



La Reparación y Protección del Hormigón Armado con Sika®

De Acuerdo con las Normas
Europeas UNE-EN 1504



Innovation & Consistency | since 1910

Control de la Reparación de hormigón, Protección y

Índice de Contenidos

Las Normas Europeas UNE-EN 1504	3
Marcado CE	3
Las fases principales en el proceso de reparación y protección	4/5
Causa(s) habituales de los daños y deterioro en el Hormigón	6/7
Visión general de los principios de la reparación y protección del Hormigón	8-13
Principio 1: Protección contra la penetración (PI)	14-17
Principio 2: Control de Humedad (MC)	18/19
Principio 3: Restauración del Hormigón (CR)	20-23
Principio 4: Refuerzo Estructural (SS)	24-27
Principio 5: Resistencia al ataque físico (PR)	28/29
Principio 6: Resistencia a los productos químicos (RC)	30/31
Principio 7: Conservación o restauración del pasivado (RP)	32/33
Principio 8: Incremento de la resistividad (IR)	34/35
Principio 9: Control catódico (CC)	36/37
Principio 10: Protección catódica (CP)	36/37
Principio 11: Control de las áreas anódicas (CA)	38/39
Resumen: diagrama de flujo y fases del correcto procedimiento para la reparación y protección del hormigón	40/41
Selección de los Métodos para la reparación del hormigón	42/43
Selección de los Métodos para la protección del hormigón y de las armaduras	44/45
Evaluación, Certificados y Ensayos	46-49
Ejemplos de reparación y protección con sistemas Sika	50/51

Corrosión en Estructuras de Hormigón Armado

Normas Europeas Serie UNE-EN 1504

La Norma Europea UNE-EN 1504 consta de 10 partes.
Con estos documentos se definen los productos para la protección y reparación de estructuras de hormigón.
El control de calidad de la producción de los materiales de reparación y la evaluación de la ejecución de los trabajos de reparación están también definidos en las partes de esta norma.

UNE-EN 1504-1	Describe las definiciones y términos dentro de las Normas
UNE-EN 1504-2	Establece las especificaciones para los productos y sistemas de protección superficial del hormigón
UNE-EN 1504-3	Establece las especificaciones para la reparación estructural y no estructural
UNE-EN 1504-4	Establece las especificaciones para la adhesión estructural
UNE-EN 1504-5	Establece las especificaciones para la inyección del hormigón
UNE-EN 1504-6	Establece las especificaciones para los anclajes de armaduras de acero
UNE-EN 1504-7	Establece las especificaciones para la protección contra la corrosión de armaduras
UNE-EN 1504-8	Describe el control de calidad y la evaluación de la conformidad para los fabricantes
UNE-EN 1504-9	Define los principios generales de utilización de los productos y sistemas, para la reparación y protección del hormigón
UNE-EN 1504-10	Proporciona información sobre las aplicaciones de los productos y sistemas y control de calidad de los trabajos

Estos principios ayudarán a los fabricantes, ingenieros y aplicadores a completar con éxito los trabajos de reparación y protección en las diferentes estructuras de hormigón.

Marcado CE

La Norma Europea UNE-EN 1504 está en vigor desde el 1 de Enero de 2009. Las normas nacionales no armonizadas con la nueva norma UNE-EN 1504 han sido retiradas a finales del 2008 siendo el Marcado CE obligatorio.
Todos los productos utilizados para la reparación y protección del hormigón tienen que ser marcados de acuerdo con la parte correspondiente de la norma UNE-EN 1504. Este marcado CE contendrá la siguiente información - usando como ejemplo un mortero para reparación estructural:

 01234
Sika Schweiz AG Murtenstrasse 13, CH-3186 Düringen 08 01234-CPD-00234
EN 1504-3 Concrete Repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement) Compressive strength: class R3 Chloride ion content: $\leq 0,05\%$ Adhesive Bond: $\geq 1,5$ MPa Carbonation resistance: Passes Elastic modulus: 21 GPa Thermal compatibility part 1: $\geq 1,5$ MPa Capillary absorption: $\leq 0,5$ kg · m ⁻² · h ^{0,5} Dangerous substances: comply with 5.4 Reaction to fire: Euroclass A1

