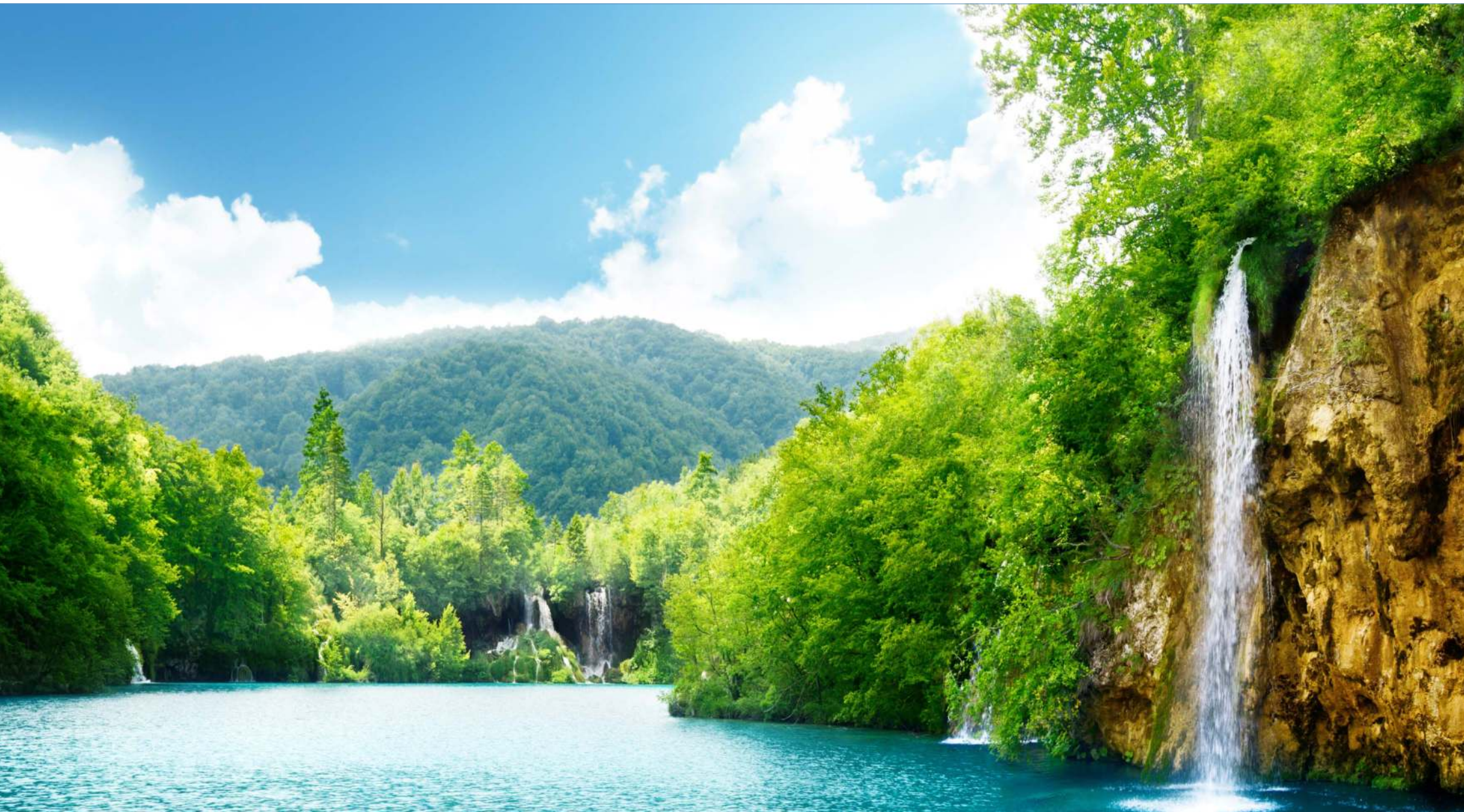


Uma solução viável e duradoura para perdas hídricas decorrentes de vazamentos nas tubulações de água



Sobre o ISSF

O International Stainless Steel Forum (ISSF) é uma associação sem fins lucrativos sediada em Bruxelas que busca, entre outras coisas, desenvolver novos mercados para o aço inoxidável e promover a sua imagem como um produto sustentável e responsável. O ISSF trabalha com as Associações de Desenvolvimento do Aço Inoxidável (SSDAs), que estão presentes na maioria dos mercados para os usuários finais, os meios de comunicação, o público em geral e as autoridades reguladoras. A associação tem 56 membros de todo o mundo e atualmente representa cerca de 90% da produção total de aço inoxidável.

Mais informações

Para mais informações sobre o ISSF, consulte o nosso site worldstainless.org. Para mais informações sobre o aço inoxidável e sustentabilidade, consulte o site sustainablestainless.org.



John Rowe

Secretary-General
E: john.rowe@issf.org
M: +32 471 28 38 09



Hyun-Seok Cho

Stainless Steel Fellow,
Water Pipe Project
E: cho@issf.org
T: +32 2 702 89 38



Jo Claes

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



Dr. Jo, Kihoon

Stainless Steel Fellow,
Automotive Applications
E: jo.kihoon@issf.org
T: +32 2 702 89 30



Naoki Yasuda

Sustainability and Market
Development Manager
E: yasuda@issf.org
T: +32 2 702 81 80

Conteúdo

Prefácio	5
Introdução	7
Gerenciando vazamentos nas tubulações	8
Tubulações de água de aço inoxidável	9
Tubulações de água corrugadas de aço inoxidável	10
Melhorando a detecção e o reparo	11
Análise do custo do ciclo de vida	12
Resultados dos projetos em Tóquio, Seul e Taipei	17
Experiências do usuário	20
Tubulações de água de aço inoxidável em Tóquio	21
Tubulações de água de aço inoxidável em Seul	24
Tubos de água de aço inoxidável em Taipei	26
Fontes	28
Anexos	29

Prefácio



JOHN ROWE
Secretário Geral

A história sobre o uso do aço inoxidável na rede de tubulações de água do Tokyo Water Board chegou até nós por meio de um pequeno relatório de mercado apresentado pela Japan Stainless Steel Association (JSSA). E essa história acabou demonstrando

ser muito interessante! Em um período de 32 anos, Tóquio transformou completamente sua rede de tubulações de água de diversos materiais existentes, incluindo ferro, chumbo e plásticos, para o aço inoxidável, e reduziu seu nível de perdas de água de 17% para 2% ao ano. Em um mundo no qual a água é um recurso precioso, essa transformação foi algo realmente surpreendente e nós assumimos a tarefa de pesquisar e preparar um Estudo de Caso para mostrar exatamente como isso foi feito.

No processo, descobrimos muito rapidamente que a transformação de Tóquio também está em andamento nas cidades de Seul e Taipei, utilizando as mesmas técnicas, e esses dois exemplos nos deram acesso diretamente aos

decisores. Este foi um acontecimento importante, pois os decisores originais para o caso de Tóquio se aposentaram há muito tempo.

Nos últimos dois anos, os Estudos de Caso para Tóquio e Seul se transformaram em uma base de informações muito concisa, mas completa. O projeto de Taipei ainda é um trabalho em andamento e estamos estudando-o com muito cuidado, caso informações adicionais surjam.

Atualmente, estamos prontos para avançar para a próxima fase importante, que é comunicar o sucesso desses projetos para outras cidades em todo o mundo. Muitos delas estão registrando altos níveis de perdas de água tratada. Reconhecemos a ajuda atenciosa da OCDE, que nos forneceu uma lista de cidades com perdas de água superiores a 10% e, em alguns casos, de até 40%.

Esse problema exige uma solução, e as tubulações de água de aço inoxidável oferecem uma solução viável e duradoura. Elas são suficientemente fortes para suportar impactos e até mesmo atividades sísmicas. São limpas e higiênicas e, portanto, ajudam a melhorar a qualidade da água; são resistentes à corrosão

e, no formato flexível “corrugado”, utilizado nas três cidades asiáticas, são leves o suficiente para serem manuseadas, podendo ser facilmente dobradas em formas irregulares no local, e elas vão durar até 100 anos sem intervenções de manutenção indevidas, reduzindo assim o custo mais alto de reparar danos causados por vazamentos de água, que é o custo de escavar as obras rodoviárias e interferir no movimento do tráfego. As cidades precisam de um sistema que pode ser montado e permanecer lá por gerações.

