

## Anejo 27.- PROTECCIÓN CATÓDICA

---

## ÍNDICE

<b>1</b>	<b>OBJETO DEL ANEJO .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ZONA DE ACTUACIÓN.....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA.....</b>	<b>2</b>
	<b>3.1 Obras que comprende .....</b>	<b>3</b>
<b>4</b>	<b>NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>FINALIDAD .....</b>	<b>4</b>
	<b>5.1 Riesgo de corrosión de las piezas especiales .....</b>	<b>4</b>
	<b>5.2 Sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio instalados .....</b>	<b>5</b>
	<b>5.3 Ánodo seleccionado .....</b>	<b>5</b>
	<b>5.4 Control de la efectividad del sistema de protección catódica .....</b>	<b>6</b>
	<b>5.5 Criterio de protección .....</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA .....</b>	<b>7</b>
	<b>6.1 Equipos de medición .....</b>	<b>7</b>
	<b>6.2 Medición de potenciales e intensidades anódicas .....</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>MANTENIMIENTO .....</b>	<b>7</b>

## **1 OBJETO DEL ANEJO**

El presente anejo tiene por objeto definir los elementos de protección catódica de los elementos metálicos de la red de riego susceptibles de sufrir corrosiones al estar inmersos en el terreno.

## **2 ZONA DE ACTUACIÓN**

Consiste en la instalación de un sistema de protección catódica para varios elementos metálicos instalados en las obras del *Proyecto de modernización del regadío en la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma, Sectores II y III (León)*.

Se ubicarán unidades de protección catódica en elementos metálicos de la red con riesgo de corrosión, tales como tuberías de fundición de acero, codos metálicos de grandes dimensiones y obras especiales.

## **3 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA**

Un sistema de protección catódica es uno de los métodos electroquímicos que se disponen para evitar la corrosión en elementos metálicos instalados.

La corrosión metálica que aparece en los elementos metálicos enterrados, ya sean tuberías o elementos de la red de riego (piezas especiales, valvulería...) es consecuencia de la formación de pilas galvánicas que aparecen en su superficie debido a que zonas de dichos elementos actúan como ánodos, otras como cátodos y el terreno que las envuelve realiza la función de electrolito. Así, las zonas que actúan como ánodo experimentan una pérdida de electrones que circulan por el terreno que las envuelve hasta las zonas catódicas. Las primeras reaccionan con el medio acuoso y se produce la corrosión.

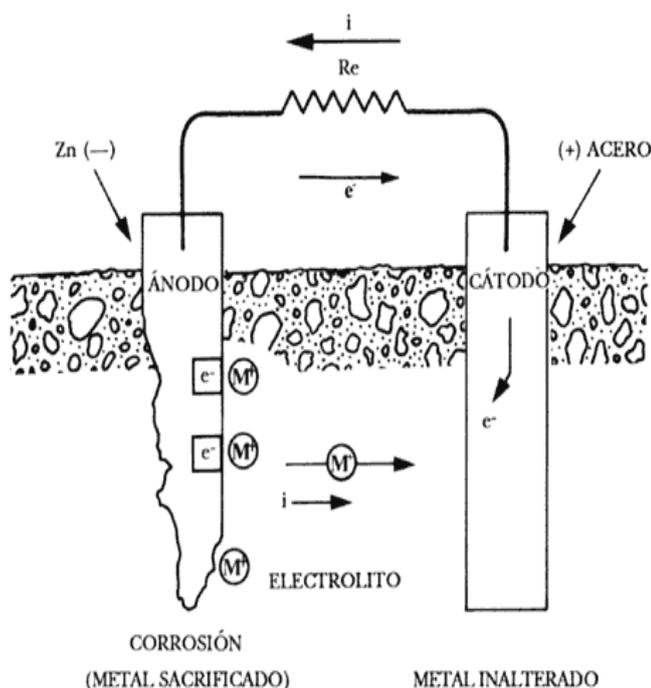
Por tanto, es importante evitar el contacto del metal con el terreno, para lo cual se debe revestir en lo posible las tuberías y los elementos metálicos con un material aislante como son las pinturas. A pesar de las magníficas propiedades aislantes y durabilidad de los revestimientos existentes, éstos no consiguen realizar un aislamiento total y duradero de la parte metálica con el electrolito. Así, durante la instalación de los elementos de la red (tuberías, válvulas...) se producen golpes por los elementos mecánicos que intervienen, o por la presencia de piedras que provocan poros o grietas que originan que parte de las zonas metálicas queden al descubierto y en contacto directo con el terreno circundante. Estas zonas que aparecen se convierten en puntos anódicos, por donde se desarrolla un proceso de corrosión con la consiguiente rápida pérdida de material.