- Símbolo CE
- Número de identificación del organismo de certificación
- Nombre o marca distintiva y dirección registrada del fabricante
- Año en que se fijó el marcado
- Número del certificado
- Número de la Norma bajo la que se marca
- Descripción del producto
- Información sobre las características reglamentadas

Las fases principales en el proceso de Reparación y De acuerdo a la Norma Europea UNE-EN 1504

El éxito de la reparación y protección de las estructuras de hormigón que están dañadas o deterioradas, en primer lugar requiere la valoración profesional en una inspección apropiada.

En segundo lugar, el diseño, ejecución y una supervisión técnica correcta de los Principios y Métodos para el uso de los productos y sistemas de acuerdo con la Norma UNE-EN 1504-9.

Este folleto intenta proporcionar una guía para el correcto enfoque y procedimiento de los trabajos de reparación y protección del hormigón, incluyendo el uso de los Productos y Sistemas de Sika para la selección de los Principios y Métodos de reparación.

1

Evaluación de la estructura en la fase de inspección

La evaluación de los daños o deterioro de la estructura de hormigón armado en la fase de inspección debe ser realizado únicamente por personal cualificado.

Este proceso de evaluación debe siempre incluir los siguientes aspectos:

- El estado de la estructura: defectos visibles, no visibles y potenciales.
- Estudio de la exposición a la que ha estado sometida la estructura en el pasado, en la actualidad y en el futuro.

2

Identificación y Diagnóstico del Origen de las Causas del Deterioro

Seguidamente de revisar el diseño original, programa y métodos de construcción, y de la evaluación en la fase de inspección, si es posible, identificando el "origen de las causas" por separado, de cada zona dañada.

- Identificar defectos mecánicos, daños químicos y físicos del hormigón.
- Identificar daños en el hormigón debidos a la corrosión de las armaduras.



3

Determinar las Opciones y Objetivos de la Reparación y Protección

En la mayoría de las estructuras dañadas o deterioradas, el propietario tiene un número de opciones sobre las que decidirá la estrategia adecuada en la reparación y protección, conociendo los futuros requerimientos de la estructura.

Estas opciones incluyen:

- No hacer nada (durante un cierto período)
- Recálculo de la capacidad estructural, posiblemente dirigido a la disminución de la función de la estructura de hormigón.
- Prevención o reducción del deterioro futuro, sin mejorar la estructura de hormigón.
- Mejora, refuerzo o limpieza parcial o total de la estructura de hormigón.
- Reconstrucción total o parcial de la estructura de hormigón.
- Demolición parcial o total de la estructura de hormigón.

Factores importantes cuando consideremos estas opciones:

- Vida útil esperada después de la reparación y protección
- La durabilidad requerida, comportamiento y requerimientos
- Medio por el que las cargas serán transmitidas antes, durante y después de los trabajos de reparación.
- La posibilidad de trabajos de reparación adicionales en el futuro, incluyendo accesos y mantenimiento.
- Los costes de las opciones alternativas y posibles soluciones.
- Las consecuencias y probabilidad de fallos estructurales.
- Las consecuencias y probabilidad de fallo parcial (desprendimientos de hormigón, entrada de agua, etc.)

Y medioambientalmente:

- La necesidad de protección del sol, lluvia, helada, sales u otros contaminantes durante los trabajos.
- El impacto ambiental, o restricciones en el desarrollo del trabajo, particularmente ruido y polvo, más el tiempo necesario para realizar el trabajo.
- El probable impacto ambiental y estético de la apariencia mejorada o reducida de las distintas soluciones u opciones alternativas de reparación.

4

Selección de los Métodos y Principios Apropriados para la Reparación

Para cumplir con los futuros requerimientos del propietario, se deberán seleccionar los Principios apropiados para la Reparación y Protección, y después el mejor método para lograr cada principio.

