

## **CRITERIOS DE PROTECCION DE TUBERIAS DE HORMIGON ARMADO O POSTESADO CON CAMISA DE ACERO.**

El acero que constituye la camisa y las armaduras, ya sean activas o pasivas, de un tubo de hormigón se encuentra sólidamente protegido tanto frente a daños físicos como químicos. Las elevadas dosificaciones de cemento empleadas en la fabricación de los hormigones propician la precipitación de cristales de cal procedentes de las reacciones de hidratación del propio cemento. Esto hace que el acero se encuentre en un medio con un pH claramente alcalino (aproximadamente 12,5) en estas condiciones el acero tiene un potencial respecto al electrodo de referencia Cu-SO<sub>4</sub>Cu saturado del orden de -300 mV, potencial en el que el acero se encuentra en estado de pasivación, es decir, totalmente estable y sin corrosión (protegido por una capa resistente de hidróxido ferroso).

La protección catódica puede emplearse como complemento a una protección por revestimiento únicamente cuando sean previsibles problemas significativos de corrosión. Esto es en casos excepcionales, puesto que la aplicación inadecuada de la protección catódica puede provocar el efecto contrario al deseado degradando la protección "natural" que proporciona la película estable de óxido hidróxido ferroso.

Esta circunstancia desaconseja el empleo de la protección catódica salvo para rehabilitar conducciones enterradas con problemas localizados de corrosión cuando se constate que la protección del hormigón es insuficiente siendo inadecuado asimilar este tipo de tubería, a efectos de la protección catódica, a las conducciones metálicas en contacto directo con el suelo o provistas de revestimiento aislante.

La protección del acero por el hormigón es suficiente en la mayoría de los casos y, en las circunstancias especiales siguientes, se adoptan medidas complementarias distintas de la protección catódica:

1. Zonas con alto contenido en sulfatos
2. Zonas con alto contenido en cloruros
3. Suelos con carácter marcadamente ácido
4. Suelos con resistividad baja
5. Existencia de corrientes vagabundas
6. Conexión a otras conducciones

## 1. Zonas con alto contenido en sulfatos

Concentraciones elevadas de sulfato de sodio, magnesio o calcio pueden atacar químicamente al hormigón.

Los límites considerados a partir de los cuales hay que tomar medidas adicionales así como las medidas a tomar son las siguientes:

	CRITERIO		MEDIDAS A TOMAR		OBSERVACIONES
	MANUAL AEAS <sup>1</sup>	INSTRUCCIÓN IET <sup>2</sup>	MANUAL AEAS	INSTRUCCIÓN IET	
<b>Contenido de sulfatos solubles en el terreno</b>	Mayor del 0,2%	Mayor de 3.000 mg/kg (0,3%)	Empleo de cementos resistentes a sulfatos o capa protectora si el cemento es normal	Empleo de cementos resistentes a sulfatos	El empleo de este tipo de cementos es lo habitual para el hormigón exterior de los tubos postesados.
		Mayor de 12.000 mg/kg (1,2%)		Tratamiento externo del tubo con pintura adecuada	Aplicar entre 300 y 400 micras.
<b>Contenido de sulfatos en el agua</b>	Mayor de 2.000 mg/l	400 mg/l	Empleo de cementos resistentes a sulfatos o capa protectora si el cemento es normal	Empleo de cementos resistentes a sulfatos	El empleo de este tipo de cementos es lo habitual para el hormigón exterior de los tubos postesados
	Mayor de 5.000 mg/l	600 mg/l	Empleo de cemento resistente a sulfatos y tratamiento posterior con pintura adecuada	Tratamiento externo del tubo con pintura adecuada	Aplicar entre 300 y 400 micras

<sup>1</sup> Manual de Corrosión y Protección de Tuberías de la Asociación Española de Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS),

<sup>2</sup> Instrucción del Instituto Eduardo Torroja para tubos de hormigón armado o pretensado. Junio 1.980.

## 2. Zonas con alto contenido en cloruros

Concentraciones elevadas de iones cloruro pueden destruir la pasivación del acero y provocar corrosión si existe renovación de oxígeno. En condiciones de no aireación (tubos sumergidos en agua de mar) con concentraciones de 20.000 mg/litro el acero embebido en hormigón no sufre corrosión. Los límites considerados a partir de los cuales hay que tomar medidas adicionales así como las medidas a tomar son las siguientes:

	CRITERIO	MEDIDAS A TOMAR	OBSERVACIONES
	MANUAL AEAS	MANUAL AEAS	
<b>Suelos con humedad permanente</b>	Mayor de 1.000 mg/l	Aislar la tubería mediante pintura adecuada	Aplicar entre 300 y 400 micras
<b>Suelos con ciclos humedad sequedad</b>	Mayor de 150 mg/l	Aislar la tubería mediante pintura adecuada	Aplicar entre 300 y 400 micras

## 3. Suelos con carácter marcadamente ácido

Los límites considerados a partir de los cuales hay que tomar medidas adicionales así como las medidas a tomar son las siguientes:

	CRITERIO	MEDIDAS A TOMAR	OBSERVACIONES
	MANUAL AEAS	MANUAL AEAS	
<b>Suelos arcillosos</b>		No son necesarias	
<b>Terrenos granulares</b>	- pH < 5 en muestra tomada inmediatamente después de la excavación	Aislar la tubería mediante pintura adecuada	Aplicar entre 300 y 400 micras

#### 4. Suelos con baja resistividad

Los límites considerados a partir de los cuales hay que tomar medidas adicionales así como las medidas a tomar son las siguientes:

	CRITERIO		MEDIDAS A TOMAR		OBSERVACIONES
	MANUAL AEAS	INSTRUCCIÓN IET	MANUAL AEAS	INSTRUCCIÓN IET	
<b>Resistividad del terreno</b>	< 15 $\Omega$ x m	< 15 $\Omega$ x m	Aislar la tubería mediante pintura adecuada	Aislar la tubería mediante pintura adecuada	Estos valores de resistividad indican gran concentración de sales solubles. Aplicar entre 300 y 400 micras.

#### 5. Existencia de corrientes vagabundas

El efecto corrosivo de las corrientes vagabundas se ve mitigado en la tubería de hormigón. No se produce corrosión inicialmente ya que la reacción anódica producida no afecta al acero al consumir iones hidróxido aportados por la elevada alcalinidad del hormigón. Los límites considerados a partir de los cuales hay que tomar medidas adicionales así como las medidas a tomar son las siguientes:

	CRITERIO		MEDIDAS A TOMAR		OBSERVACIONES
	MANUAL AEAS	CEDEX <sup>3</sup>	MANUAL AEAS	CEDEX	
<b>Corrientes vagabundas</b>	<= 200 mV	Gradiente eléctrico en el suelo < 200 mV por longitud individual de tubo	Ninguna	Proteger la tubería mediante revestimiento	Las discontinuidad de la junta elástica dificulta la circulación de corrientes y beneficia al tubo. Aplicar entre 300 y 400 micras.
	> 200 mV	Gradiente eléctrico en el suelo > 200 mV por longitud individual de tubo	Eliminar o controlar	Además del revestimiento dar continuidad a los tubos en la zona considerada e instalar un drenaje unidireccional con la zona que provoca la fluencia.	

<sup>3</sup> Guía técnica sobre tuberías para el transporte de agua a presión.

## 6. Conexión a otras conducciones.

Cuando una tubería de hormigón con camisa de acero se conecta a una conducción metálica con revestimientos orgánicos o protegida catódicamente es necesario garantizar el aislamiento eléctrico de la conexión entre las conducciones.