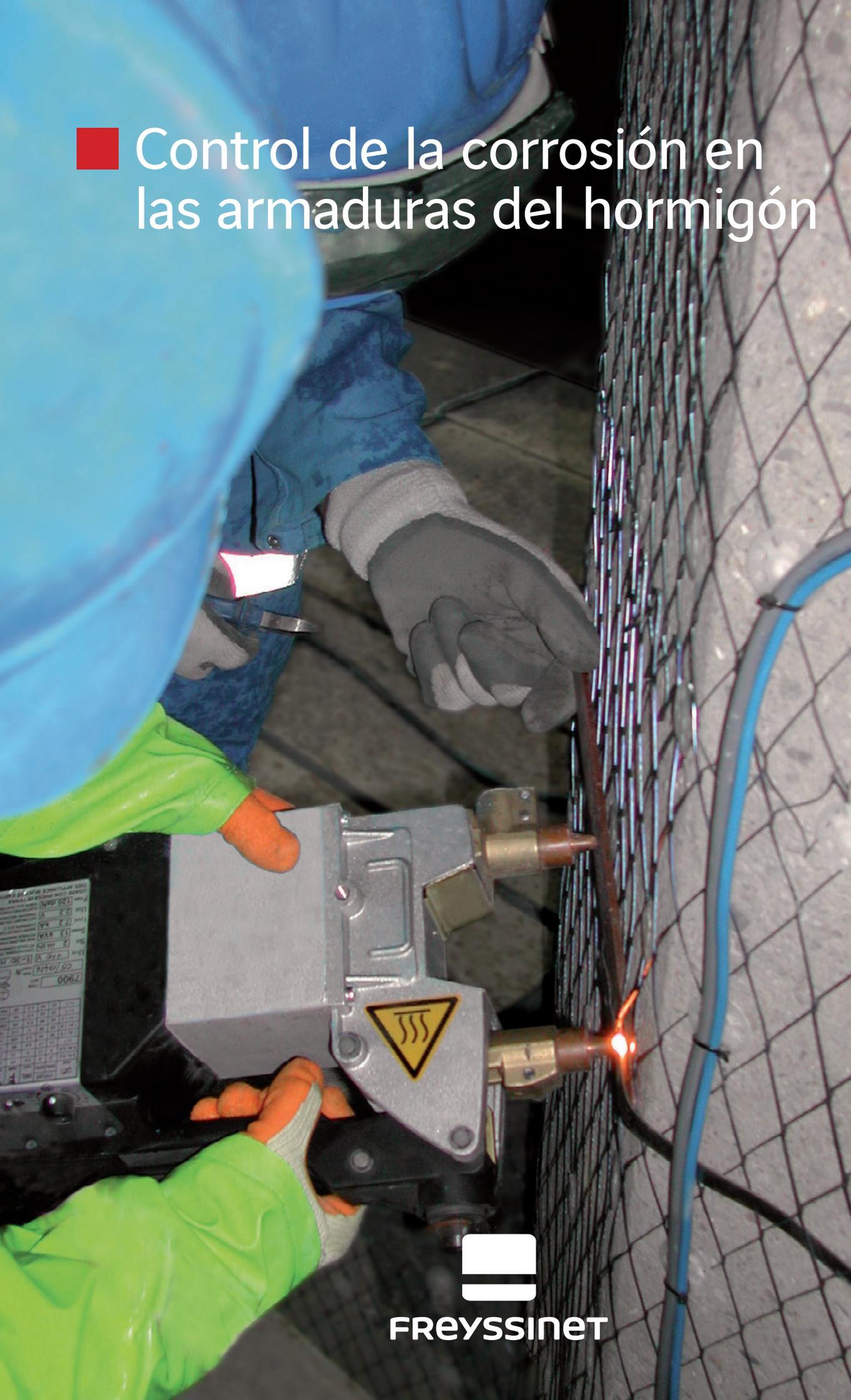


■ Control de la corrosión en las armaduras del hormigón



FREYSSINET



Con la experiencia acumulada durante sesenta años en las técnicas de reparación, refuerzo y protección del hormigón, Freyssinet, empresa general de trabajos especializados, le ofrece con Foreva® la garantía de una prestación llave en mano.