Estos deberían ser:

- Apropriadas a las condiciones y requerimientos, p.ej. Principio 3 Restauración del Hormigón
- Apropriados a los futuros requerimientos y principios relevantes, p.ej. Método 3.1. Aplicación manual del mortero de reparación o 3.2. Relleno con hormigón.

Definición y especificación de las propiedades de los productos y sistemas adecuados

La selección de los Principios y Métodos para la Reparación y Protección, y las prestaciones requeridas de los productos adecuados se definen de acuerdo con las Partes 2 a 7 de UNE-EN 1504 y con la Parte 10: Aplicación de Productos y Sistemas y Control de Calidad de los Productos.

Es importante que todos los trabajos de evaluación y especificación no sólo consideren las prestaciones de los productos a largo plazo, sino que los materiales de reparación propuestos no tengan reacciones físicas o químicas adversas con otros productos o sistemas, o con las estructuras de hormigón.

El trabajo debería ser ejecutado con productos y sistemas que cumplan con la Parte pertinente de la Norma UNE-EN 1504, por ej. Tabla 3 de UNE-EN 1504-3, punto 7: Compatibilidad térmica, Parte 1 Hielo-Deshielo, etc.

Las condiciones y limitaciones de aplicación para cada tipo de material están también especificadas en la Parte 10 de UNE-EN 1504. En algunos casos, se requieren sistemas y tecnologías innovadoras, no incluidas en la norma UNE-EN 1504, por ejemplo, para solucionar problemas y requerimientos específicos, resolver conflictos con restricciones ecológicas o cumplir regulaciones locales frente al fuego.

5

Mantenimiento futuro

Se deben definir las instrucciones para los futuros trabajos de mantenimiento e inspección necesarios durante la vida en servicio de la estructura.

Los registros completos de todos los materiales utilizados se deberían tener disponibles, para posibles trabajos futuros, al final de cada proyecto, incluyendo:

- ¿Cuál es la vida esperada, y cuál es el modo y resultado del deterioro probable de los materiales seleccionados, p.ej. decoloración, deslaminación...?
- ¿Cuál es el periodo de inspección estructural?
- ¿Qué preparación de las superficies y sistemas de acceso serán requeridas para realizar los trabajos necesarios y cuando?
- ¿Se requiere control de la corrosión?
- ¿Quién es el responsable de organizar y asumir el coste de los trabajos y cuando?

Causa(s) habituales de los daños y deterioro del Hormigón

Evaluación de la fase de inspección y de los Resultados

Defectos y Daños en el Hormigón



Ataque mecánico

Causas

Impacto
Sobrecargas
Movimientos
Vibraciones
Terremotos
Explosiones

Principios aplicables para reparar y proteger

Principios 3, 5
Principios 3, 4
Principios 3, 4
Principios 3, 4



Ataque químico

Causas

Reacciones álcali-árido
Exposición química agresiva
Acciones biológicas o bacteriológicas
Eflorescencias
Filtraciones

Principios aplicables para reparar y proteger

Principios 1, 2, 3
Principios 1, 2, 6
Principios 1, 2, 6
Principios 1, 2



Ataque físico

Causas

Acción hielo/deshielo
Cambios térmicos
Cristalización de sales
Retracción
Erosión
Abrasión y desgaste

Principios aplicables para reparar y proteger

Principios 1, 2, 3, 5
Principios 1, 3
Principios 1, 2, 3
Principios 1, 4
Principios 3, 5
Principios 3, 5



hormigón

de la Diagnósis del Laboratorio

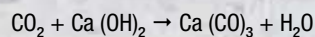


Daños en el hormigón debido a la corrosión de armaduras

Ataque químico

Causas

El Dióxido de Carbono (CO_2) de la atmósfera reacciona con el Hidróxido de Calcio presente en el hormigón.



