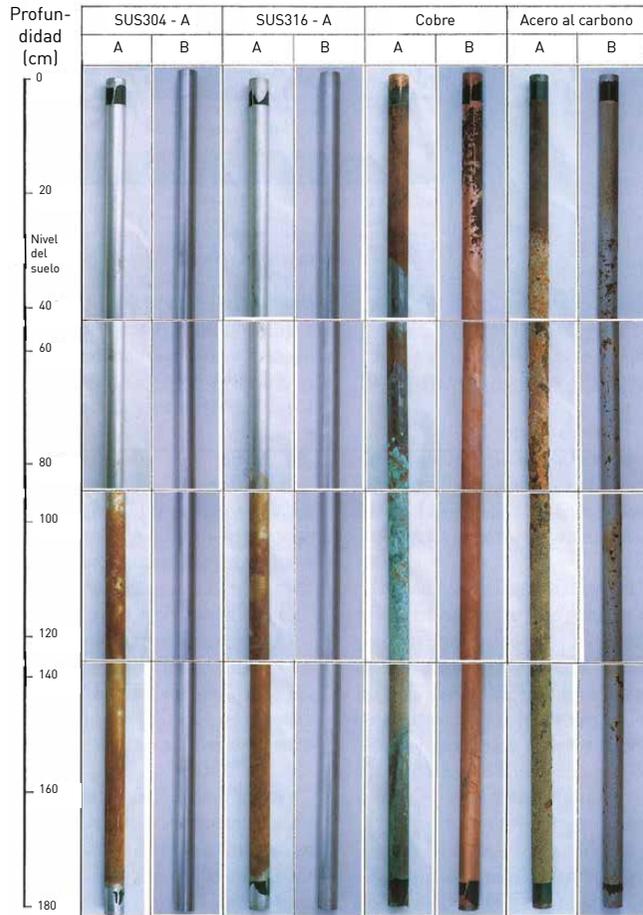
Ciudad de Kushiro, Prueba N° H; después de decapado ácido



Ciudad de Kuwana, Prueba N° P; después de decapado ácido

Fotos de los resultados de la prueba de enterramiento después de 10 años en Kushiro (Noreste de Japón) y Kuwana (Japón central).

de los tubos y que el riesgo de falla no podía ser tolerado debido a una posible escasez de agua.



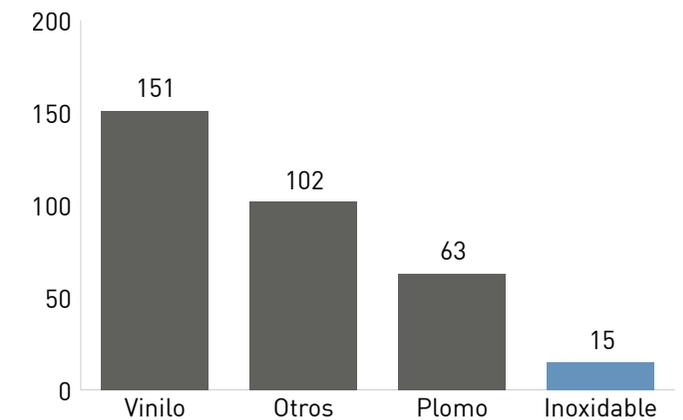
En consecuencia, la decisión de especificar el más resistente de los dos tipos de acero inoxidable, independientemente de la diferencia de los costes iniciales, estaba justificada desde el punto de vista económico.



Tubo corrugado de acero inoxidable
Fotógrafo: Philippe De Putter

Tubos corrugados de acero inoxidable

La Junta del Agua de Tokio descubrió que muchas de sus fugas habían ocurrido en las uniones. El uso de tubos corrugados permitió a los instaladores curvar



Número de daños después del gran terremoto de 2011 por material de tubo.

los tubos a las formas requeridas, reduciendo la necesidad de uniones y codos, pero también permitió que los tubos se mantuvieran más flexibles después de la instalación, y por lo tanto más capaces de resistir choques sísmicos.

Este punto fue claramente probado después del gran terremoto de Sendai que azotó la costa noreste

Resultado de la prueba de enterramiento de Okinawa.

