



METHOD STATEMENT

Aplicación de ánodos híbridos para protección mediante Sika® FerroGard® Duo

03/18 / VER.: 1 / SIKA S.A.U. / B. JIMÉNEZ

REFURBISHMENT

ÍNDICE

1	OBJETO DEL DOCUMENTO	3
2	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA	3
2.1	REFERENCIAS	3
2.2	LIMITACIONES	3
3	PRODUCTOS	4
3.1	ALMACENAMIENTO DE MATERIAL	4
4	SEGURIDAD Y SALUD	4
4.1	EVALUACIÓN DE RIESGOS	4
4.2	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	4
4.3	PRIMEROS AUXILIOS	5
5	MEDIO AMBIENTE	5
5.1	LIMPIEZA DE EQUIPOS / EQUIPAMIENTO	5
5.2	ELIMINACIÓN DE RESIDUOS	5
6	ACTUACIÓN PRELIMINAR	5
7	INSTALACIÓN	6
8	INFORMACIÓN ADICIONAL	8
9	LIMITACIONES	9
10	CROQUIS TÍPICOS	10
11	NOTAS LEGALES	10

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

1 OBJETO DEL DOCUMENTO

Este método de ejecución describe paso por paso el procedimiento de aplicación de los ánodos híbridos de protección catódica **Sika® FerroGard® Duo**.

2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

Sika® FerroGard® Duo es un ánodo híbrido de doble tecnología basado en el uso de un metal de sacrificio, tanto como parte de una corriente impresa, o como ánodo de sacrificio en sí. Inicialmente, una corriente impresa se impulsa desde los ánodos **Sika® FerroGard® Duo**, utilizando una fuente de alimentación temporal. De esta forma, la corrosión se desplaza a la superficie de los ánodos instalados. Esto es debido a que se genera una corriente inhibidora en el acero, desplazando los iones cloruro a los ánodos instalados. Al final del tratamiento de corriente impresa, los ánodos **Sika® FerroGard® Duo** se conectan al acero, actuando como ánodos de sacrificio a largo plazo.



Figura 1: Sika® FerroGard®-310 Duo



Figura 2: Sika® FerroGard®-315 Duo



Figura 3: Sika® FerroGard®-320 Duo



Figura 4: Sika® FerroGard®-325 Duo



Figura 5: Sika® FerroGard®-330 Duo

2.1 REFERENCIAS

Este método de ejecución ha sido escrito de acuerdo con las recomendaciones contenidas en la Norma Europea EN 12696:2012 y CEN/TS 14038-2:2012(E).

2.2 LIMITACIONES

- Los productos se emplearán únicamente para el uso para el que han sido diseñados.
- Las diferencias que haya con los productos locales pueden desembocar en aplicaciones distintas. Prevalecerá la versión más moderna de la Hoja de producto correspondiente.
- Para detalles o información específica, así como información del proyecto, revise la documentación del Ingeniero, Arquitecto o especialista, así como sus especificaciones, croquis, etc.
- **El diseño de la solución mediante Sika® FerroGard® Duo debe ser realizada por un técnico competente.**
- Todos los trabajos serán aprobados por un técnico competente.

Método de ejecución

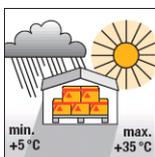
Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

3 PRODUCTOS

Nombre de los productos SIKA	Dimensiones	Dimensiones del taladro
Sika® FerroGard®-310 Duo	37 mm L x 18 mm Ø	60 mm L x 30 mm Ø
Sika® FerroGard®-315 Duo	77 mm L x 18 mm Ø	100 mm L x 30 mm Ø
Sika® FerroGard®-320 Duo	110 mm L x 18 mm Ø	130 mm L x 30 mm Ø
Sika® FerroGard®-325 Duo	165 mm L x 18 mm Ø	185 mm L x 30 mm Ø
Sika® FerroGard®-330 Duo	220 mm L x 18 mm Ø	250 mm L x 30 mm Ø

3.1 ALMACENAMIENTO DE MATERIAL



Los materiales se almacenarán debidamente en los embalajes originales, sellados, sin daños, fresco y seco. Consulte la información más específica contenida en la hoja de datos del producto al respecto de las temperaturas máximas y mínimas. No permita el contacto con materiales oxidantes. Proteger de la humedad.