Soluble y fuertemente alcalina pH 12-13 →

Casi insoluble y mucho menos alcalina pH 9

Acero protegido (Pasivación) →
Acero sin protección

Principios relevantes para reparar y proteger

Principales 1,2,3,7,8,11



Contaminantes corrosivos p.e. Cloruros

Causas

Los cloruros aceleran el proceso de corrosión y pueden provocar daños de corrosión por "picaduras"

Una concentración por encima del 0.2-0.4% de cloruros en el hormigón puede provocar la destrucción de la capa pasivante de la superficie del acero

Los cloruros son típicos en ambientes marinos, y/o sales de deshielo

Principios aplicables para reparar y proteger

Principales 1,2,3,7,8,9,11



Corrientes eléctricas erráticas

Causas

Metales de diferente potencial eléctrico se conectan en el hormigón y se produce la corrosión

La corrosión puede ser debida a corrientes eléctricas erráticas desde una fuente suministradora y transmitida por la red

Principios aplicables para reparar y proteger

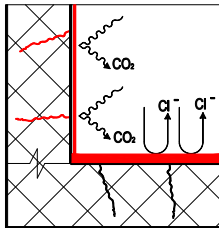
No definidos
Para reparación del hormigón usar los Principios 2, 3, 10



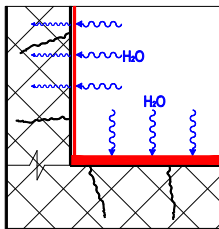
Visión General de los Principios de la Reparación y

La reparación y protección de estructuras de hormigón requiere una compleja evaluación y diseño. Para la introducción y definición de los Principios claves para la Reparación y Protección, la norma UNE-EN 1504-9 ayuda a los usuarios y profesionales de la construcción a comprender los problemas y soluciones de las diferentes fases del proceso.

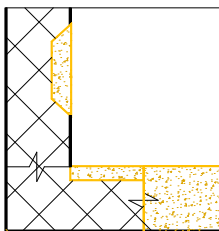
Los principios relativos a los defectos en el Hormigón



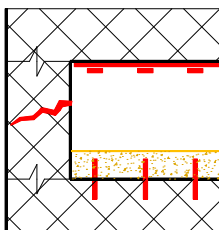
Principio 1 (PI)
Protección contra la penetración



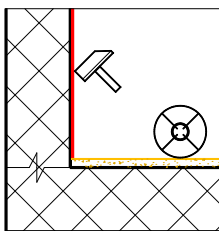
Principio 2 (MC)
Control de Humedad



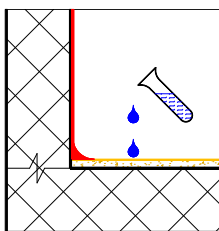
Principio 3 (CR)
Restauración del hormigón



Principio 4 (SS)
Refuerzo estructural



Principio 5 (PR)
Resistencia al ataque físico



Principio 6 (RC)
Resistencia a productos químicos

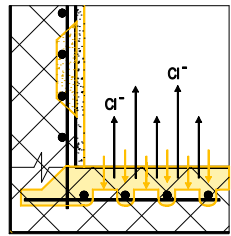


Protección del Hormigón de Acuerdo a UNE-EN 1504-9

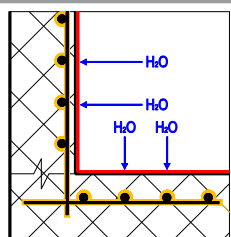


Los principios relativos a la protección frente a la corrosión

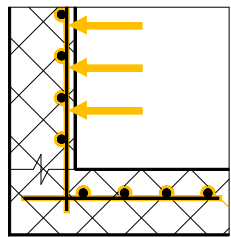
Principio 7 (RP)
Conservación o restauración del pasivado



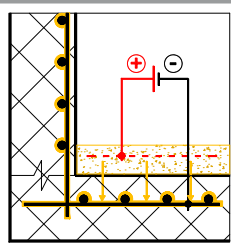
Principio 8 (IR)
Incremento de la Resistividad



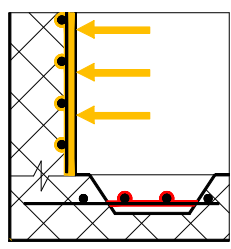
Principio 9 (CC)
Control catódico



Principio 10 (CP)
Protección catódica



Principio 11 (CA)
Control de áreas anódicas



Los Principios de Reparación y Protección del Hormigón

¿Por qué los Principios?