A: Después de la limpieza con agua

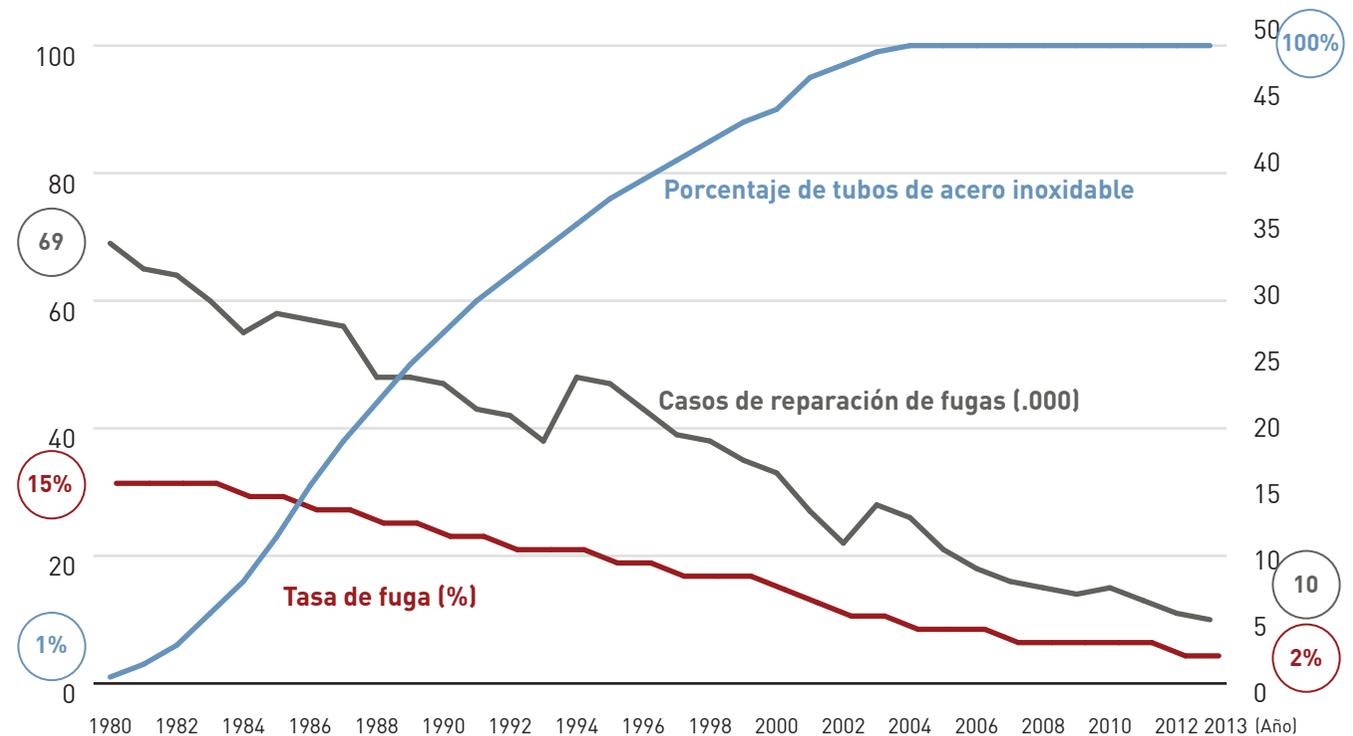
B: Después del decapado



de la isla Honshu el 11 de marzo de 2011, con una magnitud de 9,0, lo que lo convirtió en uno de los terremotos más fuertes que se hayan registrado. La ciudad de Tokio se encuentra en el límite entre las zonas demarcadas como que tienen un impacto de fuerte a muy fuerte (el terremoto se sintió en un lugar tan lejano como Beijing). Después de este incidente, las inspecciones revelaron que sólo el 5% de los tubos de acero inoxidable instalados resultaron dañados.

Tokio probó tubos corrugados de acero inoxidable de 1991 a 1998, antes de introducirlos en todas las instalaciones a partir de 1998. En las primeras etapas de las pruebas, utilizaron accesorios de bronce y descubrieron un riesgo de corrosión en el área de las uniones. Por lo tanto, especificaron acero inoxidable para todas las uniones, codos, secciones en T, válvulas y otros accesorios. Las ventajas ofrecidas por el uso de tubos de acero inoxidable eran la reducción del número de fugas, la reducción del mantenimiento, la mejora de la calidad del agua y una probada resistencia a la actividad sísmica. La Junta del Agua de Tokio no ha encontrado evidencia de depósitos de residuos químicos dentro de los tubos que han inspeccionado.

Reducción de fugas





Tubos de agua de acero inoxidable en Seúl

Planta de suministro de agua de Seúl en cifras (2014)

Población de servicio: 10,3 millones
 Volumen de distribución anual:
 1.169 millones de m³
 Tasa de fuga de agua: 2,5%.