- Asistencia en el diagnóstico.
- Ayuda en la elección de la solución de rehabilitación.
- Pruebas de idoneidad.
- Dimensionamiento.
- Método de ejecución.
- Instalación especializada.
- Seguimiento.

Freyssinet interviene en todas las estructuras de hormigón presentes en edificios, obras de ingeniería civil, estructuras de ingeniería civil hidráulica, estructuras industriales y edificaciones antiguas.

AVANCE DE LA CORROSIÓN

Las estructuras de hormigón armado envejecen. Básicamente, su deterioro se debe a la corrosión de las armaduras y se produce cuando el hormigón pierde su capacidad para proteger el acero. Los contaminantes externos (CO_2 , Cl^- , SO_4^{2-} , NH_4^+ , etc.) que están presentes en el aire o en el agua en contacto con el paramento penetran a través de las microporosidades del hormigón. Al cabo de un tiempo, la naturaleza química del hormigón en las zonas cercanas a la armadura sufre una serie de cambios y la capa de pasivación que protege la superficie del acero se destruye. La corrosión aparece en el momento en que la humedad ambiente penetra hasta el acero.

El envejecimiento de una estructura de hormigón armado es un proceso que puede representarse mediante una curva cronológica en la que se distinguen tres etapas principales, a saber:

Fase 1 / Incubación

El acero se encuentra en un entorno protegido, situación que se mantiene así a lo largo del tiempo siempre que se logre ralentizar o impedir la penetración de contaminantes en el acero. Por ejemplo, éste es el caso del acero que, tras ser reparado, se destina a un revoque.

Fase 2 / Inicio de la corrosión

El acero se encuentra en un medio que ha perdido sus propiedades protectoras. La corrosión empieza cuando penetran los contaminantes o desciende el PH debido a la carbonatación del revestimiento y a la penetración del agua. En esta fase, no es posible verla desde el exterior, pero sí puede medirse la actividad a través de métodos no agresivos.

Fase 3 / Propagación de la corrosión

El acero ya no está en un medio protegido y se corroe. Las armaduras se disuelven progresivamente en el agua infiltrada o las partículas de la corrosión se hinchan y fisuran el hormigón, lo cual acelera la penetración del agua y, por lo tanto, la corrosión. En este estadio, las secciones de las armaduras se reducen y disminuye la resistencia de la estructura.