Los envoltorios de plástico solo deben abrirse cuando se vaya a emplear el producto, y guardarlos si no van a emplearse. El gel de sílice no debe ser retirado del embalaje.

4 SEGURIDAD Y SALUD

4.1 EVALUACIÓN DE RIESGOS



Será necesario evaluar los riesgos de las actividades a realizar, así como el estado original de la estructura.

Las estructuras y plataformas temporales serán áreas, seguras y estables para trabajar. No se tomarán riesgos innecesarios.

4.2 EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL



Trabaja seguro!

Deberán llevarse siempre zapatos de seguridad, guantes y otras protecciones adecuadas para la piel.

Lávese minuciosamente las manos con jabón después de manipular los productos y antes de consumir alimentos.

CONSÚLTASE LA HOJA DE SEGURIDAD PARA INFORMACIÓN DETALLADA DEL MATERIAL

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

4.3 PRIMEROS AUXILIOS



Sika® FerroGard® Duo es de uso seguro. Sin embargo, debe manejarse con cuidado al emplear otros productos como morteros.

PARA INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA HORA DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

5 MEDIO AMBIENTE

5.1 LIMPIEZA DE EQUIPOS / EQUIPAMIENTO

Todas las herramientas y equipamiento deberán limpiarse con agua inmediatamente después de su uso. Una vez endurecido, será necesario eliminarlo por medios mecánicos.

5.2 ELIMINACIÓN DE RESIDUOS



No se verterán materiales sobrantes en desagües. Evite el vertido en el suelo o en canales o alcantarillas. Deseche el material no deseado de manera responsable a través de un contratista autorizado en la gestión de residuos, de acuerdo con la legislación local y / o los requisitos de la autoridad regional.

PARA OBTENER INFORMACIÓN DETALLADA CONSULTE LA FICHA DE DATOS DE SEGURIDAD DEL MATERIAL

6 ACTUACIÓN PRELIMINAR

La estructura debe evaluarse antes de la aplicación de los ánodos de sacrificio, de la siguiente manera:

- 1 Revisión de todos los registros disponibles: croquis, dibujos, planos, etc, así como toda la información, la cual deberá ser tomada en cuenta y revisada, así como la relativa a la localización, cuantía, naturaleza y calidad de la estructura de hormigón.
- 2 La continuidad del acero deberá ser comprobado en obra mediante la medición de la resistencia entre barras de acero en puntos remotos de la estructura, y entre barras expuestas durante las actuaciones de reparación u otros trabajos siguiendo el método y la aceptación según los criterios de la norma EN 12696:2012. Estas medidas incluirán:
 - a. La continuidad entre elementos de la estructura.
 - b. La continuidad de elementos metálicos, aparte del acero. Otros elementos externos metálicos, al menos deberán ser aislados durante la corriente inicial, para evitar que interfieran.
- 3 Deberán comprobarse las secciones y la localización de las barras de acero, y comprobar la posición de las mismas mediante croquis. Igualmente, se anotará su posición en caso de no coincidir con la posición teórica inicial.
- 4 El hormigón de recubrimiento del área en la que se va actuar deberá tener al menos 20 mm para garantizar al menos ese espesor a los nuevos ánodos.

Confirme que el espesor de la estructura a tratar es suficiente para el tamaño del ánodo que se instalará, antes de la instalación (el espesor de la estructura debe ser de al menos 30 mm más que la profundidad del orificio que se va a perforar). Si este no es el caso, se considerará emplear Sika® FerroGard® -316 Duo TS.

- 5 La estructura deberá ser evaluada para evitar la presencia de corrientes parásitas. En caso de producirse, se tomarán medidas correctoras por parte de un ingeniero o técnico eléctrico competente.