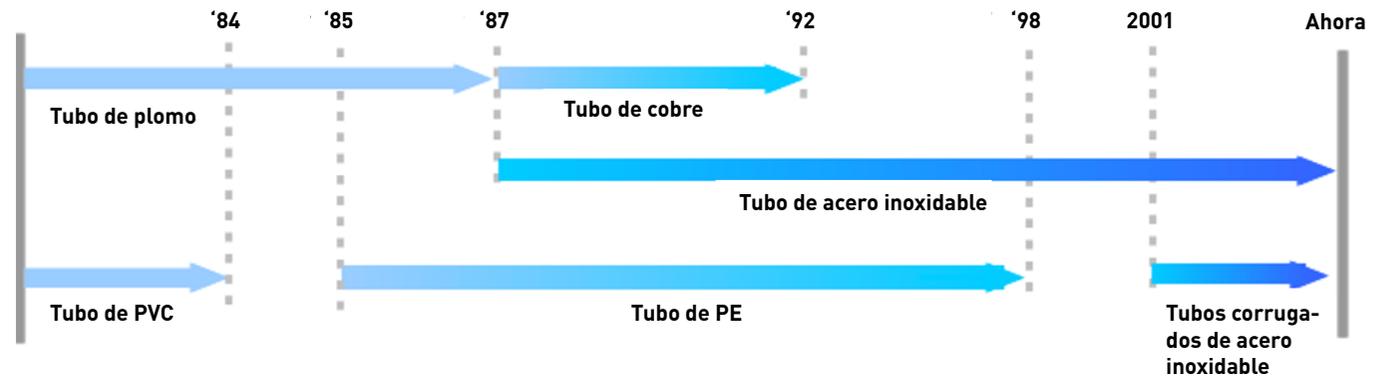
Tubos de acero inoxidable en Seúl

Seúl comenzó a reemplazar sus tuberías de agua en 1984. El 95,6% de los tubos han sido sustituidos hasta ahora. El reemplazo total estará terminado para 2018.

- Longitud total de las tuberías: 13.720 km
- Longitud total de la tubería sustituida hasta ahora: 13.192 km (95,6%).

	1984-1993	1994-2003	2004-2013	2014-2018
Tubos sustituidos (en km)	5.518	5.668	2.006	536

Se utilizó acero inoxidable para reducir la corrosión y mejorar la calidad del agua. También se utilizó para reducir las pérdidas de agua por fugas debido a su resistencia superior. De 1987 a 1993 se utilizaron conjuntamente tubos de acero inoxidable y cobre, pero a partir de 1993 sólo se ha utilizado acero inoxidable. A partir de 2001 se introdujo tubería



corrugada para reducir las uniones y facilitar el montaje in situ. Seúl descubrió que la reducción



de las pérdidas de agua, junto con la mejora en la calidad del agua, significaba que podían reducir el número de plantas de tratamiento de agua de diez a seis, después de este proyecto. Encontraron una mejora en las fugas de agua de 27% a 2,5%, a pesar de que el proyecto todavía tiene un año de vida. Esto ha permitido a la ciudad reducir el número de reparaciones de 60.000 a 10.000 casos por año. También le ha permitido a la ciudad reducir su producción total de agua (porque hubo menos agua desperdiciada) de 7,3 millones de metros cúbicos diarios a 4,5 millones de metros cúbicos diarios, lo cual es un excelente indicador de la protección del recurso hídrico disponible en este proyecto. Seúl consideró materiales alternativos, pero sus pruebas demostraron que el acero inoxidable era la



opción preferida. Contrariamente a la experiencia de sus mentores, la Junta del Agua de Tokio, Seúl decidió especificar el acero inoxidable tipo 304.

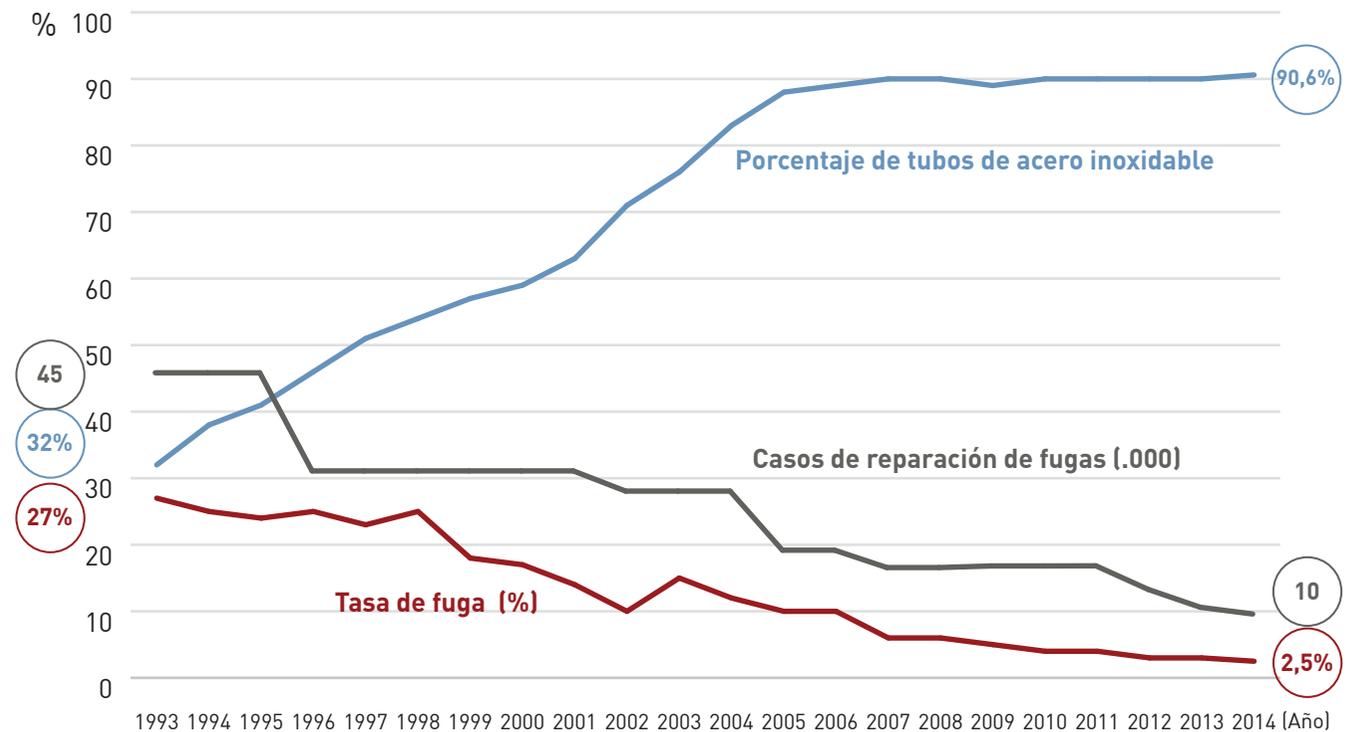
Primero, porque sus suelos demostraron ser menos agresivos que los de Tokio, y segundo, porque el 304 es un material menos costoso.