Durante muchos años los diferentes tipos de daños y las principales causas de éstos han sido bien conocidos, e igualmente se han establecido los métodos para la correcta reparación y protección. Todo este conocimiento y experiencia, resumido y clarificado, se expone en los 11 Principios en la norma UNE-EN 1504, Parte 9. Esto permite al ingeniero la correcta reparación y protección de todos los daños potenciales que puedan ocurrir en las estructuras de hormigón armadas. Los Principios del 1 al 6 definen los defectos en el propio hormigón; los Principios del 7 al 11 definen los daños debidos a la corrosión de armaduras.

La Unión Europea introdujo la Norma UNE-EN 1504 de obligado cumplimiento el 1 de Enero del 2009. Estas Normas definen los trabajos de evaluación y diagnóstico requeridos, los productos necesarios y los sistemas incluyendo su comportamiento, los procedimientos alternativos y métodos de aplicación, junto con el control de calidad de los materiales y los trabajos.

El Uso de los Principios de la UNE-EN 1504

Para asistir a los usuarios, ingenieros y aplicadores con la correcta selección de los Principios, Métodos y por consiguiente los productos adecuados para la Reparación, junto con su especificación y uso, Sika ha desarrollado un sistema de metodología útil y esquemático. Está diseñado para conocer los requerimientos individuales de una estructura, su exposición, y uso tal y como se ilustra en las páginas 42 a la 45 de este folleto.



Know-How de Sika



Soluciones Sika de acuerdo con UNE-EN 1504

Sika es un líder en tecnología y en el mercado global en el desarrollo y producción de productos y sistemas especializados para la construcción y la industria. La Reparación y Protección de estructuras de hormigón es una de las competencias fundamentales de Sika. La completa gama de productos de Sika incluye aditivos de hormigón, resinas para pavimentos y sistemas de revestimiento, todo tipo de soluciones de impermeabilización, sellado, pegado, sistemas de refuerzo así como otros materiales desarrollados específicamente para el uso en la reparación y protección de estructuras de hormigón armado. Todos esos sistemas tienen numerosas certificaciones nacionales e internacionales y los productos Sika están disponibles en todo el mundo a través de las compañías locales de Sika y por nuestros aplicadores especializados y almacenes de distribución.

Durante los últimos 100 años, Sika ha conseguido una amplia experiencia y pericia en la reparación y protección del hormigón con referencias documentadas desde el año 1920. Sika proporciona todos los productos necesarios para la correcta reparación y protección del hormigón en términos técnicos, todo de acuerdo a los Principios y Métodos definidos en la Norma Europea UNE-EN 1504. Estos sistemas incluyen la reparación de daños y defectos en el hormigón y también la reparación de los daños causados por la corrosión de armaduras. Los productos y sistemas Sika están disponibles para usos en tipos de estructuras específicas y en reparación general del hormigón en todos los climas y condiciones de exposición.



Visión General de los Principios y Métodos de Reparación y Protección de la UNE-EN 1504-9

Las tablas 1 y 2 incluyen todos los Principios y Métodos de Reparación de acuerdo con la Parte 9 de la UNE-EN 1504.

Después de la evaluación en la fase de inspección y de la diagnosis de las causas habituales del daño, junto con los propios objetivos y requerimientos de la reparación, se pueden seleccionar los Principios y Métodos apropiados de la norma UNE-EN 1504.