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

7 INSTALACIÓN

1. Confirme la continuidad del acero en las zonas en las que se va a tratar.

2. Analice el acero de la siguiente manera:

- Indique la posición de las barras en superficie.
- Indique la localización para las unidades de **Sika® FerroGard® Duo**.
Confirme que el espesor de la estructura es suficiente, tal y como se indica en la página anterior.
- Indique la localización para las rozas mediante dibujos.
- Marque la localización de los electrodos de referencia.
- Indique la localización para los ánodos **Sika® FerroGard® Duo** de referencia, si van a emplearse.
- Indique la posición de la caja de conexión (si se va a emplear).
- Marque la posición de los alimentadores temporales.

3. Taladre perforaciones de 30 mm de diámetro en las localizaciones indicadas en el punto anterior.

4. Realice cortes de 4 mm de ancho y 15 mm de profundo, entre las perforaciones. Asegúrese que no queda acero expuesto para evitar cortes eléctricos.

Realice cortes adicionales para los cables referidos en el apartado 2 anterior.

Todos los orificios y cortes deberán ser limpiados y rellenos con la aplicación del mortero **Sika® FerroGard®-300 DuoCrete** y morteros de reparación **Sika®**.

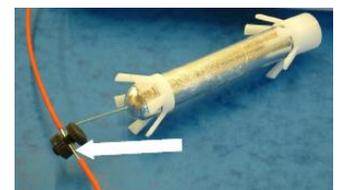
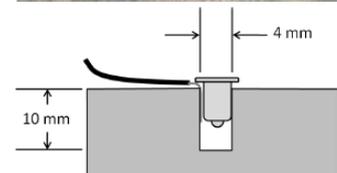
5. Realice las conexiones eléctricas al acero de la estructura, exponiendo primero el acero, taladrando un orificio de 4 mm y terminando la conexión con un alambre de titanio con remache de acero inoxidable de 3.2 mm de diámetro (al menos dos conexiones al acero por zona de ánodos).

6. Coloque los generadores temporales de energía.

7. Identifique la ubicación para los electrodos de referencia e instálelos en orificios de 105 mm de profundidad y 30 mm de diámetro en el hormigón. Haga retroceder el cableado en cortes de 20 mm de profundidad y 7 mm de ancho. Rellene con un mortero sin retracción

8. Pele el revestimiento de alambre de titanio con un pelacables, sólo en el punto en el que se fijarán los ánodos. Preconecte las unidades **Sika® FerroGard® Duo** al cable del alimentador de titanio, empleando los conectores de tornillo de plástico, con las unidades **Sika® FerroGard® Duo** posicionadas en los orificios. Elimine el exceso de cable de **Sika® FerroGard® Duo** para garantizar la continuidad eléctrica. Los conectores del tornillo deben apretarse con la mano para verificar la resistencia eléctrica entre el cable primario de titanio y las unidades **Sika® FerroGard® Duo**.

9. Con las unidades **Sika® FerroGard® Duo** fijadas al cable alimentador, deben retirarse de los orificios antes de la aplicación del mortero **Sika® FerroGard®-300 DuoCrete**.

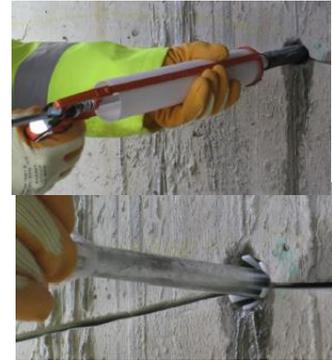


Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica **Sika® FerroGard® Duo**
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

10. Emplee una pistola de selladores y un extensor para acceder al fondo de la perforación, y aplique el mortero **Sika® FerroGard®-300 DuoCrete** en la perforación, a una profundidad inicial de ~50 mm desde la superficie del hormigón, retirando suavemente el extensor del orificio. Inserte el **Sika® FerroGard® Duo** en el mortero, por lo que debería sobresalir en torno a ~20 mm de la superficie.