Siguiendo el ejemplo de la capital, otras ciudades coreanas como Daegu, Incheon, Daejeon y Ulsan también han comenzado a utilizar acero inoxidable para sus tuberías de servicio.



Fotógrafo: Philippe De Putter

Reducción de fugas





Tubos de agua de acero inoxidable en Taipéi

Planta de suministro de agua de Taipéi en cifras

Población de servicio: 3,88 millones
 Volumen de distribución diario:
 2,26 millones de m³
 Suministro diario a la zona de servicio:
 1,97 millones de m³

Antecedentes

En 2002, el nivel de suministro de agua a Taipéi llegó a ser peligrosamente bajo. Con una tasa de fuga del 28,4% en las tuberías, junto con la mitad de la precipitación media, esto resultó en cortes intermitentes de suministro durante 49 días. Taipéi originalmente sólo quería ampliar el suministro de agua, en lugar de controlar las pérdidas de agua. Esto dio lugar a un sistema de tuberías complicado, que había envejecido y tenía fugas. Se planificó un proyecto de gestión de fugas que se terminaría en 4 fases en un plazo de 20 años. Esto debería mejorar el rendimiento de las tuberías, reducir la pérdida de agua y evitar una escasez de agua como la de 2002.



Implementación

Cada año se está sustituyendo casi el 3% de la red de tubos. El último tubo de plomo fue reemplazado en octubre de 2017, es decir 15 meses antes de lo previsto. Hasta ahora, el 35% de las tuberías de servicio de diversos materiales ha sido reemplazado por tubos de acero inoxidable. Los distritos de la

ciudad que tenían la mayor pérdida de agua (algunos más del 40%) fueron los primeros en tener sus tubos reemplazados por otros de acero inoxidable. Los últimos tubos retirados fueron examinados y revelaron que el 80% de las fugas se originaron en tubos de plástico.



Suministro de agua intermitente →

Año	Precipitación sobre el embalse de Feitsui (mm)	Almacenamiento del embalse de Feitsui (%)	Tasa de fuga de la red de la TWD*	Suministro anual de agua a la TWD* (x 100 millones de m³)	Suministro anual de agua a la TWC* (x 100 millones de m³)
2002	1377	58%	28,44%	8,78	0,74
2014	1201	92%	16,70%	6,99	1,23
Diferencia	-176 mm	+34%	-11,74%	-1,79	+0,49