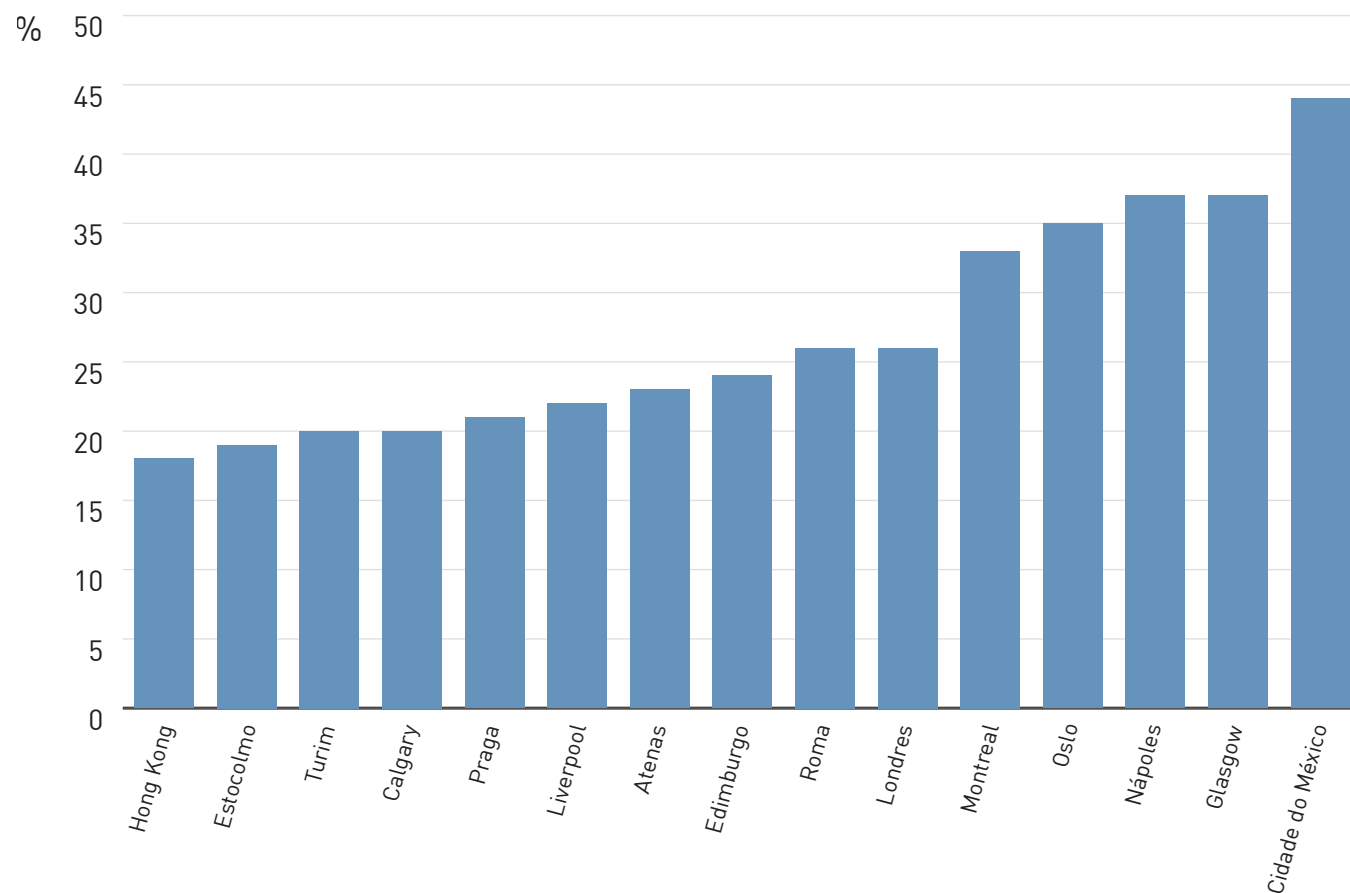
Esta história tem o valor inesperado de oferecer dois benefícios diretos ao setor de aço inoxidável: um aumento na demanda pelos seus produtos e um histórico de boas notícias ambientais fácil de entender. Eu gostaria de recomendá-la a você, Prezado Leitor, e também aos cidadãos do mundo. Conte esta história aos conselheiros da sua cidade e aos representantes do seu governo. A mudança vai beneficiá-lo ao reduzir o uso da água e, portanto, o custo hídrico.

John Rowe
Secretário Geral
International Stainless Steel Forum
Bruxelas

Introdução

Perda hídrica causada por vazamentos nas tubulações de água em uma seleção de cidades

A perda hídrica decorrente de vazamentos de água é um problema para as cidades de todo o mundo. Algumas delas estão perdendo até 40% de água, e toda esta água que já foi tratada. Um estudo recente da OCDE demonstrou que não são apenas as cidades subdesenvolvidas ou em desenvolvimento que são afetadas dessa maneira – mesmo as capitais das grandes economias estão perdendo muito mais água do que é sustentável ou viável, conforme ilustrado pela tabela nessa página.



Taxa de vazamento nas principais cidades
Fonte: OCDE (Governança da Água nas Cidades, 2014)

Gerenciando vazamentos nas tubulações

- Nossos estudos mostraram que a primeira, e mais importante etapa, é substituir as tubulações existentes por tubos de aço inoxidável. Este material tem uma maior relação resistência/peso, é mais fácil trabalhar com ele, é resistente à corrosão e é suficientemente forte para suportar choques, mesmo como resultado da atividade sísmica. Portanto, ele vai durar mais tempo entre os programas de manutenção.
- No entanto, até mesmo o aço inoxidável é suscetível a vazamentos se algum dano grave ocorrer. Dessa forma, é necessário introduzir um sistema de gerenciamento secundário – melhorando a taxa de detecção de vazamentos recorrentes.
- Por fim, mas não menos importante, deve haver uma equipe de resposta rápida trabalhando 24 horas por dia e capaz de chegar ao local dos vazamentos detectados e repará-los de maneira rápida e efetiva
- Cada um desses três pontos é fundamental para a solução final. Nenhum deles, isoladamente, será suficiente.



Tubulações de água de aço inoxidável

Benefícios do material

O aço inoxidável tem uma alta resistência e é um material muito durável. Ele também é menos suscetível a apresentar rachaduras do que materiais concorrentes. É resistente à corrosão, evitando assim a necessidade de pintura ou de outras camadas de proteção.

O aço inoxidável é excepcionalmente resistente ao desgaste. Ele tem uma superfície dura e lisa, tornando mais difícil a adesão e o crescimento de bactérias, tornando-o assim muito higiênico. O aço inoxidável vem desempenhando um papel fundamental na produção, preparação e transporte de alimentos e bebidas há 100 anos. Ele é quimicamente inerte, o que significa que não reage com os alimentos ou bebidas com os quais entra em contato. Para transportar água, a solução ideal é utilizar o aço inoxidável na forma de tubos corrugados. A introdução de tubos corrugados minimiza o risco de vazamento ao reduzir o número de juntas soldadas que de outra forma seriam necessárias. Um benefício secundário é que as corrugações tornam os tubos mais fáceis de serem dobrados no local, facilitando assim dobrá-los em locais inacessíveis. Esses tubos aumentam a produtividade e também são resistentes a choques sísmicos.

Benefícios ambientais

Ao longo de todo o seu ciclo de vida, o aço inoxidável tem um dos menores impactos ambientais de todos os materiais de engenharia conhecidos. No final da sua vida longa, ele pode ser totalmente reciclado para criar um novo aço inoxidável que será tão forte e duradouro quanto o produto original.



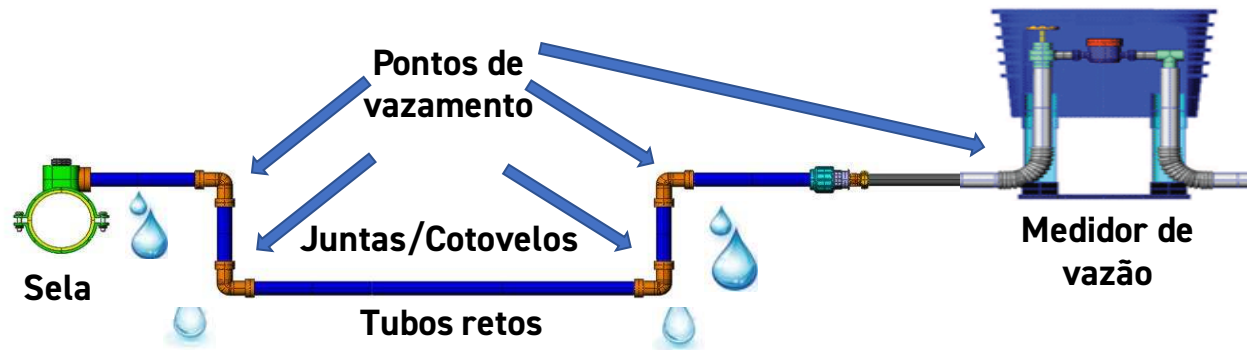
*Tubos de aço inoxidável corrugados.
Fonte: Korea Water Works Association (kwwa.or.kr)*

Custo do ciclo de vida

O aço inoxidável tem um custo de investimento inicial mais alto do que muitos dos seus materiais concorrentes. No entanto, quando analisado ao longo de toda a sua vida útil projetada, e considerando que requer pouquíssima manutenção e reparos, é uma opção mais barata. Assumindo uma vida útil de 100 anos às taxas de juros reais atuais, os custos de usar outros materiais podem ser significativamente maiores.