Asegúrese de que no queda aire en el interior, y que el conector de plástico queda dentro del hormigón. **Sika® FerroGard® Duo** debe ser aplicado inmediatamente después de haber introducido el mortero **Sika® FerroGard®-300 DuoCrete**.

11. La instalación será supervisada mediante medidas del potencial eléctrico entre barras de acero y el **Sika® FerroGard® Duo**, usando un voltímetro de alta impedancia. El potencial deberá ser superior a 300 mV y estable

12. El orificio restante deberá ser rellenado con un mortero de reparación sin retracción, dentro de las 2 horas siguientes. Se debe verificar la instalación para evitar cortocircuitos, y éstos se rectifican inmediatamente. El resto de huecos y ranuras efectuadas pueden rellenarse con el mismo tipo de mortero.

13. Las unidades **Sika® FerroGard® Duo** estarán conectadas a una fuente de alimentación temporal de 12V. El cable de alimentación temporal estará conectado al terminal positivo, y el cable de acero al negativo. Esto debe completarse dentro de las dos horas siguientes a la instalación de las unidades. Asegúrese de que los cables sin protección se encuentran fuera del hormigón y que serán protegidos con cinta aislante.

14. Realice un control de la polaridad y registre los datos. El potencial de acero debe ser más negativo que el electrodo de referencia. En caso contrario, desconecte la corriente y busque asesoramiento profesional a través del contratista principal. Se registrarán los datos de polaridad en todas las zonas de aplicación de **Sika® FerroGard® Duo**. Registre el número de pruebas realizadas y detalle las zonas en las que se produjo lo anteriormente explicado.

Nota: Una forma de obtener la verificación de la polaridad es colocar un electrodo de referencia en la superficie adyacente a un **Sika® FerroGard® Duo**, y observar el cambio de potencial a medida que se aplica la corriente.

**** Nota:** El mortero **Sika® FerroGard®-300 DuoCrete** solo se aplicará y curará a temperaturas superiores a 5°C.



16. Active la fuente de alimentación por una semana.

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica **Sika® FerroGard® Duo**
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

Cada zona se registrará de la siguiente manera***;

Zona	Conexión a la fuente	Desconexión de la fuente	Voltaje diario (V)	Corriente diaria (mA)													
				1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7

***Esta información será entregada al cliente y a Sika.

Nota: Para determinar el voltaje de la batería o de la fuente de alimentación, use un voltímetro para leer directamente desde los terminales de la batería.

Un método típico para medir la corriente entregada desde la fuente de alimentación es medir la caída de voltaje a través de una resistencia de 0.1 R colocada en serie con el circuito

Después de 1 semana, desconecte los cables de los terminales positivo y negativo de la fuente de alimentación de 12V y conéctelos juntos dentro de la caja de conexiones

17. Las unidades de **Sika® FerroGard® Duo** están operativas ahora en modo galvánico.

18. Los cables del alimentador están enterrados en las rozas tras emplear un mortero de reparación o compuesto vertible como se especifica, que se puede curar de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

19. Limpie la zona.

20. La fase de instalación está ahora completada.

8 INFORMACIÓN ADICIONAL

Cualquier detalle inusual debe ser discutido con el Ingeniero y Sika antes de la instalación.

Supervisión del proceso

Inspección visual

Antes de que el sistema esté conectado a la fuente de alimentación de corriente impresa, la instalación y todos sus componentes deberán ser inspeccionados para verificar que están instalados y etiquetados perfectamente, así como protegidos de contaminación ambiental y humana, así como de daño a los animales.

Inspección rutinaria y mantenimiento

Debe llevarse al menos una vez al día durante la fase de corriente impresa. Además se comprobará lo siguiente:

Fase 1 – Corriente impresa

- 1) Confirmación de que las fuentes de alimentación de la batería funcionan correctamente y tienen suficiente capacidad de carga.
- 2) Medición de la entrega actual a cada zona de tratamiento.
- 3) Controles visuales del aislamiento del cable y las conexiones del ánodo, para confirmar su correcto funcionamiento.