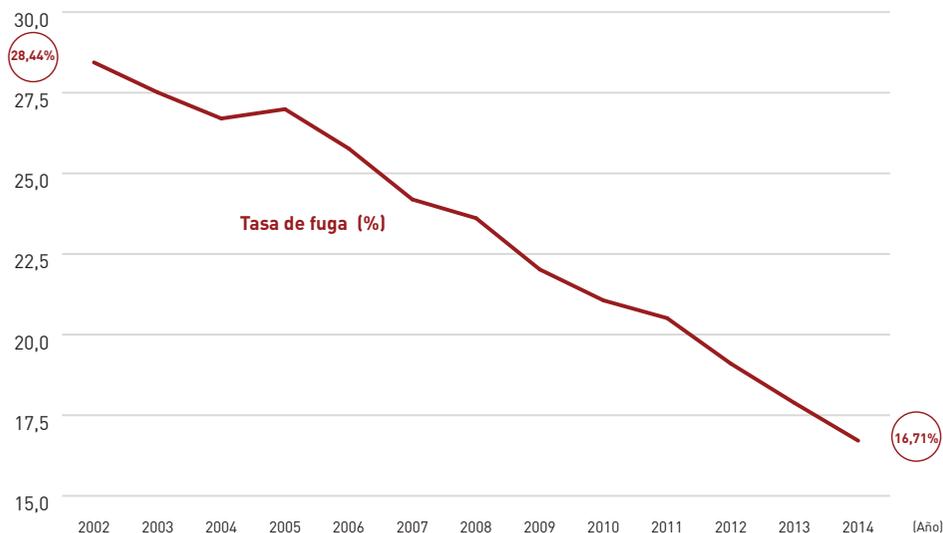
Menos precipitación, finales de 2014

Reducción de fugas 11,74%

Ahorro de agua:

1,23 suministrados a la TWC
0,56 en el embalse

Reducción de fugas



Resultados

A pesar de que sólo el 35% de los tubos ha sido reemplazado hasta ahora, un excelente resultado ya se hizo evidente durante la sequía de 2014. Ese año tuvo un 13% menos de precipitaciones que en la anterior sequía de 2002, pero no hubo interrupción en el suministro de agua, gracias a la gran mejora en las tasas de fuga.

Con las tasas de fuga ya reducidas en más del 10%, el ahorro de agua ha sido de 1.790 millones de m³ al año. Las pérdidas de agua se situaron en 365 millones de m³ en 2005 y se redujeron a 219 millones de m³ en 2014. La tasa de fuga objetivo del 10% debería alcanzarse para 2025.

TWD: Dirección del Agua de Taipéi
TWC: Corporación del Agua de Taipéi



Fuentes

1. Asociación Internacional del Molibdeno
2. Asociación del Acero Inoxidable de Japón
3. Ministerio del Medio Ambiente, República de Corea
4. Instituto del Níquel
5. Nisshin Stainless Steel Tubing Co. Ltd.
6. Planta de suministro de agua de Seúl
7. Dirección del agua de Taipéi
8. Junta del Agua de Tokio
9. Histen (histen.co.kr)



Anexos



¿Qué es el acero inoxidable?

El material que conocemos como acero inoxidable es un elemento importante de la vida moderna y muy pocas personas no habrán entrado en contacto con él en algún momento de sus vidas. Fue descubierto en 1912 por un ingeniero metalúrgico que descubrió que una adición de no menos del 10,5% de cromo confiere una importante resistencia a la corrosión al acero. El cromo forma una capa protectora en la superficie del acero que es capaz de renovarse constantemente, protegiendo así la superficie contra la corrosión incluso cuando es rayada o dañada de otro modo. Es esta importante propiedad de resistencia a la corrosión la que diferencia a los aceros inoxidables de otras formas de acero - de hecho, la definición internacionalmente aceptada de acero inoxidable es un acero que contiene no menos del 10,5% de cromo.

304

El tipo 304 es la forma de acero inoxidable más comúnmente utilizada. Este tipo contiene normalmente 18% de cromo y 8% de níquel. Esto es un acero austenítico. No es un buen conductor de electricidad o unidades térmicas y es amagnético. La adición de níquel confiere al material una resistencia aún mayor a la corrosión y lo hace mucho más maleable. Se considera ideal para agua potable con hasta 200 mg/L de cloruros a temperatura ambiente y 150 mg/L a 60°C.

316

Además del cromo y el níquel, el acero inoxidable tipo 316 contiene molibdeno, que refuerza aún más su resistencia a la corrosión, particularmente contra la corrosión por picaduras y por grietas en ambientes con cloruros. Tiene excelentes propiedades de

fabricación y es fácilmente moldeable, lo que permite realizar una variedad de piezas para diferentes aplicaciones.

El tipo 316 también tiene excelentes características de soldadura.

Equivalencias de aceros inoxidables

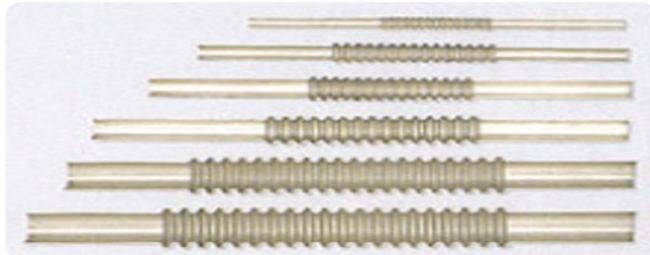
EE.UU.: UNS	EE.UU.: AISI	UE: EN	Japón: JIS	Reino Unido: BSI
S30400	304	1.4301	SUS 304	304S15, 304S16
S31600	316	1.4401	SUS 316	316S31