Tabla 1: Principios y Métodos relativos a los defectos del hormigón

Principio	Descripción	Método	Solución Sika
Principio 1 (PI)	Protección contra la penetración Reducción o prevención de la entrada de agentes adversos p.e. agua, otros líquidos, vapor, gas, agentes químicos y biológicos	1.1 Impregnaciones Hidrófobas	Gama Sikagard® de impregnaciones hidrófobas
		1.2 Impregnaciones	---
		1.3 Revestimientos	Gama Sikagard® de revestimientos elásticos y rígidos Gama Sikafloor® de aplicación para pavimentos
		1.4 Fisuras con vendaje local	Sistema Sikadur®-Combiflex® y Sika® SealTape®
		1.5 Relleno de fisuras	Sistemas Sika® Inyección® , gama Sikadur®
		1.6 Continuidad de las fisuras a través de las juntas	Gama Sikaflex® , Sistema Sikadur® Combiflex®
		1.7 Levantamiento de paneles exteriores	Sistema SikaTack®-Panel
		1.8 Aplicación de membranas	Gama Sikaplan® , Membranas Líquidas Sikalastic®
Principio 2 (MC)	Control de la Humedad Ajuste y mantenimiento del contenido de humedad en el hormigón dentro de un intervalo de valores especificado	2.1 Impregnaciones Hidrófobas	Gama Sikagard® de impregnaciones hidrófobas
		2.2 Impregnaciones	---
		2.3 Revestimiento superficial	Gama Sikagard® de revestimientos elásticos y rígidos Gama Sikafloor® para aplicación en pavimentos
		2.4 Levantamiento de Paneles exteriores	Sistema SikaTack®-Panel
		2.5 Tratamiento electroquímico	Un proceso
Principio 3 (CR)	Restauración del hormigón Restauración del hormigón original de un elemento de la estructura a la forma y función especificada originalmente. Restauración de la estructura de hormigón por sustitución parcial	3.1 Aplicación manual del mortero	Gamas Sika MonoTop® y SikaTop®
		3.2 Relleno con hormigón y mortero	Sika MonoTop®, Sikacrete® SCC (hormigón autocompactable)
		3.3 Proyección de hormigón y mortero	Sika MonoTop®
		3.4 Reemplazo elementos	Imprimaciones de adherencia y tecnologías de hormigón Sika

Principio 4 (SS)	Refuerzo estructural Incremento o restauración de la capacidad portante de un elemento de la estructura de hormigón	4.1. Adición ó reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores. 4.2. Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón. 4.3. Adhesión de chapas. 4.4. Adición de mortero u hormigón 4.5. Inyección de fisuras, huecos o intersticios. 4.6. Relleno de fisuras, huecos e intersticios. 4.7. Pretensado (Post-tesado)	Gama Sikadur® Gama Sika® AnchorFix® y Sikadur® Combinación de sistemas adhesivos Sikadur® con Sika® Carbodur® y SikaWrap® Productos Sika de pegado, morteros de reparación y tecnología del hormigón Sistemas Sika Inyección Sistemas Sika Inyección Sistemas Sika® CarboStress® y Sistema LEOBA SLC
Principio 5 (PR)	Resistencia al ataque físico Incremento de la resistencia al ataque físico o mecánico	5.1. Capas o Revestimientos 5.2. Impregnación 5.3. Adición de mortero u hormigón	Gama de revestimientos Sikagard® , Sistemas Sikafloor® --- Como para los Métodos 3.1, 3.2 y 3.3
Principio 6 (RC)	Resistencia a productos químicos Incremento de la resistencia de la superficie del hormigón al deterioro por ataque químico	6.1. Capas o Revestimientos 6.2. Impregnación 6.3. Adición de mortero u hormigón	Gama de revestimientos reactivos Sikagard® y Sikafloor® --- Como para los Métodos 3.1, 3.2 y 3.3