Fase 2 – Corriente galvánica de protección

La confirmación de la actividad galvánica después de la primera fase del tratamiento de corriente impresa puede realizarse midiendo la corriente entre los ánodos **Sika® FerroGard® Duo** y el acero de refuerzo después de un período

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para protección galvánica Sika® FerroGard® Duo

03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

de 2 horas tras de la desconexión de la fuente de alimentación. Se observará una corriente de protección de los ánodos **Sika® FerroGard® Duo**.

Criterios de aceptación:

La eficacia inmediata y continua del sistema **Sika® FerroGard® Duo** se evaluará utilizando la medición de la velocidad de corrosión del acero.

Medición de la tasa de corrosión de acero

Este método usa la densidad de corriente aplicada de un segmento del sistema de ánodo y el cambio de potencial de acero logrado a partir de la aplicación de la corriente galvánica para calcular la velocidad de corrosión del acero de circuito abierto. El resto del sistema **Sika® FerroGard® Duo** debe permanecer conectado en el modo de ánodo de sacrificio para actuar como un anillo de protección para el grupo de ánodos **Sika® FerroGard® Duo**.

Pueden utilizarse distintas técnicas para medir las velocidades de corrosión del acero; la primera se identifica con el método de resistencia a la polarización y la segunda utiliza perturbaciones potenciales mayores (GK Glass, AC Roberts y N. Davison, (G.K. Glass, A.C. Roberts and N. Davison, 'Criteria for novel electrochemical treatments of steel in concrete', Proceedings of the 7th International Conference on Concrete in Hot and Aggressive Environments, Volume 2, p.477-492, 13-15 October 2003).

Las tasas de corrosión inferiores a 1-2 mA / m² (menos de 1-2 μm de pérdida de sección de acero por año) se consideran en general como tasas insignificantes obtenidas en el acero pasivo. (Véase Corrosion, vol 55, 1999, pg 286).

9 LIMITACIONES

Para que se logre un flujo de corriente y una vida útil adecuados a partir de los ánodos **Sika® FerroGard® Duo**, se deben tener en cuenta ciertas consideraciones prácticas.

El recubrimiento del material de reparación del parche para la unidad **Sika® FerroGard® Duo** debe tener una profundidad mínima de 20 mm. Cuando se instala en una reparación de parche, la resistividad del material de reparación debe estar en el rango del 50-200% del hormigón original.

Cualquier acero discontinuo debe estar unido eléctricamente o eléctricamente aislado del sistema negativo.

Cualquier grieta o delaminación en el hormigón que afecte el flujo de la corriente iónica afectará el rendimiento de las unidades **Sika® FerroGard® Duo** y, por lo tanto, deberá pretratarse.

Durante la instalación, se deben evitar cortocircuitos eléctricos entre los ánodos **Sika® FerroGard® Duo** y otros componentes metálicos.