Tubulações de água corrugadas de aço inoxidável

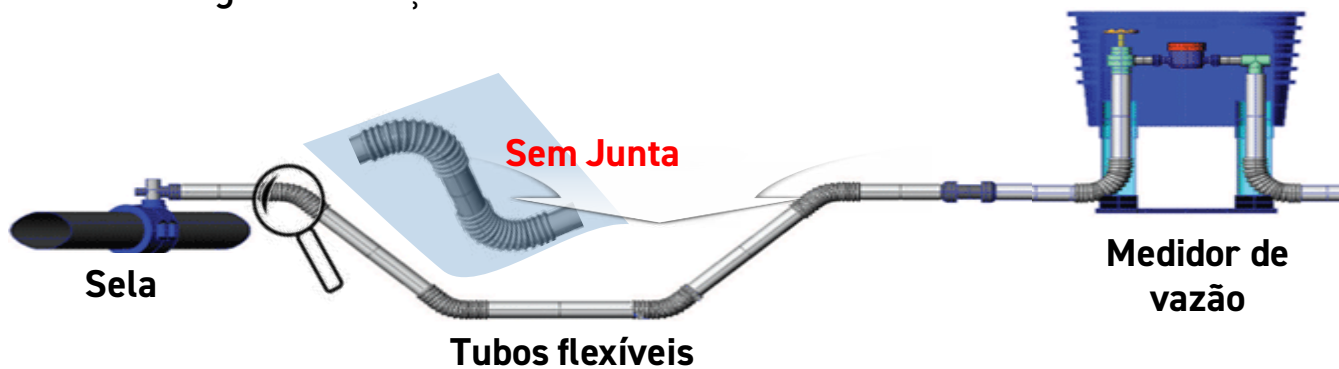
Sistema de tubulação tradicional



Um sistema de tubulação corrugada de aço inoxidável flexível:

- evita vazamento nas juntas
- reduz o número de juntas
- resiste a choques sísmicos

Tubos corrugados de aço inoxidável



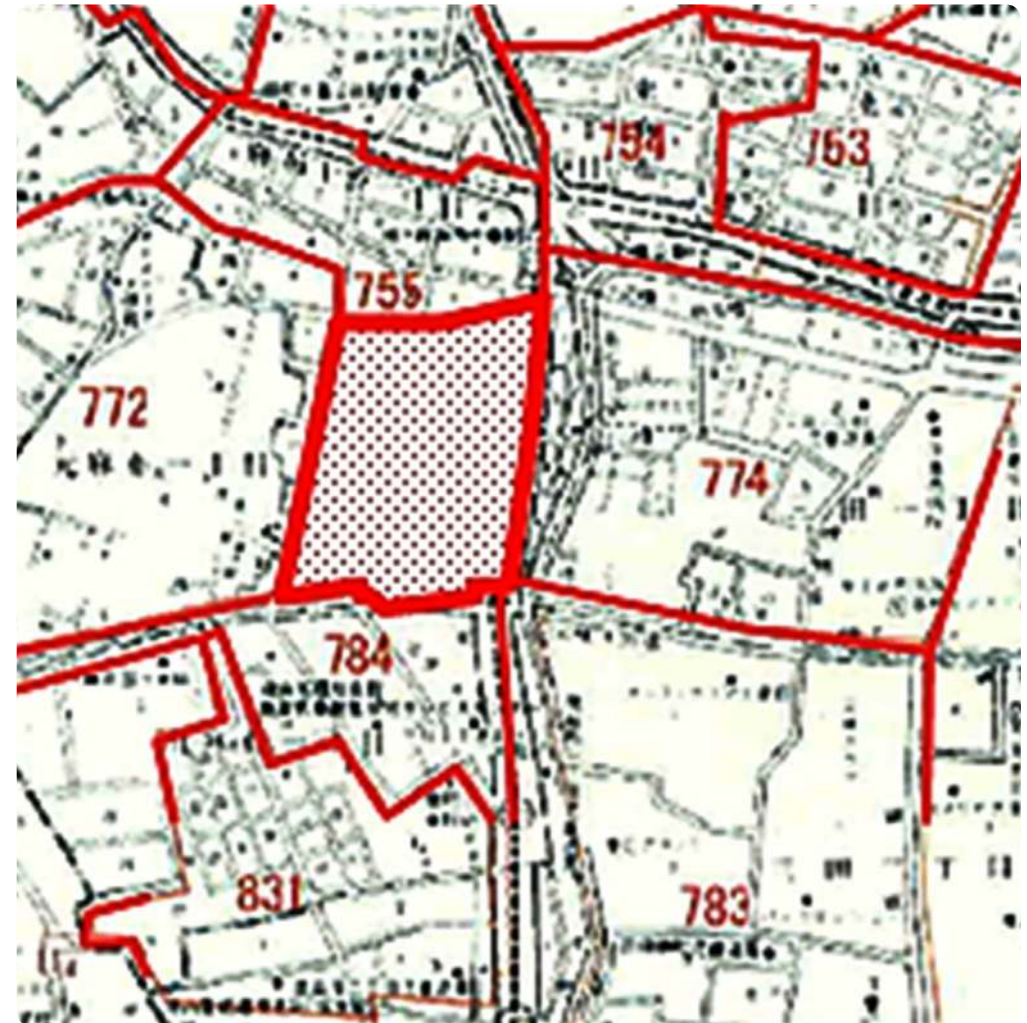
Melhorando a detecção e o reparo

Detecção planejada

- Cada área de serviço é dividida em blocos
- Cada bloco é investigado sistematicamente para identificar vazamentos

Resposta planejada

- Há uma resposta imediata às comunicações de vazamentos
- As equipes operacionais estão prontas 24 horas por dia, sete dias por semana, durante todo o ano



Exemplo de como Tóquio está dividida em blocos para planejar a detecção regular de vazamentos

Análise do custo do ciclo de vida



A Torre Eiffel

A Torre Eiffel foi construída em 1889 para a Feira Mundial de Paris. Ela foi projetada como uma estrutura temporária, que seria desmontada após a Feira, mas a cidade decidiu mantê-la e atualmente a Torre é uma estrutura icônica, que identifica imediatamente a silhueta da cidade. A estrutura foi construída com 7.300 toneladas métricas de aço carbono, contendo 18.000 peças separadas e 2,5 milhões de rebites. Para manter uma superfície de aço coberta e protegida e, portanto, evitar a sua oxidação, a estrutura deve ser repintada em ciclos de sete anos. Cada repintura leva 18 meses e requer 25 pintores, que utilizam 60 toneladas métricas de tinta, 1.500 conjuntos de roupas de trabalho, 1.000 pares de luvas e 2.000 metros quadrados de redes de proteção. Se essa estrutura tivesse sido construída utilizando o grau de aço inoxidável apropriado, seria razoável supor que o único custo de manutenção teria sido a limpeza do material a cada 30 anos aproximadamente, utilizando materiais de limpeza doméstica comuns. Isso é visível na condição de “como se fosse novo” do telhado de aço inoxidável no Chrysler Building em Nova York, que foi colocado há 87 anos e só foi limpo três vezes. Este exemplo ilustra como, apesar do seu custo inicial mais alto, a vida útil mais longa do aço inoxidável pode economizar dinheiro, reduzindo o custo de reparos, substituições e de manutenção.



Chrysler Building (1930), crédito da foto: Catherine Houska (Nickel Institute)

Fórmula do Custo do Ciclo de Vida

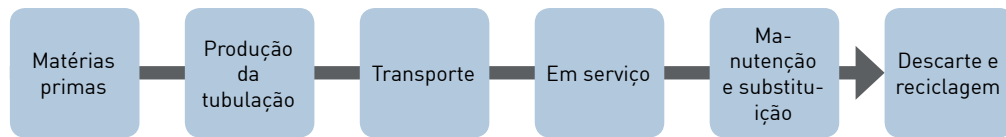
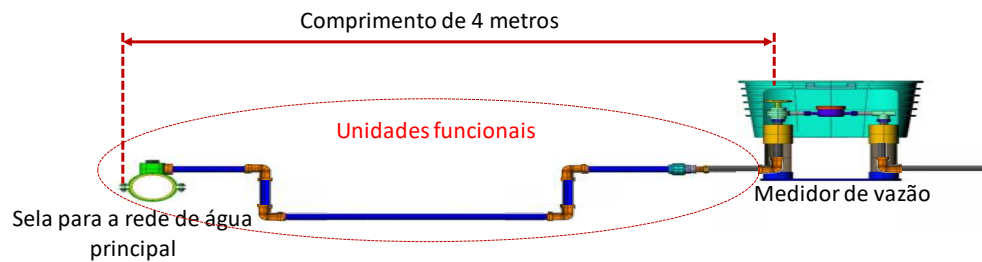
Todos os custos são apresentados ao valor presente

Custo total do ciclo de vida (LCC)	Custos iniciais de aquisição de materiais (AC)	Custos iniciais de instalação de materiais e de fabricação (IC)	Custos de operação e manutenção (OC)	Custos de perda de produção durante períodos de inatividade (LP)	Custos de materiais substitutos (RC)
LCC	AC	IC	$\sum_{n=1}^N \frac{OC}{(1+i)^n}$	$\sum_{n=1}^N \frac{LP}{(1+i)^n}$	$\sum_{n=1}^N \frac{RC}{(1+i)^n}$

Onde: N = Vida útil real, i = Taxa de juros real, n = Ano do evento

Definição do sistema

Tubulações de serviço com 4 metros de comprimento (20 mm de diâmetro) e com uma vida útil de 100 anos. As tubulações de serviço se estendem da rede de água para os hidrômetros das residências, e incluem juntas, cotovelos, juntas em T e válvulas.



A análise do LCC foi calculada do início ao fim da vida útil.