Ensayo con fenolftaleína del PH del hormigón



Delaminación del hormigón

SOLUCIONES FOREVA® PARA ATAJAR LA CORROSIÓN

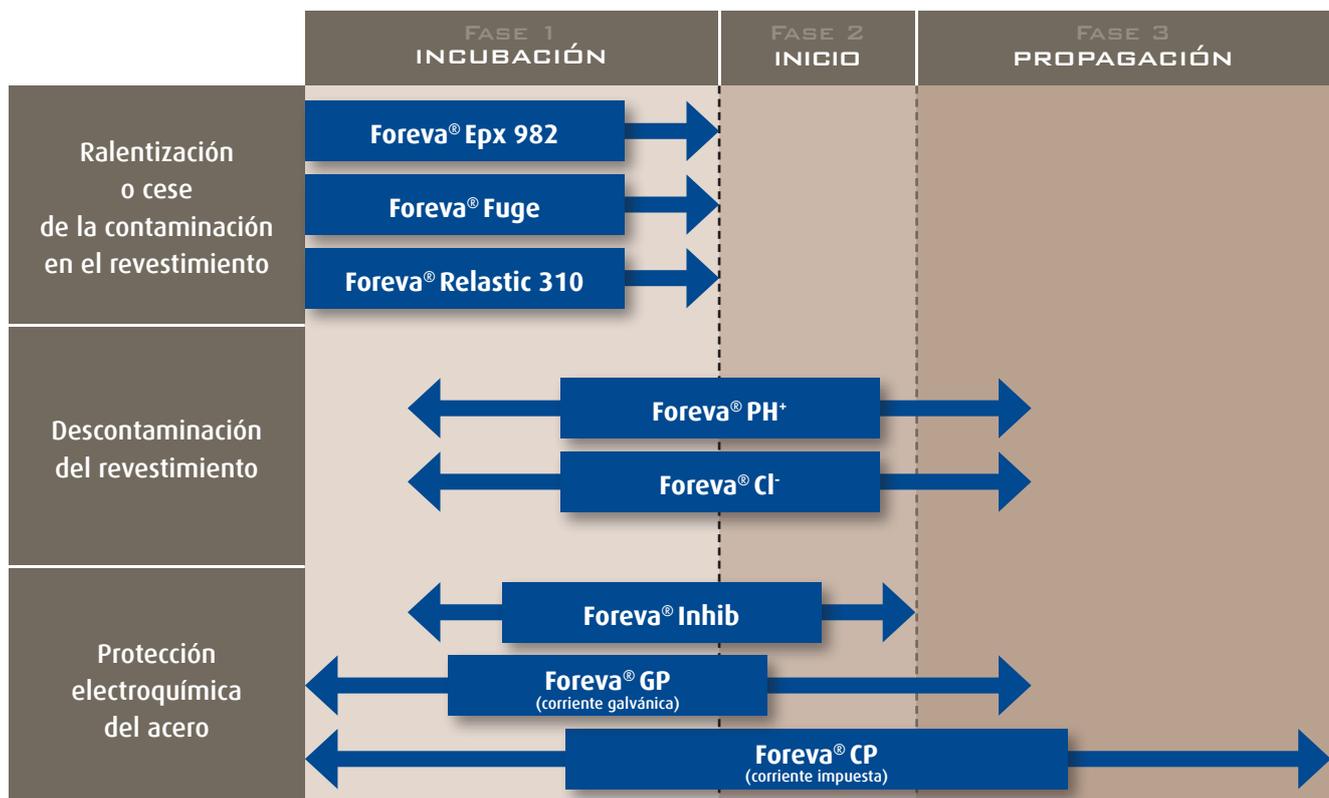
Las soluciones **Foreva®** permiten controlar el avance de la corrosión en las armaduras de las estructuras de hormigón armado en todas sus fases evolutivas:

- Fase 1) Prolongando la duración de la protección del revestimiento alrededor de las armaduras.
- Fase 2) Deteniendo el proceso de inicio de la corrosión en las armaduras.
- Fase 3) Impidiendo el avance de la corrosión de forma duradera tras reparar los daños estructurales provocados.

Las soluciones **Foreva®** actúan en la zona que rodea al acero o directamente en las armaduras:

- Tratando el paramento con el fin de ralentizar o detener la penetración de contaminantes antes de que lleguen a las armaduras.
- Descontaminando el revestimiento para sustituir el acero en un entorno protegido.
- Protegiendo el acero mediante un proceso electroquímico que permita detener la corrosión en las armaduras.

Las soluciones **Foreva®** cumplen las exigencias de la norma EN 1504.



Las soluciones **Foreva®** suelen utilizarse conjuntamente para tratar las distintas zonas de una misma estructura. Por lo general, la contaminación de una estructura de hormigón no es uniforme ni en intensidad ni en profundidad, y las armaduras presentan grados de corrosión más o menos avanzados. Así pues, es necesario realizar una auscultación y un diagnóstico precisos para delimitar las zonas que deben tratarse y definir su estado crítico. Cada una de las etapas de desarrollo de los daños requiere métodos de inspección específicos.

Freyssinet ofrece su colaboración para elaborar un programa de investigación, diagnóstico y recomendación, siempre que se le solicite.

FASE 1

PROLONGAR LA DURACIÓN DE LA PROTECCIÓN DEL REVESTIMIENTO



► Protección mediante una fina película epoxídica (Principio 1, método 1.1 – EN 1504-2)

La solución **Foreva® Epx 982** emplea una película de resina orgánica termoendurecible de gran capacidad humedecedora que permite impregnar en profundidad la superficie del hormigón para sellar las porosidades superficiales.

Este tratamiento impide la mayoría de los intercambios líquidos o gaseosos con el medio exterior y aumenta el período de incubación de las armaduras.