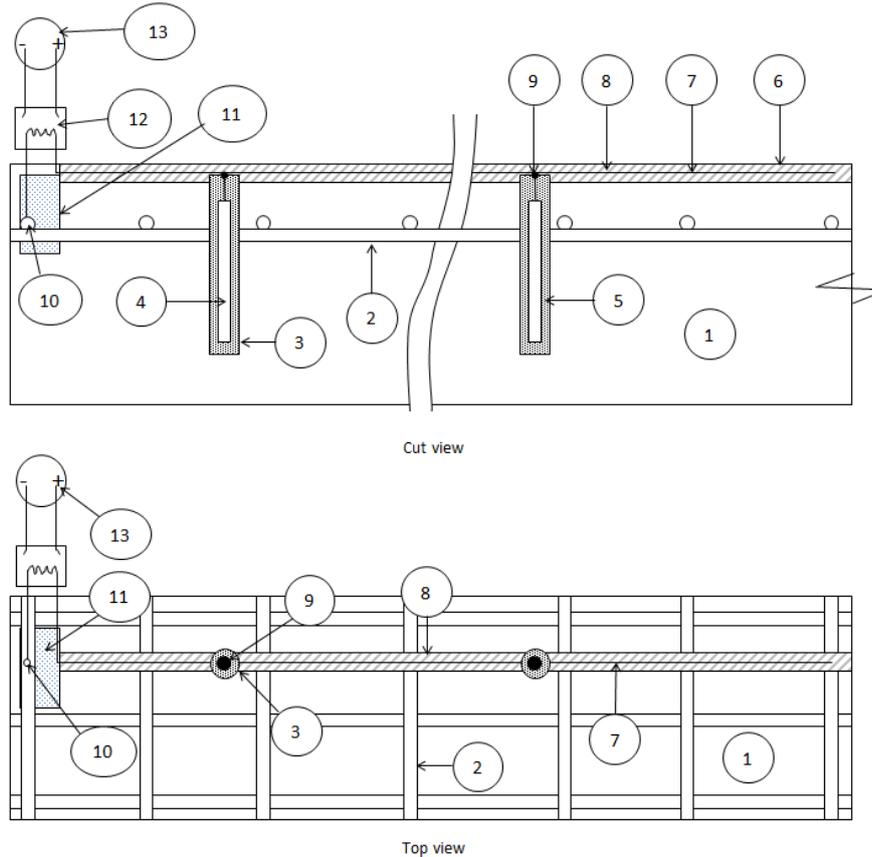
El tiempo para lograr la pasividad dependerá de las condiciones del sitio. La despolarización del acero tratado será más lenta en condiciones húmedas

Método de ejecución

Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT

10 CROQUIS TÍPICOS



1. HORMIGÓN
2. BARRA DE ACERO
3. PERFORACIÓN DE 105 mm DE PROFUNDIDAD, Y 30 mm DE DIÁMETRO
4. ÁNODO HÍBRIDO Sika® FerroGard® Duo
5. MORTERO Sika® FerroGard®-300 DuoCrete
6. CORTE DE 20 mm DE PROFUNDIDAD Y 5 mm DE ANCHO.
7. CABLE DE TITANIO
8. MORTERO DE REPARACIÓN SIN RETRACCIÓN TIPO Sika Sika® MonoTop-412 S
9. CONECTOR DEL ÁNODO/CABLE DE TITANIO
10. CONEXIÓN ENTRE LOS CABLES DE TITANIO Y LAS BARRAS DE ACERO
11. CAJA PARA LAS CONEXIONES DE LOS CABLES A LAS BARRAS
12. CAJA DE CONEXIÓN Y CENTRO DE DATOS
13. FUENTE TEMPORAL

11 NOTAS LEGALES

Las informaciones contenidas en este documento están dadas de buena fe, basadas en el conocimiento actual y la experiencia de Sika de los productos cuando son correctamente almacenados, manejados y aplicados, en situaciones normales, dentro de su vida útil, de acuerdo con las recomendaciones de Sika. La información se aplica únicamente a la (s) aplicación (es) y al (los) producto (s) a los que se hace expresamente referencia. En caso de cambios en los parámetros de la aplicación, como por ejemplo cambios en los soportes, etc., o en caso de una aplicación diferente, consulte el Servicio Técnico de Sika previamente a la utilización de los productos Sika. La información aquí contenida no exonera al usuario de ensayar los productos para la aplicación y la finalidad deseadas. Los pedidos son aceptados en conformidad con los términos de nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y Suministro. Los usuarios deben conocer y utilizar la versión última y actualizada de las Hojas de Datos de Productos, copias de las cuales se mandarán a quién las solicite.

Sika S.A.U.
Alcobendas
Madrid
Spain
www.sika.es

Version
B. Jiménez

Mail: jimenez.borja@es.sika.com

Método de ejecución
Aplicación de ánodos híbridos para
protección galvánica Sika® FerroGard® Duo
03/18, Ver.: 1

REFURBISHMENT