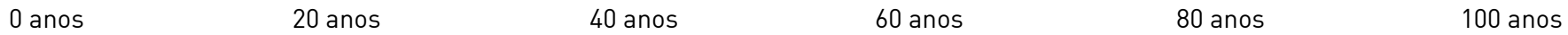
Premissas	Aço inoxidável (316)	PVC	PE
1. Vida útil	100 anos	20 anos ¹	20 anos ¹
2. Taxa de juros real	0.27% ²		
3. O custo inicial do material para um tubo corrugado de 4 metros (incluindo peças)	\$297 ³	\$89 ³	\$67 ³
4. Instalação inicial (incluindo custos de mão de obra) ⁴	\$1,683 (assumido como o mesmo para cada caso)		
5. Custos de operação e manutenção	Presumido como sendo zero (mas existem custos de manutenção e de paralisação na prática. Minimizar essa interrupção é importante)		
6. Custos de perda de produção durante períodos de inatividade			
7. Custos de substituição ⁴	\$1,980/100 anos	\$1,772/20 anos	\$1,750/20 anos
8. Valor residual (Reciclagem de sucata) ⁵	\$100/100 anos	\$0	\$0

1. Estimativa da vida útil da Seoul Waterworks
2. Previsão da taxa de juros real da IHS Markit
3. Custo da tubulação extraído do exemplo da Incheon (Coreia do Sul)
4. Custo de substituição extraído do exemplo da Incheon (Coreia do Sul)
5. O aço inoxidável pode ser totalmente reciclado.

Manutenção



Aço inoxidável



Custo inicial

Manutenção/Substituição



PVC/PE



Custo inicial

Custo de substituição

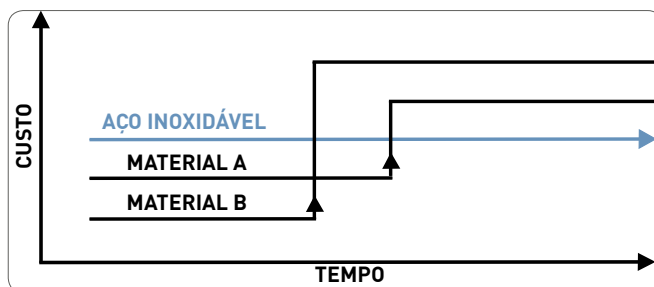
Diagrama de custos para cada material

Duração	Aço inoxidável	PVC	PE
100 anos	1,932	7,978	7,878

A análise do Custo do Ciclo de Vida para o aço inoxidável de grau 316 ilustra que ele é um produto mais barato quando analisado durante sua vida útil.

As alternativas que foram testadas pelo Tokyo Water Board demonstraram ter um ciclo de vida mais curto e, portanto, um custo maior.

Nossas premissas basearam-se em uma vida útil de 100 anos (embora o Chrysler Building indique que 100 anos seja uma estimativa conservadora) e nas taxas de juros atuais.



A representação esquemática que mostra o custo dos materiais alternativos A e B aumenta substancialmente ao longo do tempo, enquanto o custo do aço inoxidável permanece constante.

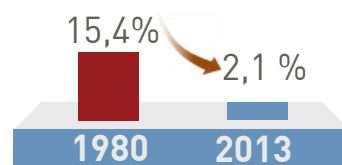


Sela utilizada com o sistema de tubos corrugados de aço inoxidável
Fotógrafo: Philippe De Putter

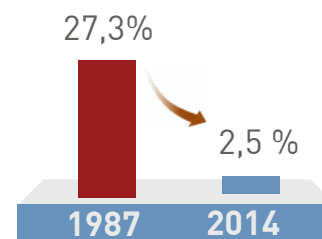
Resultados dos projetos em Tóquio, Seul e Taipei

Taxa de vazamento

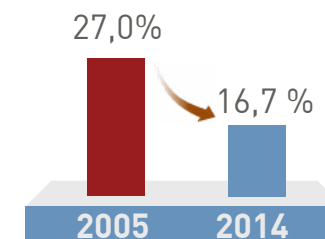
Tóquio



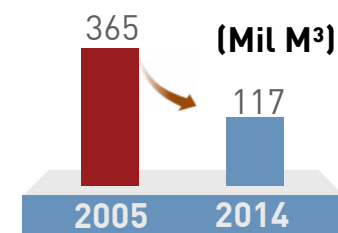
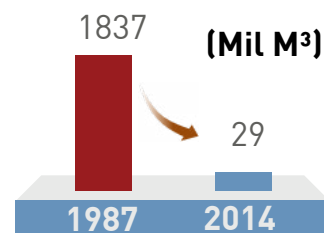
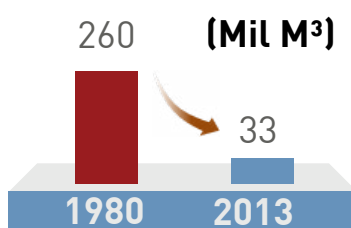
Seul



Taipei



Volume de vazamento







Experiências do usuário

Tokyo Water Board



A mudança do material para o aço inoxidável foi realizada com base em um exame minucioso e resultou na decisão correta. Descobrimos que houve efeito considerável na aplicação do aço inoxidável tanto nos vazamentos quanto na qualidade da água.

Okabe Takeshi, Gerente da Divisão de Abastecimento de Água

Seoul Water Works



Como esperávamos, os tubos de aço inoxidável contribuíram para uma qualidade de água mais limpa e uma vida útil mais longa do que outros materiais. A seção corrugada contribuiu para uma melhor funcionalidade e uma diminuição nos vazamentos.

Kim HyenTon, Diretor do Departamento de Distribuição de Água



Fotógrafo: Philippe De Putter

Tubulações de água de aço inoxidável em Tóquio

Tokyo Water Works em números (2013)

	1980	2013
População (Milhões)	11.6	13.3
Volume distribuído (milhões de m ³)	1,692	1,523
Volume de vazamentos (milhões de m ³)	260	33
Taxa de vazamento [%]	15.4	2.2

Grandes desafios

- Escassez crítica de água
- Vazamentos nas tubulações de água
- Alto teor de íons de cloreto no solo
- Preocupações com a manutenção de uma boa qualidade da água
- Suscetibilidade a choques sísmicos graves
- Inundações localizadas graves em torno da área dos vazamentos, causando até mesmo o desmoronamento de algumas estradas

Por que o grau 316 foi escolhido em relação ao 304?

O Tokyo Water Board escolheu o aço inoxidável de grau 316 de alta liga por sua maior resistência à corrosão após extensos testes no solo. Eles disseram que ele foi selecionado, pois queriam o melhor material disponível. O custo do material era menos importante do que a força e a durabilidade, pois a segurança do fornecimento de água era a consideração mais importante.

Testes de enterramento no solo

Para verificar o comportamento de corrosão dos tubos e levantar dados sobre sua resistência à corrosão, o Tokyo Water Board encomendou testes utilizando tubos feitos de vários produtos concorrentes, enterrando-os no solo em 10 locais diferentes, por um período de 10 anos. Os testes mostraram que o aço inoxidável se saiu melhor em termos de força e resistência à corrosão, com o grau 316 se saindo melhor que o 304. As concentrações de Cl⁻ e SO₄²⁻ no solo foram muito altas. Os testes não mostraram evidências de corrosão nas amostras com o grau 316.

O 316 é um grau de liga mais alto e, portanto, mais caro do que o 304, mas o Tokyo Water Board decidiu que o custo maior é o custo da



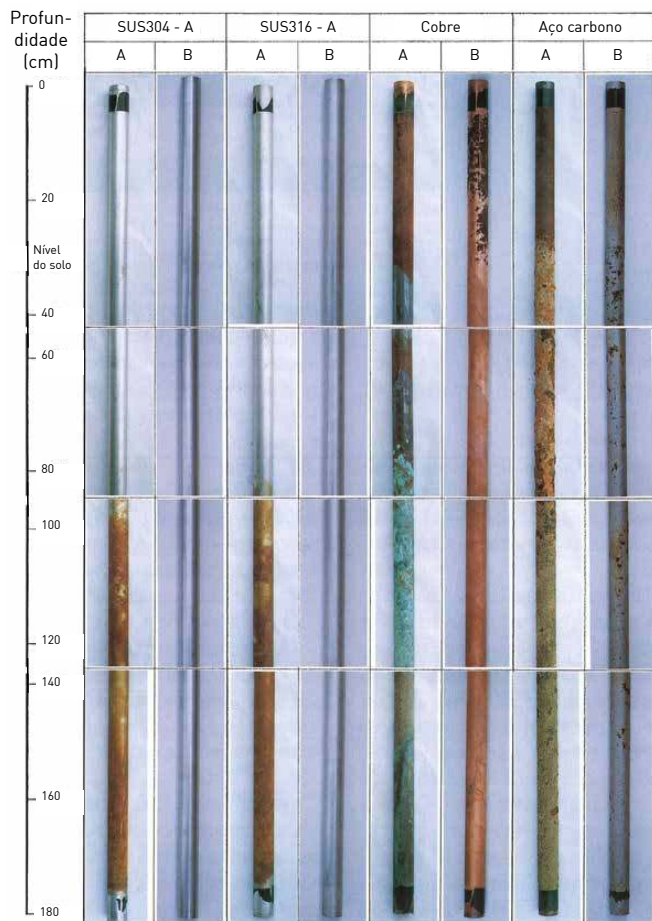
1. Cidade de Kushiro, teste No. H; após decapagem com ácido



2. Cidade de Kuwana, teste No. P; após decapagem com ácido

Fotos dos resultados do teste de enterramento após 10 anos de enterramento em Kushiro (Nordeste do Japão) e Kuwana (Japão Central).

instalação dos tubos e que o risco de falha não pode ser tolerado em função de uma potencial



Resultado do teste de enterramento de Okinawa.