**ANEJO 27.- PROTECCIÓN CATÓDICA**

Por tanto, un sistema eficaz y relativamente barato para evitar la corrosión de estos elementos es la protección catódica.

Lo que se pretende con este método es que, mediante la instalación de ánodos de sacrificio de magnesio o zinc, conectados a los elementos metálicos enterrados, éstos se conviertan en cátodos frente a un lecho anódico que se instala en las inmediaciones del elemento a proteger para que sea éste el que se corroa.

En tramos cortos de tuberías y que no se vean afectados por influencias por corrientes vagabundas, un método de protección catódica eficaz es la colocación de ánodos de sacrificio. Estos ánodos se van destruyendo a medida que suministran a la tubería metálica la corriente eléctrica que evita su corrosión.



### 3.1 Obras que comprende

El presente apartado comprende las instalaciones necesarias para la protección catódica a realizar en los elementos de la red. Se ha considerado que en este proyecto será necesario proteger todos los elementos metálicos de la red, es decir, se procederá a la instalación de estos elementos de protección según criterio de la Dirección de obra en todos los puntos que considere necesario.

Los elementos a proteger serán:

Sector II

- Salida tubería de impulsión EB.
  - 1x1400 mm acero
- Piezas especiales en acero de gran tamaño
  - Válvulas
  - Codos
  - Tés

Sector III

- Tuberías de acero del abastecimiento EB
  - 1x1600 mm acero
- Salida tuberías de impulsión EB
  - 1x1200 mm acero
  - 1x1000 mm acero
- Piezas especiales en acero de gran tamaño
  - Válvulas
  - Codos
  - Tés

#### **4 NORMATIVA APLICABLE**

El suministro y montaje de los materiales, así como el procedimiento de puesta en marcha del sistema, se llevarán a cabo siguiendo las recomendaciones incluidas en la siguiente normativa especializada:

- UNE-EN-12954 (2002): *Protección catódica de estructuras metálicas enterradas o sumergidas. Principios generales y aplicación para tuberías.*
- UNE-EN-13509 (2003): *Técnicas de medida en protección catódica.*

#### **5 FINALIDAD**

Se trata de dar protección a los elementos metálicos a ejecutar en la obra de la Comunidad de Regantes de la Margen Izquierda del Porma, Sectores II y III.

Las piezas de calderería van provistas de un recubrimiento mínimo a base de pintura epoxi de 200 micras de espesor

##### **5.1 Riesgo de corrosión de las piezas especiales**

Las piezas de acero están sometidas a un riesgo de corrosión electroquímica debido a la corrosividad del terreno.

---

**ANEJO 27.- PROTECCIÓN CATÓDICA**

Este riesgo se ve incrementado por la presencia del hormigón armado a ambos lados de las piezas. En estas circunstancias el acero de las piezas y el del hormigón camisa de chapa dan lugar a una pila galvánica. El acero enterrado directamente en el terreno tendrá un potencial más electronegativo que el acero embebido en el hormigón, escasamente electronegativo debido a su estado de pasivación. El acero de las piezas hace de ánodo frente al acero de la tubería por lo que se acelera su corrosión.

### **5.2 Sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio instalados**

El sistema de protección catódica más adecuado para las piezas es un sistema por ánodos de sacrificio de aleación de magnesio.

La continuidad eléctrica entre las piezas dará lugar que el acero de la tubería también cierre el circuito con los ánodos y por lo tanto exista fuga de corriente a la tubería que no se desea proteger. En el caso de las tuberías de hormigón camisa de chapa, entre tubos se coloca una junta de EPDM que permite la estanqueidad de estos y evita la continuidad eléctrica de un tubo a otro.

Para minimizar la fuga de la corriente deberán instalarse los ánodos próximos a la calderería y tramos de tubería de acero de cierta longitud, para favorecer que la corriente cierre el circuito con la pieza. A pesar de ello, en el dimensionamiento del sistema deberá tenerse en cuenta la parte de corriente que fugará a la tubería.

Es preciso indicar que, a pesar de todo, la distribución de corriente es estimativa, así como la resistividad del terreno, por lo que puede dar lugar a la necesidad de algún refuerzo puntual una vez conseguida la máxima polarización.