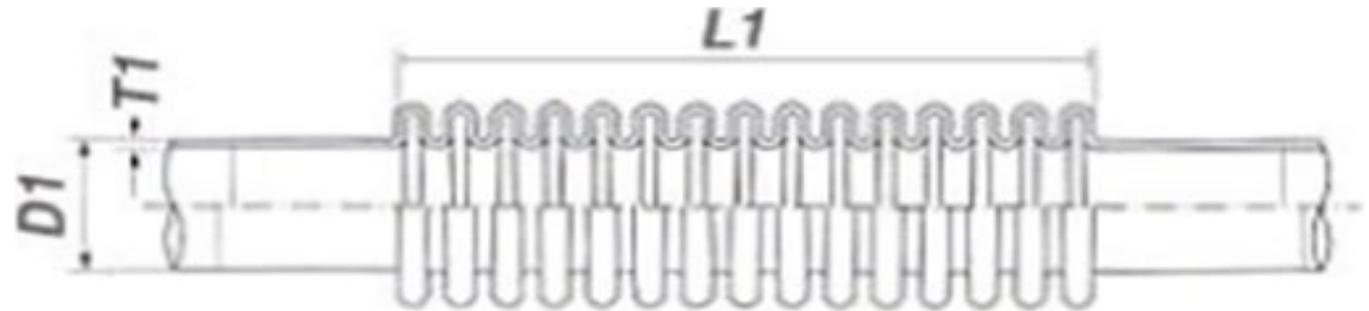
Tubos corrugados de acero inoxidable

Especificaciones

Longitud estándar: 4 metros
 Longitud máxima: 5 metros
 Diámetro: 15~50 mm para tubos de servicio
 Espesor: 0,8~1,2 mm
 Calidad del acero: SUS 304 ó 316



Tubos corrugados de acero inoxidable de diferentes diámetros



Dibujo de un tubo corrugado. D1 es el diámetro, T1 el espesor y L1 la longitud de la ondulación. Las especificaciones para los diferentes diámetros de tubo se encuentran en la tabla.

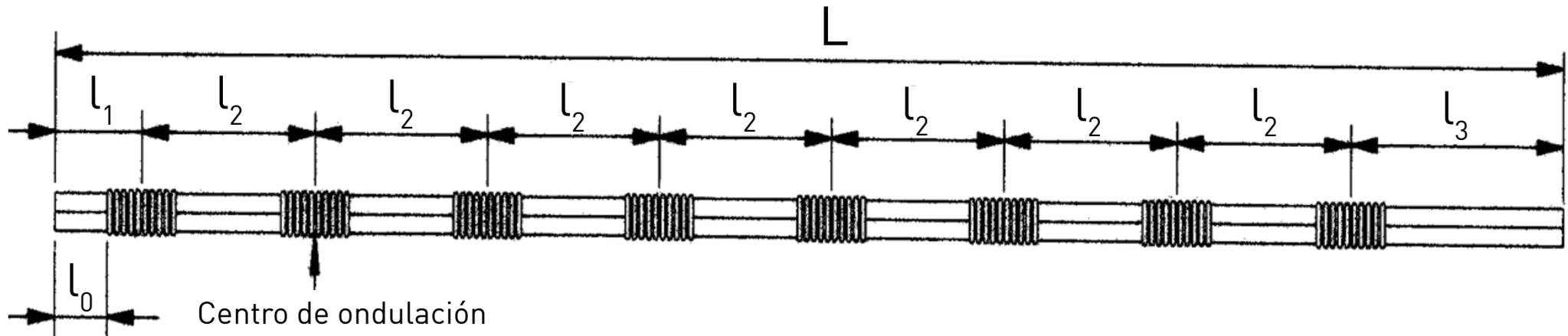
[JWWA G119, KWWA D118]

Nombre	Diámetro exterior (D1)		Espesor (T1)		Longitud (L1)		# de rosca	
	Estándar	Tolerancia	Estándar	Tolerancia	Estándar	Tolerancia		
13 Su	15,88	0~0,37	0,8	± 0,08	80	± 10	15	
20 Su	22,22		1	± 0,1	120			
25 Su	28,58							
30 Su	34	± 0,34	1,2	± 0,12	153	± 20	20	
40 Su	42,7	± 0,43			225			
50 Su	48,6	± 0,49						

Unidad: mm



Tamaño de los tubos corrugados de acero inoxidable



Nombre	L		l_1		l_2		l_3		l_0
	Estándar	Tolerancia	Estándar	Tolerancia	Estándar	Tolerancia	Estándar	Tolerancia	Estándar
13 Su	4.000	±0	190	+10 -0	475	#20	485	±0	150
20 Su			210		475		465		150
25 Su			210		475		465		150
30 Su			230		470		480		153,5
40 Su			265		460		515		152,5
50 Su			265		460		515		152,5

Unidad: mm

La longitud total (L), el número de ondulaciones y la longitud de la ondulación pueden ser alteradas previa solicitud al proveedor.