A: Após limpeza da água

B: Após decapagem

escassez de água. Consequentemente, a decisão de especificar o mais forte dos dois tipos de aço inoxidável, independentemente da diferença de custos iniciais, era justificável economicamente.

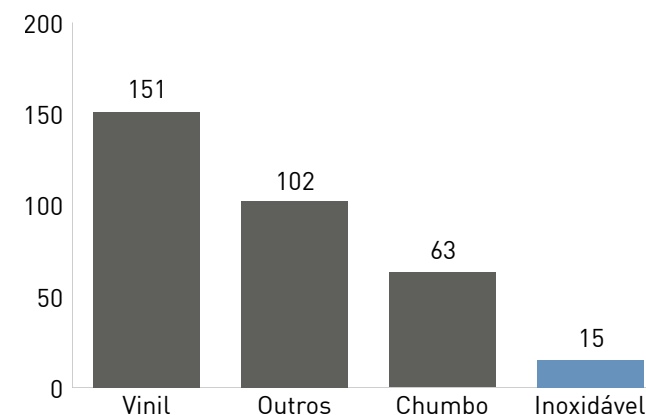
Tubos de aço inoxidável corrugados

O Tokyo Water Board descobriu que muitos dos seus vazamentos ocorreram nas juntas. O uso de tubulações corrugadas permitiu que os instaladores dobrassem os tubos nos formatos exigidos, reduzindo assim a necessidade de juntas



Tubo corrugado de aço inoxidável
Fonte: Nickel Institute

e cotovelos, mas também permitiu que os tubos permanecessem mais flexíveis após a instalação e, portanto, mais capazes de resistir a choques sísmicos.



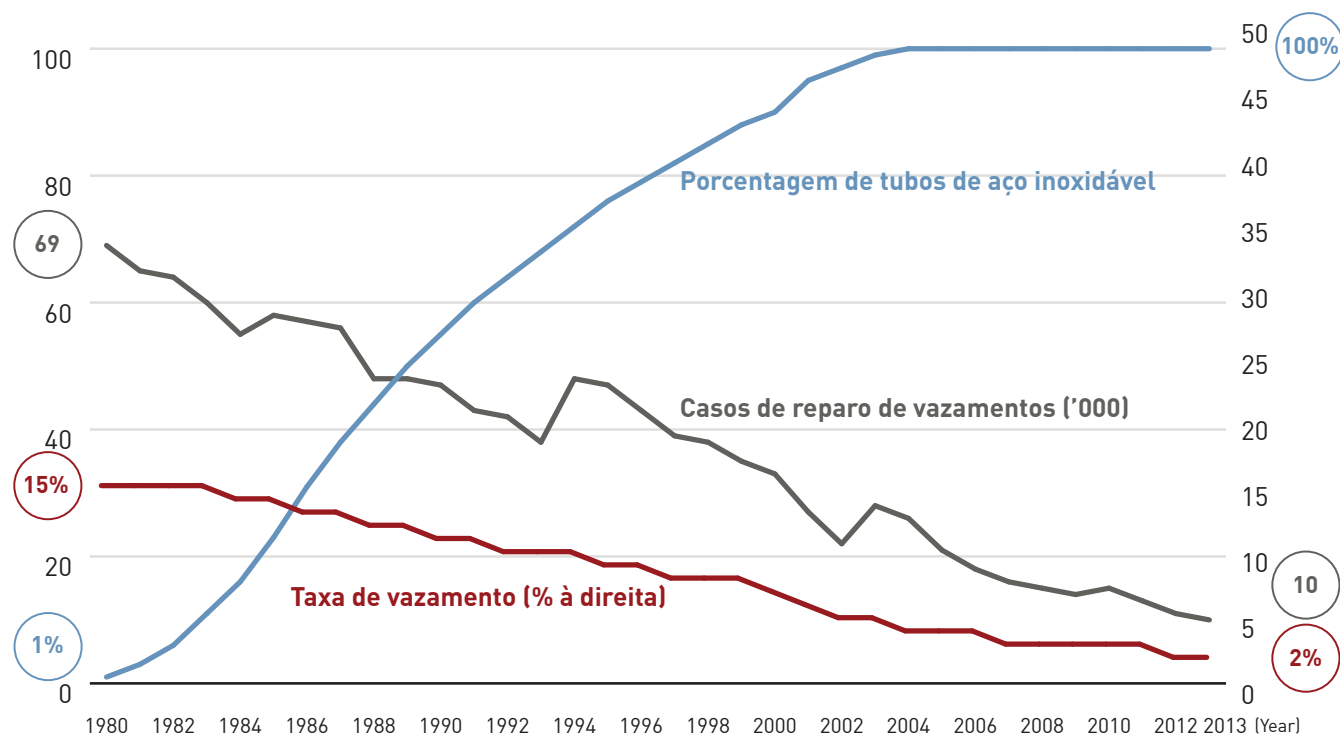
Número de danos após o Grande terremoto de 2011 por material de tubulação.

Este ponto foi comprovado após o Grande Terremoto de Sendai que atingiu a Costa Nordeste da Ilha de Honshu em 11 de março de 2011, com uma magnitude de 9.0, tornando-o um dos maiores terremotos já registrados. A cidade de Tóquio encontra-se na fronteira entre as áreas demarcadas como tendo um impacto forte a muito

forte (o terremoto foi sentido até em Pequim). Após este incidente, as inspeções revelaram que apenas 5% dos tubos de aço inoxidável instalados foram danificados.

Tóquio testou os tubos de aço inoxidável corrugado de 1991 a 1998, antes de introduzi-los em todas as instalações a partir de 1998. Nos estágios iniciais dos testes, conexões de bronze foram utilizadas e constatou-se o risco de corrosão na área das juntas. Portanto, o aço inoxidável foi especificado para todas as juntas, cotovelos, seções em T, válvulas e outros acessórios. As vantagens oferecidas pelo uso de tubos de aço inoxidável foram uma redução no número de vazamentos, manutenção reduzida, melhor qualidade da água, e uma resistência comprovada à atividade sísmica. O Tokyo Water Board não encontrou evidências de depósitos de resíduos químicos dentro das tubulações que inspecionou.

Redução de vazamentos



Tubulações de água de aço inoxidável em Seul

Seoul Waterworks em números (2014)

População atendida: 10,3 milhões

Volume de distribuição anual: 1.169 milhão de m³

Taxa de vazamento de água: 2,5%

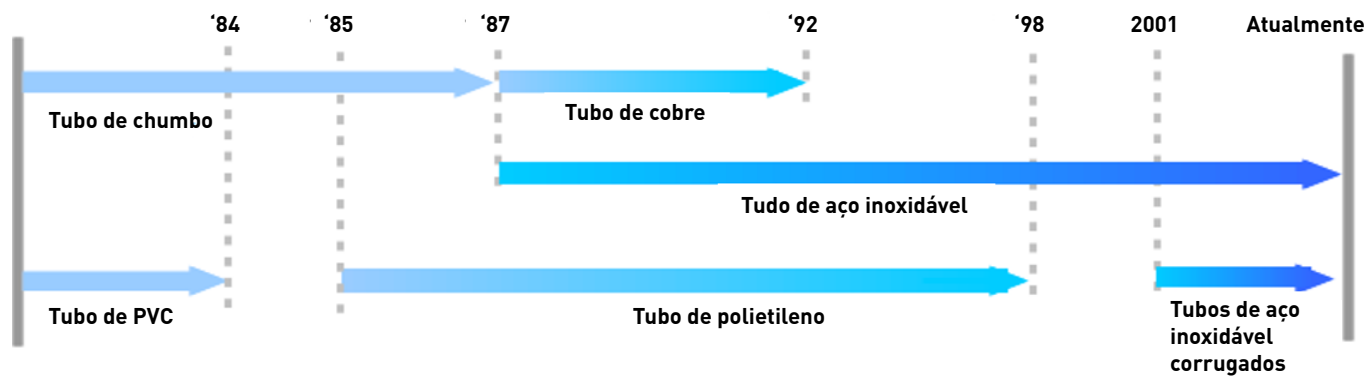
Tubulações de serviço de aço inoxidável em Seul

Seul começou a substituir suas tubulações de água em 1984, e 95,6% dos tubos foram substituídos até o momento. A substituição total será concluída até 2018.