► Protección mediante impregnación hidrófuga (Principio 2, método 2.1 – EN 1504-2)

La solución **Foreva® Fuge** evita la penetración del agua en las paredes verticales del hormigón mediante la impregnación de la superficie con un producto hidrófobo que forma una barrera repelente al agua.

Foreva® Fuge es totalmente incoloro, y respeta el color y las formas arquitectónicas de los paramentos de piedra y hormigón.

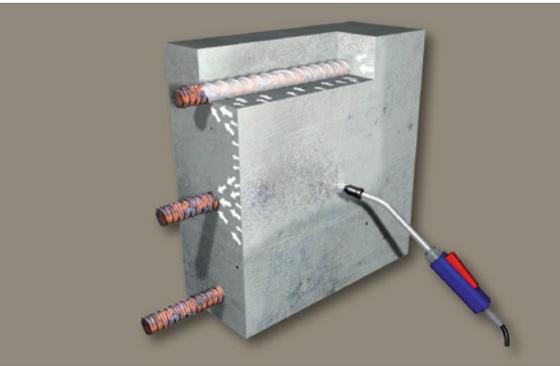
Este tratamiento reduce drásticamente los intercambios líquidos con el medio exterior y aumenta el período de incubación de las armaduras.

► Protección mediante revestimiento de la superficie (Principio 2, método 2.2 – EN 1504-2)

La solución **Foreva® Relastic 310** impide la penetración del agua líquida mediante la aplicación de un revestimiento fino que, gracias a su naturaleza microporosa, deja que "respire" la estructura y, por lo tanto, evita los efectos de gofrado causados por los cambios de temperatura en los paramentos. El revestimiento en color gris hormigón le confiere una tonalidad uniforme a la estructura y disimula los posibles revoques de la reparación. La elasticidad del revestimiento **Foreva® Relastic 310** supone una garantía adicional respecto a la penetración del agua, gracias a su capacidad para puentear y acompañar las fisuras activas del soporte.

Este tratamiento de superficie permite controlar la humedad del paramento del hormigón y aumentar el período de incubación de las armaduras.

DETENER EL PROCESO DE INICIO



MEDIANTE EL TRATAMIENTO DE LA SUPERFICIE DEL ACERO

▶ Mediante la aplicación de inhibidores en el hormigón (Principio 9, método 9.1 y principio 11, método 11.3 – EN 1504)

La solución **Foreva® Inhib** emplea un inhibidor de la corrosión totalmente incoloro que bloquea las reacciones anódicas de la corrosión en la superficie del acero. Las moléculas penetran en las porosidades del hormigón, se propagan y se fijan en la superficie de las armaduras hasta formar un escudo protector.

Este tratamiento permite proteger eficazmente las armaduras presentes en un hormigón carbonatado o evitar la formación de un ánodo en la armadura cercana al revoque de un trabajo de reparación.

MEDIANTE LA DESCONTAMINACIÓN DEL REVESTIMIENTO

▶ Realcalinización electroquímica del hormigón carbonatado (Principio 7, método 7.3 – EN 1504)

Las soluciones **Foreva® PH+ Régébéton** y **Foreva® PH+ Flocc** son tratamientos electroquímicos de corta duración que emplean un ánodo externo situado en un cataplasma en contacto con el paramento. Permiten realcalinizar el hormigón carbonatado en las zonas próximas a la superficie de las armaduras.

Gracias a estos tratamientos de cura electroquímica, es posible restablecer un PH elevado en las áreas cercanas al acero y sustituirlo en un medio protegido.



▶ Realcalinización mediante difusión del hormigón carbonatado (Principio 7, método 7.4 – EN 1504)

El cataplasma de **Foreva® PH+ Régébéton** está impregnado de un potente electrólito que penetra en el hormigón del revestimiento gracias a sus propiedades tensoactivas. Este tratamiento garantiza la realcalinización del revestimiento mediante difusión.