Clasificación

Clasificación	Código	Aplicación
Tubo corrugado A	CSST-ST304	Tubos de distribución de agua general
Tubo corrugado B	CSST-ST316	Tubos de distribución que requieren mayor resistencia a la corrosión

Proceso de fabricación

- A. Los tubos rectos deben ser procesados por soldadura por arco o soldadura por resistencia eléctrica.
- B. En el caso de tubos corrugados, las ondulaciones deben ser procesadas por hidroformado y acabadas por recocido de solubilización.

Propiedades

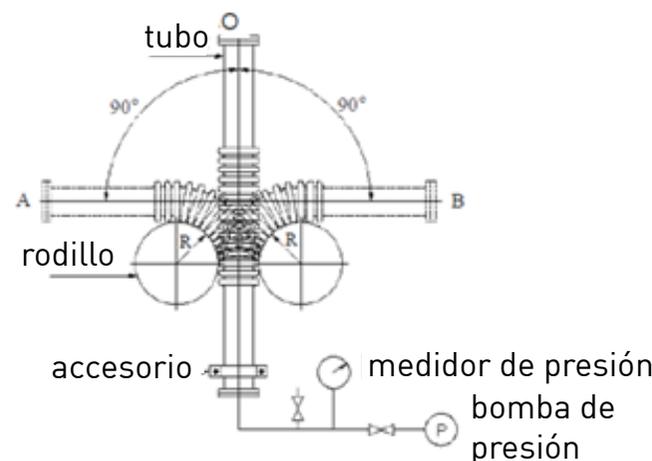
- A. Resistencia a la presión: no hay fugas o daños al aplicar una presión de 2,5 MPa durante dos minutos en un extremo mientras se cierra el otro extremo del tubo.
- B. Alargamiento y alargamiento residual: debe ajustarse a la tabla siguiente.

Diámetro	Alarga- miento con 1,0 Mpa	Alarga- miento residual de 1 Mpa a 0 Mpa	Alarga- miento con 2,5 Mpa
15~30	≤ 1,0	≤ 0,5	≤ 5,0
40, 50	≤ 2,0	≤ 1,0	≤ 10,0

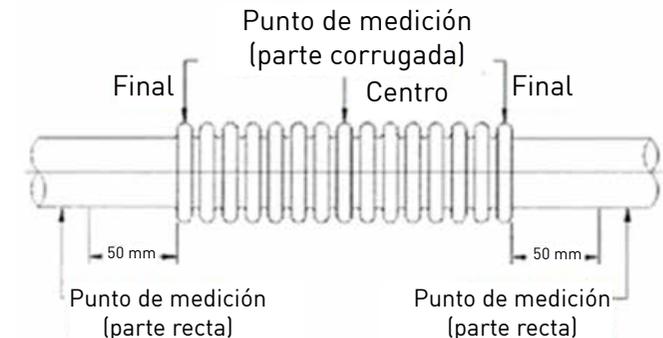
- C. Curvado: no hay fugas o mal funcionamiento después de 10~20 veces la prueba de flexión en 0,1 Mpa.

Diámetro	# de curvas
15/20/25/30	20
40/50	10

- D. Planeidad: no hay arañazos o grietas en la superficie después de que el tubo fue forzado a 2/3 del diámetro.



- E. Dureza: igual o inferior a HV200 en la sección de ondulación
- F. Resistencia al choque: no hay fugas o mal funcionamiento después de la prueba de caída de bola de acero de 2 kg desde 1 metro de altura.
- G. Coeficiente de reducción del espesor (r): igual o inferior al 20%.
 $r = (1 - t1/t2) \times 100$, donde
 r es la relación de reducción
 t1 es el menor espesor de la ondulación
 t2 es el menor espesor del tubo recto

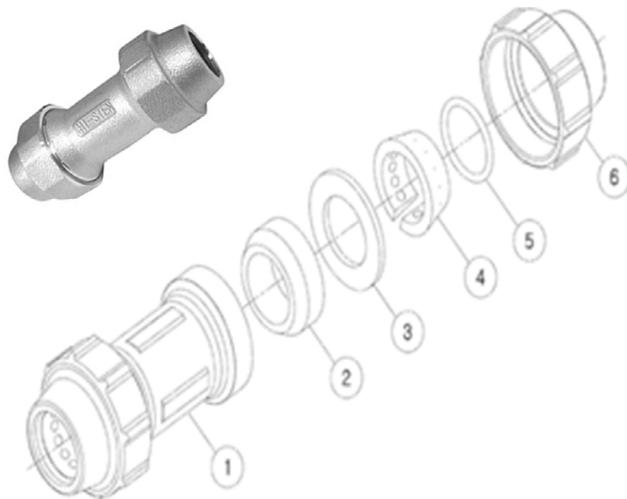


- H. Bioelución: debe cumplir con la normativa nacional.
- Fuente: Norma coreana para tubos corrugados de acero inoxidable (SPS KWWA D 118-2058)