- Comprimento total da tubulação: 13.720 km
- Comprimento total da tubulação substituída até agora: 95,6%

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

SO aço inoxidável foi utilizado para reduzir a corrosão e melhorar a qualidade da água. Ele também foi utilizado para reduzir as perdas de água decorrentes de vazamentos devido à sua



maior resistência. De 1987 a 1993, tubulações de aço inoxidável e de cobre foram utilizadas em



conjunto. No entanto, a partir de 1993, apenas o aço inoxidável foi usado. A partir de 2001, os tubos corrugados foram introduzidos para reduzir as juntas e facilitar a montagem nos locais. Seul descobriu que a redução das perdas de água, juntamente com a melhoria da qualidade da água, significava que o país podia reduzir o número de estações de tratamento de água de dez para seis após esse projeto. Os responsáveis constataram uma melhoria nos vazamentos de água, de 27% para 2,5%, mesmo que o projeto ainda deva durar um ano. Isso permitiu que a cidade reduzisse o número de reparos de 60.000 para 10.000 casos por ano. O projeto também permitiu que a cidade reduzisse sua produção total de água (pois havia menos desperdício de água) de 7,3 milhões para

4,5 milhões de metros cúbicos por dia, o que é um excelente indicador da proteção dos recursos hídricos disponível neste projeto.

Seul considerou materiais alternativos, mas seus testes demonstraram que o aço inoxidável era a opção preferida.

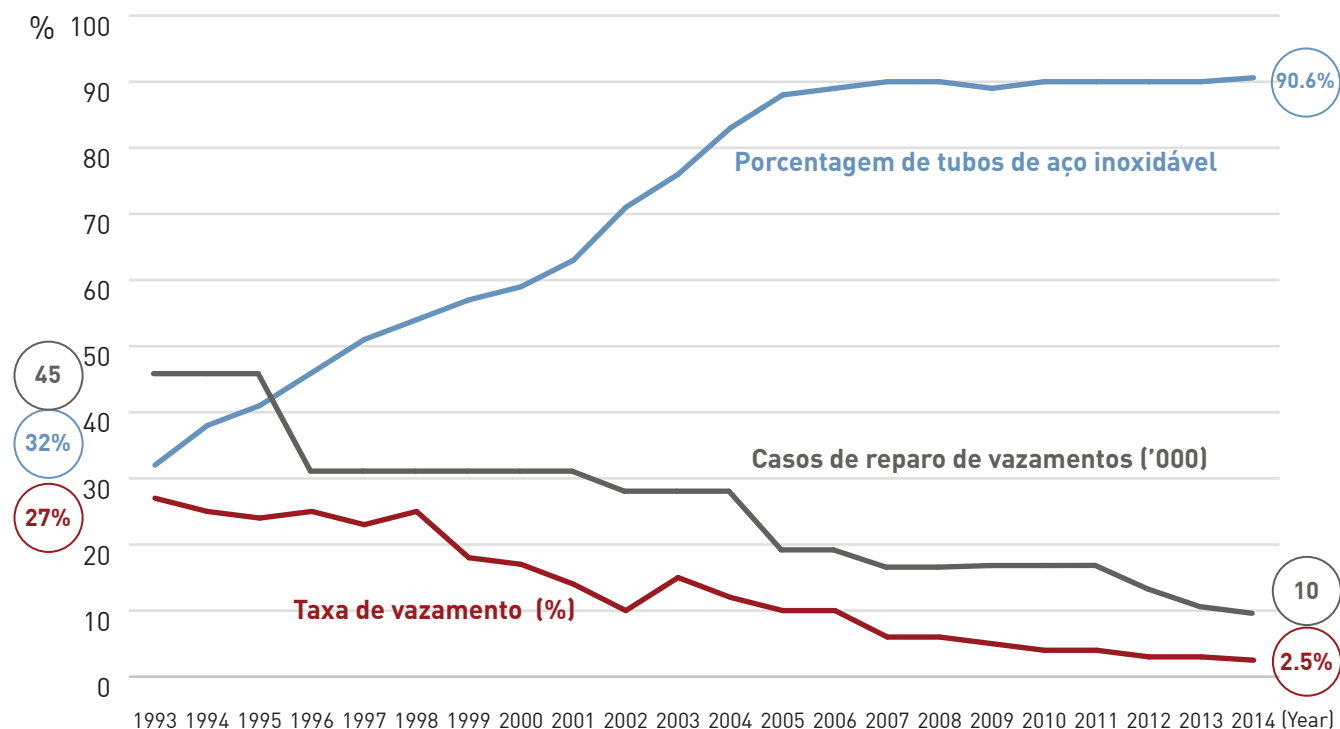


Ao contrário da experiência dos seus mentores, o Tokyo Water Board, Seul decidiu especificar o aço inoxidável grau 304 primeiramente porque seus solos demonstraram ser

menos agressivos do que aqueles em Tóquio e segundo porque o aço inoxidável desse grau é um material mais barato.

Seguindo o exemplo da capital, outras cidades coreanas, como Daegu, Incheon, Daejeon e Ulsan, também começaram a usar o aço inoxidável nas suas tubulações de serviço.

Redução de vazamentos



Tubos de água de aço inoxidável em Taipei

Taipei Water Works em números

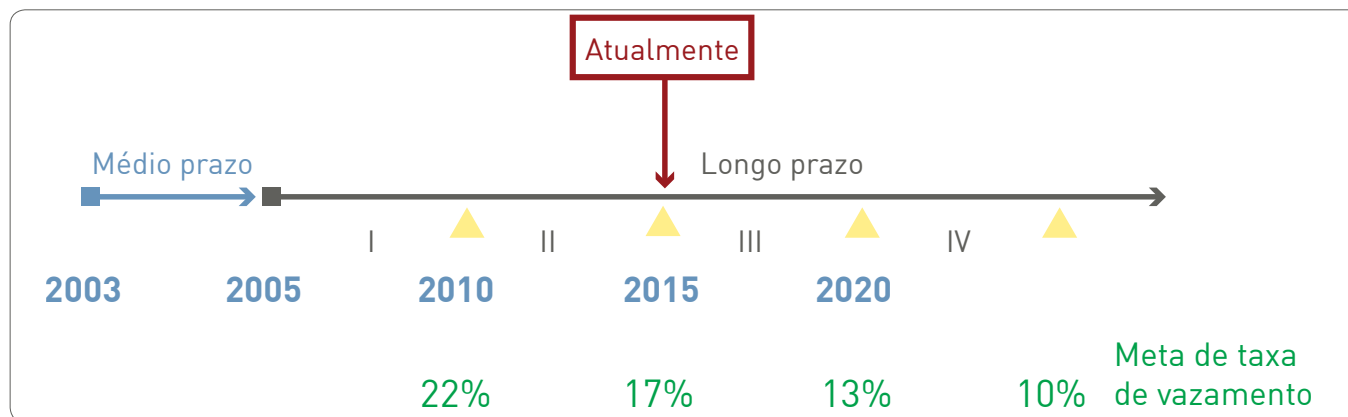
População atendida: 3,88 milhões

Volume de distribuição diária: 2,26 milhões de m³

Abastecimento diário para a área atendida:
1,97 milhões de m³

Histórico

Em 2002, o nível de abastecimento de água para Taipei ficou perigosamente baixo. Com uma taxa de vazamento de 28,4% nas tubulações, além de apenas metade da precipitação média, o resultado foi um abastecimento de água intermitente de 49 dias. Taipei originalmente queria apenas ampliar o abastecimento de água, em vez de controlar as perdas hídricas. Isso resultou em um sistema de tubulações complicado, que envelheceu e apresentava vazamentos. Um projeto de gerenciamento de vazamentos foi planejado para ser concluído em quatro fases em um prazo de 20 anos. Ele deveria melhorar o desempenho das tubulações, reduzir a perda de água e prevenir a



escassez de água, como aquela ocorrida em 2002.

Implementação

Anualmente, quase 3% da rede de tubulação é substituída. O último tubo de chumbo foi substituído em outubro de 2017, 15 meses antes do prazo. Até o momento, 35% da tubulação de serviço de vários materiais foi substituída por

tubos de aço inoxidável. Os bairros da cidade que tiveram a maior perda de água (um pouco mais de 40%) foram os primeiros a ter sua tubulação substituída por tubos de aço inoxidável. Os últimos tubos retirados foram investigados e revelaram que 80% dos vazamentos eram originários de tubos de plástico.

Ano	Chuva cai sobre o Reservatório de Feitsui (em mm)	Armazenamento do Reservatório de Fetsui (%)	Taxa de vazamento da rede do TWD*	Abastecimento de água anual para o TWD* (x 100 Mi de m³)	Abastecimento de água anual para o TWC* (x 100 Mi de m³)
2002	1377	58%	28,44%	8,78	0,74
2014	1201	92%	16,70%	6,99	1,23
Difference	-176 mm	+34%	-11,74%	-1,79	+0,49

Abastecimento de água intermitente →

Menos precipitações, final de 2014

Redução dos vazamentos

Água economizada:
1,23 fornecido ao TWC
0,56 no reservatório

Redução de vazamentos



Resultados

Embora somente 35% das tubulações tenham sido substituídas até o momento, um excelente resultado já se tornou evidente durante a seca de 2014. Naquele ano houve um nível de precipitação 13% menor do que durante a seca anterior em 2002, mas não ocorreu nenhuma interrupção no abastecimento de água, graças à grande melhoria nas taxas de vazamento.

Com a redução das taxas de vazamento em mais de 10%, as economias de água foram de 1,79 bilhão de m³ por ano. As perdas de água foram de 365 milhões de m³ em 2005 e caíram para 219 milhões de m³ em 2014. A meta de taxa de vazamento de 10% deve ser atingida até 2025.