### **5.3 Ánodo seleccionado**

Se podrán realizar los oportunos ensayos de conductividad en el terreno, pero de manera genérica se podría seleccionar un ánodo de aleación de magnesio del tipo WIGE R07.2L de dimensiones  $\varnothing 23 \times 820$  mm, montado en el interior de un saco relleno de mezcla activadora.

La corriente de este ánodo para un terreno de una resistividad media del orden de  $231 \Omega \times m$  es de 4,5 mA.

---

**ANEJO 27.- PROTECCIÓN CATÓDICA**

Con estas características indicadas de corriente la vida del ánodo deberá ser de 29 años como mínimo. La vida real del ánodo se obtendrá una vez obtenida la máxima polarización de las piezas.

Sistema de protección catódica formada por ánodo de magnesio de 4,1 kg preempaquetado, colocado y probado, incluso parte proporcional de los siguientes elementos:

- Teja de acero curvada con 10 m de cable Cu RV 0,6/1kv 1x6 mm<sup>2</sup>.
- Encapsulación para la soldadura cable-tubería de cinta elastomérica.
- Caja de toma de potencial de 200x200 mm en aleación de aluminio IP-65, placa de montaje con cuatro bornas y tubo soporte de acero galvanizado de 2" y 2 m de longitud.
- Cable de Cu RV 0,6/1kv 1x6 mm<sup>2</sup>.
- Electrodo referencia permanente Cu/CuSO<sub>4</sub>.

#### **5.4 Control de la efectividad del sistema de protección catódica**

Para verificar que la influencia de la protección catódica consigue polarizar las piezas hasta el nivel de inmunidad, es preciso medir el potencial de estas respecto a un electrodo de referencia de Cu/SO<sub>4</sub>Cu.

Para controlar la evolución del sistema se deberá instalar un electrodo de referencia permanente en cada pieza en la que se pueda dejar instalada una caja de conexionado.

#### **5.5 Criterio de protección**

Para verificar que la influencia de la protección catódica consigue polarizar las piezas hasta el nivel de inmunidad, se deberá medir el potencial de las mismas respecto a un electrodo de referencia de Cu/SO<sub>4</sub>Cu.

De acuerdo con la normativa, el nivel de protección se alcanzará para un potencial de polarización de -850 mV.

## **6 PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE PROTECCIÓN CATÓDICA**

La puesta en marcha definitiva del sistema de protección se deberá realizar una vez la empresa adjudicataria haya procedido a la instalación de todos los elementos de protección.

### **6.1 Equipos de medición**

Para la realización de las medidas de campo se deberán utilizar los siguientes equipos:

- Polímetro, de impedancia interna 10 m $\Omega$ .
- Electrodo de referencia de Cu/CuSO<sub>4</sub> portátil.

Todos los instrumentos utilizados se encontrarán calibrados de acuerdo con el Sistema de Calidad establecido por sus fabricantes.

### **6.2 Medición de potenciales e intensidades anódicas**

Se medirán potenciales naturales y de polarización respecto al electrodo de referencia permanente, en las cajas de toma de potencial instaladas. Los valores obtenidos se recogerán y serán analizados para comprobar el correcto funcionamiento del sistema.

El sistema de control deberá ser un sistema simple, fiable y robusto de forma que su instalación y utilización deberá simplificar y mejorar la gestión del sistema de forma notable.

De igual forma se persigue especialmente que la intervención de personal especializado para el mantenimiento del sistema una vez esté en fase de explotación sea mínima, pudiendo la propia Comunidad realizar dichas tareas.

## **7 MANTENIMIENTO**

Tal como indica la norma UNE- EN 12954 se realizarán revisiones periódicas de las instalaciones.

Tratándose de un sistema de protección catódica por ánodos de sacrificio las operaciones de mantenimiento se simplifican en gran medida, limitándose a controlar periódicamente los potenciales de la tubería.

---

***ANEJO 27.- PROTECCIÓN CATÓDICA***

Por otro lado, es necesario controlar cualquier obra que se ejecute sobre la traza de la tubería y sus proximidades, tanto para evitar contactos ajenos, como para garantizar la integridad de los ánodos instalados.

Por último, se deberá controlar los potenciales en el periodo de 1 año para después valorar ampliar la secuencia entre revisiones en función de los valores obtenidos.

Todos los trabajos de mantenimiento durante el periodo de garantía de las obras correrán a cargo de la empresa contratista, quien a su vez deberá proceder a formar al personal de la Comunidad de regantes para que sea ésta la que se encargue de realizar dichas tareas en años sucesivos.