▶ Extracción electroquímica de los cloruros (Principio 7, método 7.5 – EN 1504)

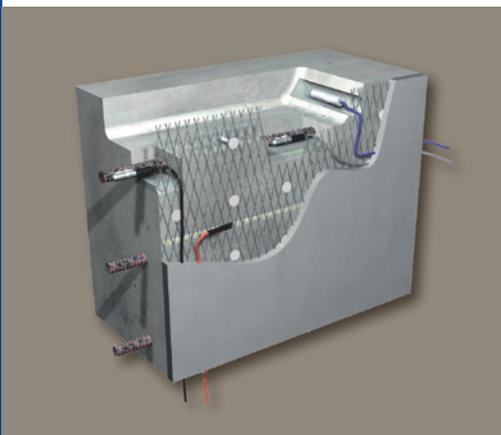
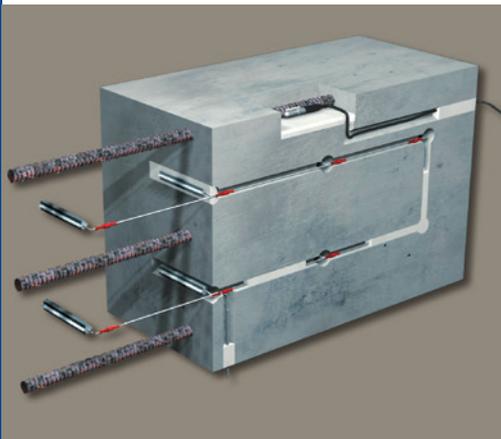
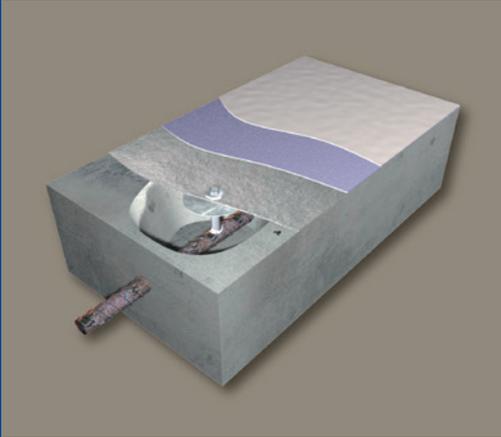
Las soluciones **Foreva® Cl- Régébéton** y **Foreva® Cl- Flocc** son tratamientos electroquímicos de corta duración que emplean un ánodo externo situado en un cataplasma en contacto con el paramento. Permiten extraer del hormigón del revestimiento los iones cloruros libres y demás contaminantes presentes en forma aniónica.

Estos tratamientos de cura electroquímica posibilitan la sustitución del acero en un medio protegido.



FASE 3

EVITAR EL AVANCE DE LA CORROSIÓN



MEDIANTE PROTECCIÓN GALVÁNICA

► Con un ánodo en la superficie del hormigón (Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® GP Zinc** es una protección galvánica basada en un ánodo en la superficie del hormigón instalado mediante proyección de zinc en caliente.

La amplia superficie de intercambio del ánodo permite distribuir las corrientes galvánicas de manera homogénea. Esta solución resulta especialmente idónea para estructuras con armaduras de una densidad media en un entorno aéreo. Esta técnica se adapta a la perfección a toda clase de formas y apenas afecta a la estructura, ya que reduce al mínimo las perforaciones y las sobrecargas.

El sistema de protección se confecciona y se adapta a cada caso concreto en función de la densidad de las armaduras que haya que proteger y la vida útil que marque el proyecto.

► Con ánodos internos (Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® Galvostar** es una protección galvánica que emplea ánodos de sacrificio discretos dispuestos en racimo y colocados en el paramento en receptáculos próximos a las armaduras.

Estos ánodos distribuyen una corriente de baja intensidad. Se utilizan principalmente en estructuras con armaduras de densidad media o expuestas a entornos con escaso riesgo de corrosión. El sistema es especialmente apto para zonas expuestas a la humedad.