*TWD : Taipei Water Department
*TWC : Taipei Water Corporation

Fontes

1. International Molybdenum Association
2. Japan Stainless Steel Association
3. Ministério do Meio Ambiente, República da Coreia
4. Nickel Institute
5. Nisshin Stainless Steel Tubing Co. Ltd.
6. Seoul Water Works
7. Taipei Water Department
8. Tokyo Water Board

Anexos

O que é aço inoxidável?

O material que conhecemos como aço inoxidável é um recurso importante da vida moderna, e talvez haja poucas pessoas que não entraram em contato com ele em algum momento de suas vidas. Ele foi descoberto em 1912 por um engenheiro metalúrgico que constatou que uma adição de pelo menos 10,5% de cromo oferece uma resistência significativa à corrosão ao aço. O cromo forma uma camada protetora na superfície do aço que é capaz de se renovar constantemente, protegendo assim a superfície contra a corrosão, mesmo quando arranhada ou danificada de outra forma. É esta importante propriedade de resistência à corrosão que separa os aços inoxidáveis de outras formas de aço – de fato, a definição internacionalmente aceita de aço inoxidável é o aço contendo pelo menos 10,5% de cromo.

304

O grau 304 é a forma mais comumente utilizada de aço inoxidável. Este grau geralmente contém 18% de cromo e 8% de níquel. É um aço austenítico, não sendo um bom condutor de eletricidade ou de unidades térmicas e não é magnético. A adição de níquel oferece uma resistência à corrosão ainda maior ao material, tornando-o muito mais maleável. Ele é considerado ideal para água potável com até 200 mg/L de cloretos à temperatura ambiente e 150 mg/L a 60°C.

316

Além do cromo e do níquel, o aço inoxidável grau 316 contém molibdênio, reforçando ainda mais a sua resistência à corrosão, particularmente contra a corrosão por furos e fissuras em ambientes clorídricos. Ele tem excelentes

características de modelagem e soldagem, e pode compor facilmente uma grande variedade de peças para diferentes aplicações. O grau 316 também possui excelentes características de soldagem.

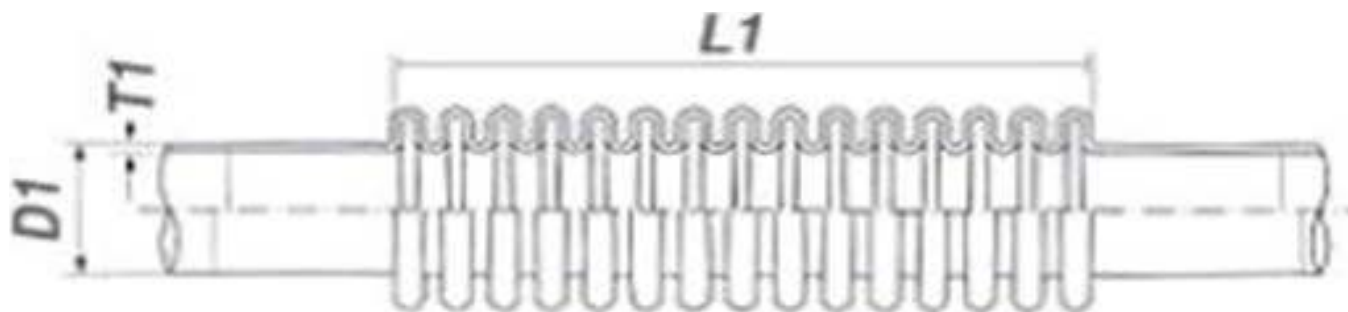
Número de graus equivalentes de aços inoxidáveis

EUA: UNS	EUA: AISI	UE: EN	Japão: JIS	Reino Unido: BSI
S30400	304	1.4301	SUS304	304SI5, 304SI6
S31600	316	1.4401	SUS316	316S31

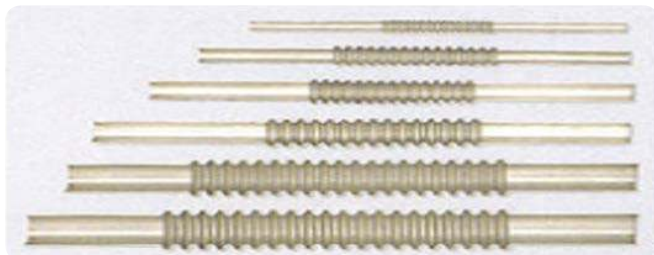
Tubos de aço inoxidável corrugados

Especificação

Comprimento padrão: 4 metros
 Comprimento máximo: 5 metros
 Diâmetro: 15~50 mm para tubos de serviço
 Espessura: 0,8~1,2 mm
 Grau do aço: SUS 304 ou 316



Desenho de um tubo corrugado. $D1$ é o diâmetro, $T1$ a espessura e $L1$ o comprimento da corrugação. As especificações para tubos com diferentes diâmetros podem ser encontradas na tabela.



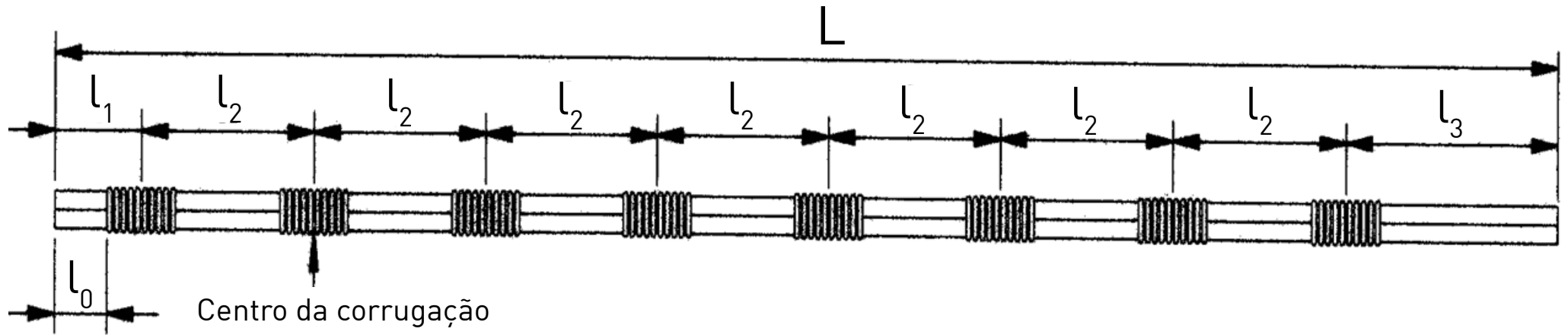
Tubos de aço inoxidável corrugados em diferentes diâmetros

[JWWA G119, KWWA D118]

Nome	Diâmetro externo (D1)		Espessura (T1)		Comprimento (L1)		No. da rosca	
	Padrão	Tolerância	Padrão	Tolerância	Padrão	Tolerância		
13Su	15,88	0~0,37	0,8	±0,08	80	± 10	15	
20Su	22,22		1	±0,1	120			
25Su	28,58							
30Su	34	±0,34	1,2	±0,12	153	± 20	20	
40Su	42,7	±0,43			225			
50Su	48,6	±0,49						

Unidade: mm

Tamanho dos tubos de aço inoxidável corrugados



Nome	L		l ₁		l ₂		l ₃		l ₀
	Padrão	Tolerância	Padrão	Tolerância	Padrão	Tolerância	Padrão	Tolerância	Padrão
13Su	4.000	±0	190	+10 -0	475	#20	485	±0	150
20Su			210		475		465		150
25Su			210		475		465		150
30Su			230		470		480		153,5
40Su			265		460		515		152,5
50Su			265		460		515		152,5

Unidade: mm

O comprimento total (L), o número de corrugações e o comprimento da corrugação podem ser alterados mediante solicitação ao fornecedor.

Classificação

Classificação	Código	Aplicação
Tubo corrugado A	CSST-ST304	Tubos de distribuição de água gerais
Tubo corrugado B	CSST-ST316	Tubos de distribuição que requerem mais resistência à corrosão

Processo de fabricação

- A. Os tubos retos devem ser processados por soldagem a arco ou soldagem por resistência elétrica
- B. Para tubos corrugados, as corrugações devem ser processadas por hidroformação e acabadas por tratamento da solução

Propriedades

- A. Resistência à pressão: nenhum vazamento ou dano ao aplicar uma pressão de 2.5MPa durante dois minutos em uma extremidade ao fechar a outra extremidade do tubo

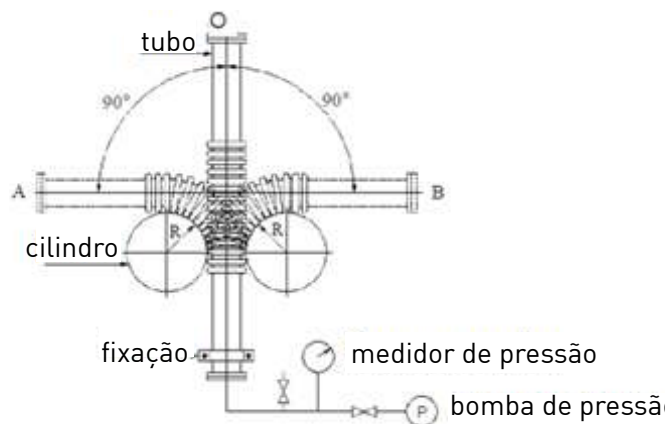
- B. Alongamento e alongamento residual: deve estar de acordo com a tabela abaixo.

