

VIDA ÚTIL DE LAS TUBERÍAS

Introducción

La evaluación del envejecimiento de las tuberías es indispensable para los promotores a la hora de preparar las obras de renovación y realizar las inversiones. Los retos económicos son importantes.

De hecho, las tuberías metálicas se degradan lentamente por la pérdida progresiva de metal bajo el efecto de la corrosión, lo que disminuye su resistencia mecánica y las hace inutilizables.

Los estudios publicados se refieren tanto al hierro fundido gris como al hierro fundido FD, ya que el comportamiento de estos dos tipos de materiales a lo largo del tiempo determina la programación de la sustitución de las tuberías antiguas.

Este documento presenta extractos de publicaciones relacionadas con el estudio de la corrosión externa, las características de las tuberías de hierro fundido y la estimación de la vida útil que se deducía gracias a la determinación de un porcentaje o velocidad de corrosión.

Estudio de la corrosión de las tuberías *

Principales tipos de corrosión

- Oxidación superficial debida a los fenómenos meteorológicos durante el transporte y el almacenamiento.
- Corrosión interna debida al fluido transportado.
- Corrosión del suelo → corrosión de tipo electroquímico.

Corrosión en el agua de las fundiciones grises y FD estudiada en laboratorio sobre muestras desnudas

- Las fundiciones resisten mejor la corrosión que el acero. (Gracias a la presencia de grafito y silicio).
- La fundición dúctil se corroe a una velocidad ligeramente superior a la de la fundición gris: 0,1 mm/año.

Explicación del fenómeno de la corrosión

La corrosión se define como un ataque bimetálico en el que se forma una pila de corrosión electrolítica. Se utiliza el término corrosión galvánica. **

- Se forman dos electrodos en la pared de la tubería por heterogeneidad natural o accidental (punzonado, arañazos), creando una zona anódica y una zona catódica. La pared es el conductor, el suelo es el electrolito.
- La zona anódica (zinc, aluminio) de menor potencial se consume.
- Los metales y aleaciones estudiados se clasifican en la «serie galvánica entre ánodo y cátodo». **

Intervienen dos factores:

- La resistividad del suelo: su capacidad para oponerse a la circulación de la corriente eléctrica.
- La acidez del suelo, medida por el pH, aumenta la velocidad de corrosión.

Profundidad de los ataques sobre metal desnudo estudiada en laboratorio *

- Por reacción catódica (reacción de reducción) del metal ferroso.
La tasa de corrosión se calcula mediante la ley de Faraday: $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2 \rightarrow 12 \mu\text{m}/\text{año}$.
- Por corrosión uniforme denominada «micro pilas» $\rightarrow 0,05 \text{ mm}/\text{año}$.
- Por corrosión localizada denominada «macro pilas» $> 1 \text{ mm}/\text{año}$.

Estudio de muestras tomadas de tuberías desnudas de fundición gris y FD enterradas *

- Los profesionales han realizado numerosos muestreos.
- La resistencia a la corrosión de la fundición dúctil resulta igual o ligeramente superior a la de la fundición gris.

Tipo de suelo	Resistividad (ohm-cm)	Índice de corrosión	
		Gris	Dúctil
Arcilla húmeda	500 a 900	0,38	0,31
Arcilla arenosa expuesta al agua del mar	150 a 200	0,52	0,4

Estudio de muestras tomadas de tuberías de la red de agua en Francia ***

- pone de relieve la importancia de un enfoque estadístico.
- La mayoría de las tuberías estudiadas son de fundición gris instaladas entre los años 30 y 60.
- El revestimiento es de tipo bituminoso.
- Se miden las picaduras o cráteres (profundidad y distribución).

- La velocidad de corrosión se calcula según un método similar al desarrollado por el WRC: media de las 10 picaduras más profundas en un tramo de 50 cm.
- Se observa una velocidad media de corrosión de 60 $\mu\text{m}/\text{año}$.

Estudio de muestras realizado por la DIPRA. ****

Tabla I: Investigaciones sobre tuberías de hierro gris y dúctil en suelos no agresivos.