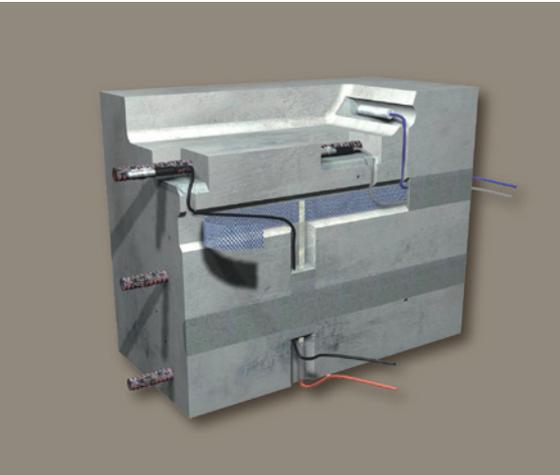
El sistema de protección galvánica se confecciona y se adapta a cada caso concreto en función de la densidad de las armaduras que haya que proteger y la vida útil que marque el proyecto.

MEDIANTE PROTECCIÓN CATÓDICA

Las soluciones **Foreva® CP** cumplen la norma NF EN 12696: "Protección catódica del acero en el hormigón". Los ánodos se alimentan a través de un generador de baja tensión y de corriente continua regulada. Ofrecen una protección eficaz durante décadas siempre que se lleve a cabo un mantenimiento apropiado.

► Con una malla anódica (Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® CP Mesh** es un sistema de protección catódica por corriente impuesta que utiliza un ánodo en forma de malla de titanio estabilizado recubierto de 2 o 3 cm de hormigón proyectado. Los ánodos permiten distribuir uniformemente densidades elevadas de corrientes de protección en la superficie del paramento. La solución puede emplearse tanto en estructuras carbonatadas como con un alto gradode cloruros, y se recomienda sobre todo en estructuras muy contaminadas.



► **Con cintas anódicas**
(Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® CP Ribbon** es un sistema de protección catódica por corriente impuesta que utiliza cintas anódicas de titanio estabilizado situadas en hendiduras del paramento en las zonas próximas a las armaduras.

Los ánodos se adaptan perfectamente a las formas complejas de los paramentos y permiten ajustar la distribución de la corriente reduciendo su espaciado.

La solución **Foreva® CP Ribbon** permite proteger las estructuras nuevas mediante protección catódica colocando los ánodos en el hueco del entramado antes del hormigonado.



► **Con ánodos internos**
(Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® CP Tube** es un sistema de protección catódica por corriente impuesta que utiliza ánodos discretos de titanio estabilizado dispuestos en racimo y colocados en el paramento en receptáculos próximos a las armaduras.

Permite tratar las zonas con entramados muy densos y proteger las armaduras en toda la profundidad del paramento.



► **Con una pintura anódica**
(Principio 10, método 10.1 – EN 1504)

La solución **Foreva® CP Coat** es un sistema de protección catódica por corriente impuesta que emplea como ánodo una pintura conductora de la electricidad. El ánodo se adapta correctamente a los paramentos de formas complejas que exigen corrientes de protección de baja intensidad.

Debido a su naturaleza orgánica, la vida útil de los ánodos es limitada. Ofrecen una protección eficaz durante más de diez años siempre que se lleve a cabo un mantenimiento apropiado.



Américas

Argentina
Brasil
Canadá
Chile
Colombia
El Salvador
Estados Unidos
Guayana francés
México
Panamá
Perú
Venezuela

Europa

Bélgica
Bulgaria
Chipre
Dinamarca
Eslovenia
España
Estonia
Francia
Hungría
Irlanda
Islandia
Italia
Letonia
Lituania
Luxemburgo
Macedonia
Noruega
Países Bajos
Polonia
Portugal
Reino Unido
República Checa
Rumanía
Rusia
Serbia
Suecia
Suiza
Turquía

África y Oriente Medio

Arabia Saudita
Argelia
Egipto
Emiratos Árabes Unidos
Jordania
Kuwait
Marruecos
Omán
Qatar
Sudáfrica
Túnez

Asia

Corea del Sur
Filipinas
Hong Kong
India
Indonesia
Japón
Macao
Malasia
Pakistán
Singapur
Tailandia
Taiwán
Vietnam

Oceanía

Australia
Nueva Zelanda

www.freyssinet.com