Uniones y accesorios de acero inoxidable

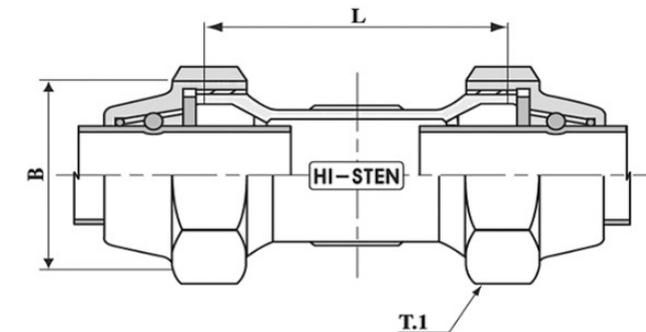
Especificación (Unión) – hecha de acero inoxidable fundido



Ítem	Descripción	Material
1	Cuerpo	SSC13/14
2	Empaquetadura	EPDM
3	Arandela	STS304/316
4	Guía de bolas	STS304/NYLON6
5	Junta tórica	EPDM
6	Tuerca	SSC13/14

*SSC: Fundición de acero inoxidable

*EDPM: Monómero de etileno propileno y dieno (durará más de 100 años a temperatura ambiente y más de 40 años a 70~80 grados Celsius)



(mm)	L	B	T.1
13 Su	80	41,0	Hexagonal
20 Su	80	47,0	Hexagonal
25 Su	80	55,5	Hexagonal
30 Su	90	61,5	Octagonal
40 Su	90	71,0	Octagonal
50 Su	90	78,0	Octagonal
60 Su	90	90	Octagonal



Especificación (grifo a presión con accesorio de conexión) - hecho de acero inoxidable fundido y acero al carbono (dúctil)

Ítem	Descripción	Material
1	Cuerpo	SSC13/14
2	Tapa	SSC13/14
3	Empaquetadura de tapa	EPDM
4	Vástago	STS304/316
5	Junta tórica	EPDM
6	Bola	STS304/316
7	Asiento	PTFE
8	Tuerca de bloqueo	SSC13/14
9	Placa aislante	PE
10	Tuerca	FCD450
11	Arandela	SS400
12	Accesorio de conexión	FCD450
13	Inserción	SSC13/14
14	Guía de aislamiento	PE/EPDM
15	Empaquetadura superior	EPDM
16	Cinta	FCD450
17	Perno	FCD450

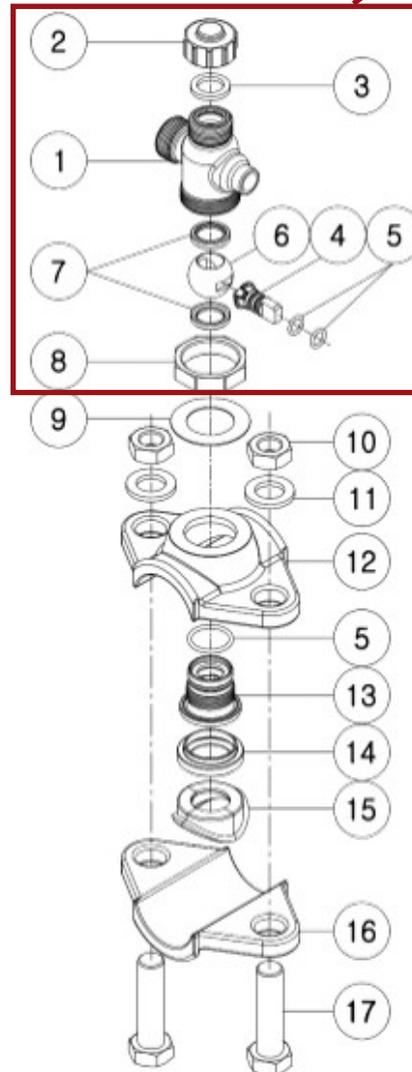
*SSC: Fundición de acero inoxidable

*EPDM: monómero de etileno propileno dieno

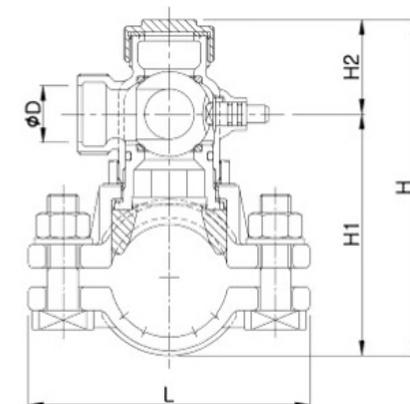
*PTFE: Politetrafluoroetileno

*FCD: Hierro fundido dúctil

Acero inoxidable



Tamaño (mm)	ØD	L	H	H1	H2
100x25	29,5	204	231,8	182,8	49



worldstainless.org



International Stainless Steel Forum
avenue de Tervueren 270
B-1150 Brussels, Belgium
T: +32 2 702 89 00