Estado de la tubería	Número de muestras	Medida más profunda de picaduras (in./yr.)	Años hasta la penetración*
Tal y como se fabricó (recubrimiento estándar de fábrica)	43	0.00067	373
Recubiertas de polietileno	12	0.0000	∞

0,00067 in./yr. = 17 $\mu\text{m}/\text{an}$ espesor de pared 0,25 pulgadas = 6,35 mm

Estudio de muestras de tuberías enterradas recubiertas de zinc*

En periodos de hasta 10 años, en la mayoría de los casos no hay rastros de corrosión. Los casos de corrosión se explican por la presencia de daños durante la instalación o de suelos corrosivos. Las muestras tomadas de tuberías instaladas en terrenos agresivos también muestran que el zinc se ha consumido en pocos años sin que aparezcan ataques de corrosión (lo que pone de manifiesto su capacidad de pasivación).

Se ha realizado un análisis estadístico de los casos de corrosión y se ha establecido una ratio por cada 1000 km, que es de 0,14.

Consideraciones generales de diseño *****

Con el fin de conservar las características mecánicas de las tuberías y su resistencia a las sollicitaciones externas, la reducción del espesor de la pared se compensa con una mejora de la protección. Esto ocurrió en el pasado con el paso

de la fundición gris a la fundición FD y la sustitución de los revestimientos bituminosos por revestimientos de zinc puro. La normalización EN evoluciona en este sentido: uso de clases de presión en lugar de clases de espesor de pared y aumento del gramaje y la eficacia de los recubrimientos a base de zinc.

- Los recubrimientos disponibles son de naturaleza

Orgánica/inorgánica

Pasiva (con un espesor suficiente para ser impermeable y eléctricamente aislante) /activa

- El zinc proporciona una protección activa mediante:
- Efecto cicatrizante de una herida: formación de un óxido de zinc protector sobre la herida.
- Protección galvánica: el zinc se transforma en una capa de pasivación aislante. La composición de zinc y aluminio ralentiza el consumo de zinc. (El aluminio sigue al zinc en la serie galvánica**).

	Norma EN 545 (g/m ²)		Resistividad del suelo EN 545 (ohms.cm)	pH du sol EN 545
	2006	2010		
Revestimiento zinc normativo	130	200	>1500-2500	>6
Revestimiento zinc informativo	200	---	>1500 por debajo del nivel freático	
Revestimiento zinc-aluminio informativo	400	400	>500	---

- Los factores que pueden influir en la vida útil de las tuberías de fundición gris y FD, en particular el suelo de instalación y, como corolario, la corrosión, el revestimiento y el espesor de la pared, son ampliamente conocidos y estudiados, y ahora están normalizados con precisión. Las pruebas en obra y el muestreo son fundamentales en este ámbito.
- La calidad de la fabricación y la instalación de una tubería, junto con unas condiciones de suelo ideales, permiten a la DIPRA **** estimar una vida útil de más de 300 años para un espesor de pared de 6,35 mm correspondiente a un DN 300 en la antigua clase k9.
Para una tubería DN150 de clase 40, con un espesor de 3 mm, esto daría 176 años.

- Por el contrario, suelos heterogéneos, condiciones de instalación reales, tuberías poco protegidas, tal y como se presenta en el estudio TSM ^{***}, con una velocidad de propagación de la corrosión de 60 µm/año, dan como resultado una vida útil de 50 años para una DN150 clase 40. Una tubería de la antigua clase k9 permitiría esperar, en las mismas condiciones, una vida útil de unos cien años.
- La evaluación de la vida útil de las tuberías se centra en determinar una velocidad de propagación de la corrosión realista, obtenida principalmente de forma estadística a partir de muestras de redes.

Bibliografía

- * Tuberías de hierro dúctil COMPENDIUM PONT A MOUSSON
- ** Manual de tuberías resistentes a la corrosión, P.A. Schweitzer
- *** Técnicas, Ciencias y Métodos n.º 12, 1999.
- **** Asociación de Investigación sobre Tuberías de Hierro Dúctil (DIPRA), EE. UU., 2004.
- ***** Normalización EN.