Diâmetro	Alongamento a 1,0 Mpa	Alongamento residual de 1 Mpa a 0 Mpa	Alongamento a 2,5 Mpa
15~30	≤1,0	≤0,5	≤5,0
40, 50	≤2,0	≤1,0	≤10,0

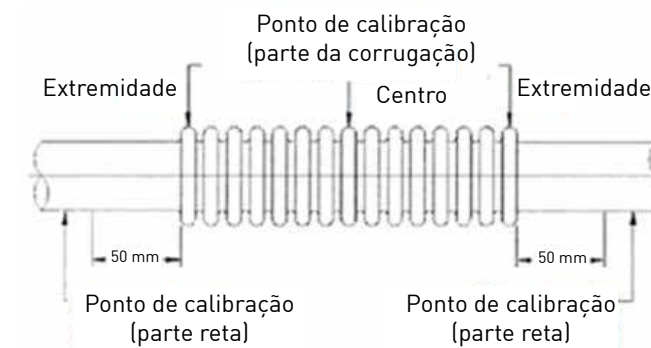
- C. Bendabilidade: nenhum vazamento ou defeito após teste de flexão de 10 a 20 vezes a 0,1 Mpa.

Diâmetro	No. de curvaturas
15/20/25/30	20
40/50	10

- D. Planicidade: nenhum risco ou rachadura na superfície após o tubo ter sido forçado a 2/3 do diâmetro



- E. Dureza: igual ou inferior a HV200 na seção de corrugação
- F. Resistência a choques: não há vazamento ou defeitos após o teste da queda de bola de aço de 2kg a 1 metro de altura
- G. Índice de redução de espessura (r): igual ou inferior a 20%
 $r = (1 - t_1/t_2) \times 100$, onde
 r é a razão de redução
 t1 é a menor espessura de corrugação
 t2 é a menor espessura do tubo reto

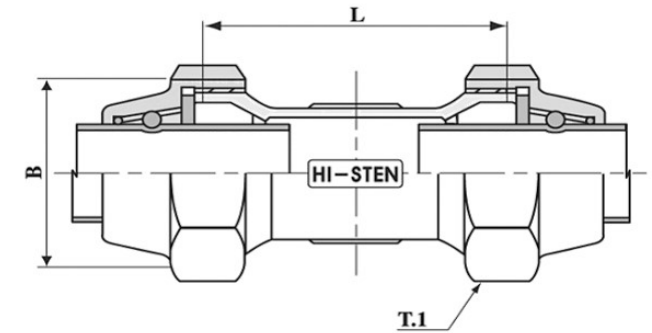
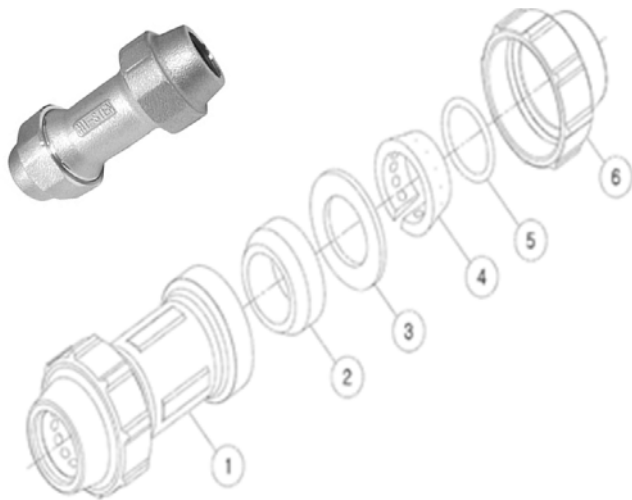


- H. Bio-elução: deve cumprir os regulamentos nacionais

Fonte: Norma Coreana de Tubos Corrugados de Aço Inoxidável (SPS KWWA D 118-2058)

Juntas e Acessórios de Aço Inoxidável

Especificação (Junta) - feita de aço inoxidável fundido



Item	Descrição	Material
1	Corpo	SSC13/14
2	Bloco	EPDM
3	Arruela	STS304/316
4	Guia esfera	STS304/NYLON6
5	O-Ring	EPDM
6	Porca	SSC13/14

*SSC: Stainless Steel Cast

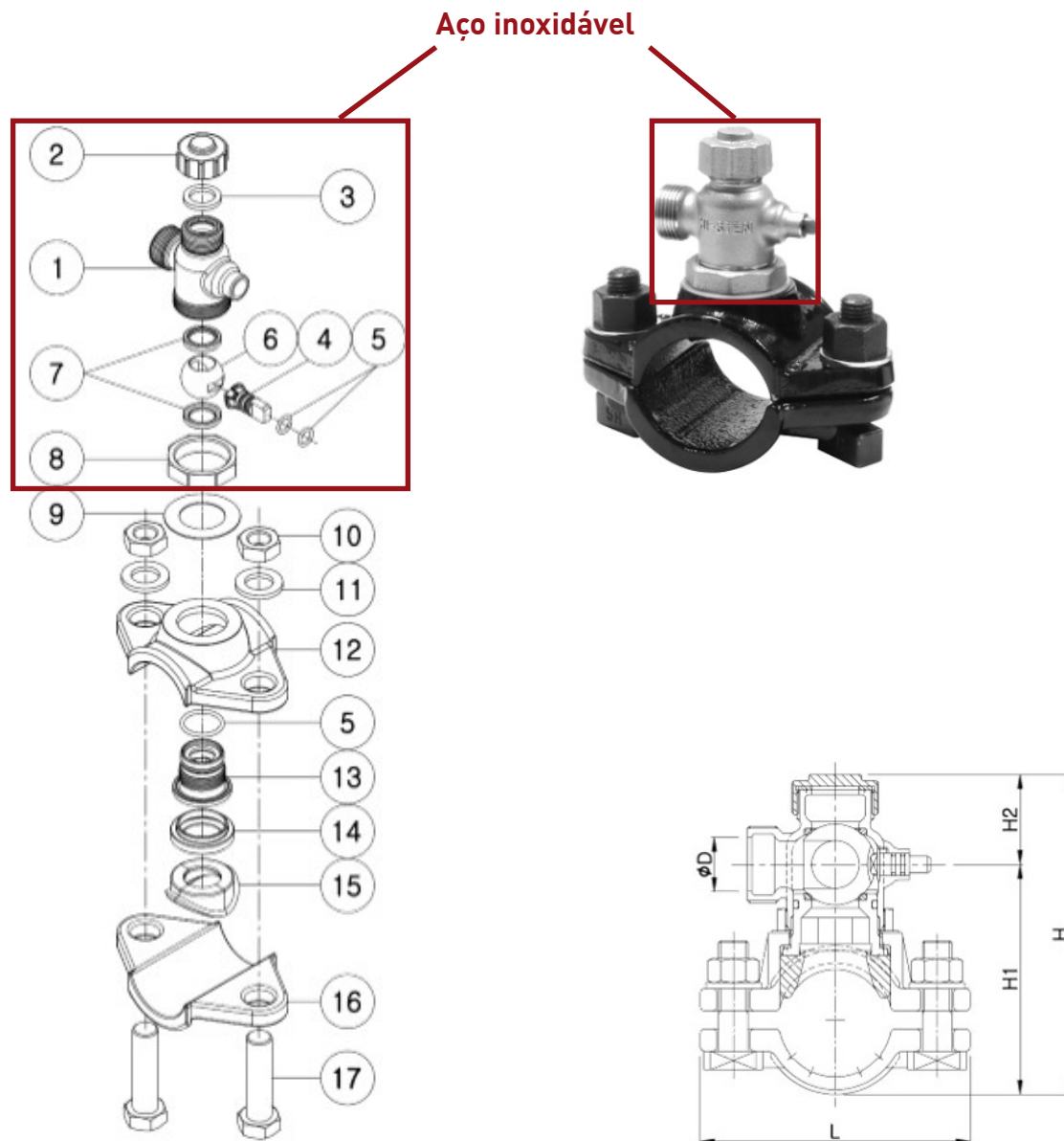
*EPDM: Etileno Propileno Dieno Monômero (Durará mais de 100 anos a temperatura ambiente da água e mais de 40 anos a 70-80oC)

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

Especificação (Snap Tap com Sela) - feito de aço fundido e aço carbono (dúctil)

Item	Descrição	Material
1	Corpo	SSC13/14
2	Tampa	SSC13/14
3	Bloco da tampa	EPDM
4	Haste	STS304/316
5	O-ring	EPDM
6	Esfera	STS304/316
7	Apoio	PTFE
8	Porca de segurança	SSC13/14
9	Amortecedor de isolamento	PE
10	Porca	FCD450
11	Arruela	SS400
12	Sela	FCD450
13	Inserto	SSC13/14
14	Guia de isolamento	PE/EPDM
15	Bloco superior	EPDM
16	Banda	FCD450
17	Parafuso	FCD450

* SSC: Stainless Steel Casting (Fundição em aço inoxidável)
 * EPDM: Etileno Propileno Dieno Monômero
 * PTFE: Politetrafluoroetileno
 * FCD: Ductile Cast Iron (Ferro fundido dúctil)



worldstainless.org



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