Tabla 2: Principios y Métodos relativos a la corrosión de la armadura

Principio	Descripción	Método	Solución Sika
Principio 7 (RP)	Conservación o restauración del pasivado Creación de las condiciones químicas en las que la superficie de la armadura se mantenga o retorne a las condiciones de pasivado	7.1. Incremento del recubrimiento de la armadura con mortero de cemento u hormigón adicional 7.2. Reemplazo del hormigón contaminado o carbonatado. 7.3. Realcalinización del hormigón contaminado o carbonatado 7.4. Realcalinización del hormigón carbonatado por difusión 7.5. Extracción electroquímica de los iones cloruro	Gama Sika® MonoTop®, SikaTop®, Sikacrete® y Sika® EpoCem® Como para los Métodos 3.2., 3.3, 3.4 Gama Sikagard® para tratamiento posterior Gama Sikagard® para tratamiento posterior Gama Sikagard® para tratamiento posterior
Principio 8 (IR)	Incremento de la resistividad Incremento de la resistividad eléctrica del hormigón	8.1. Impregnación hidrofóbica 8.2. Impregnación 8.3. Revestimiento superficial	Gama Sikagard® de impregnación hidrófuga --- Como para el Método 1.3.
Principio 9 (CC)	Control Catódico Creación de las condiciones para que las áreas potencialmente catódicas de la armadura hagan imposible alcanzar una reacción anódica	9.1. Limitación del contenido de oxígeno (en el cátodo) por saturación o revestimiento superficial	Aditivo Sika® FerroGard® y aplicación superficial de inhibidores de corrosión Sikagard® y Gama de revestimientos reactivos Sikafloor® .
Principio 10 (CP)	Protección Catódica	10.1 Aplicación de un potencial eléctrico	Revestimiento con Morteros Sika
Principio 11 (CA)	Control de áreas anódicas Creación de las condiciones para que las áreas potencialmente anódicas de la armadura hagan imposible alcanzar una reacción de corrosión	11.1 Pintado de la armadura con revestimientos que contengan pigmentos activos 11.2 Pintado de la armadura con revestimiento barrera 11.3 Aplicación de inhibidores de corrosión al hormigón	SikaTop®, Sika® MonoTop®, Sikadur® Primer EG (Phosphate) Sikadur-32® Aditivos Sika® FerroGard® e inhibidores de corrosión aplicados superficialmente

UNE-EN 1504 Principio 1: Protección Contra la Penetración

Protección superficial del hormigón contra la penetración

Una gran cantidad de los daños en el hormigón son el resultado de la penetración de sustancias en el hormigón, incluyendo tanto líquidos como gases. El Principio 1 (PI) trata de como prevenir esta entrada de sustancias e incluye los Métodos para reducir la permeabilidad y porosidad de las superficies de hormigón ante estos materiales.

La selección del método más apropiado depende de diferentes parámetros, incluyendo tipo de material dañado, la calidad del hormigón existente y su superficie, el objetivo de los trabajos de reparación y protección y la estrategia de mantenimiento.

Sika fabrica una completa gama de impregnaciones, impregnaciones hidrófobas, revestimientos especializados para el uso en la protección del hormigón de acuerdo con los Principios y Métodos de la Norma UNE-EN 1504.

Métodos

Fotos

Método 1.1 Impregnaciones Hidrófobas



Método 1.2. Impregnación



Método 1.3. Revestimiento superficial con, o sin, capacidad de puenteo de fisuras



Método 1.4. Fisuras con vendaje local



* Esta tabla continua en la página 16 y 17.

Impregnación (PI) de Líquidos y Gases

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Una impregnación hidrófuga se define como un tratamiento del hormigón que genera una superficie repelente al agua. La red de poros y capilares está revestida pero éstos no están rellenos. Su función es reducir la tensión superficial del agua, previniendo que pase a través de los poros, pero permitiendo la difusión del vapor.	Penetración: Clase I: <10 mm Clase II: ≥10 mm Absorción capilar: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Coefficiente de desecación	Gama Sikagard®-700 ■ Impregnaciones hidrófobas a base de silanos o siloxanos. ■ Penetración profunda y genera una superficie repelente al agua. Sikagard®-700 S (Clase I)
Impregnación se define como tratamiento del hormigón para reducir la porosidad superficial y reforzar la superficie. Los poros y capilares se rellenan total o parcialmente. Este tipo de tratamiento crea normalmente una película de entre 10 y 100 micras de espesor sobre la superficie. Esto bloquea la entrada de agentes agresivos.	Profundidad de penetración: ≥5 mm Absorción capilar: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$	
Revestimientos se definen como los materiales diseñados para proporcionar una capa superficial en el hormigón, para incrementar la resistencia o comportamiento contra agentes externos. Pueden reparar fisuras superficiales con movimientos de hasta 0.3 mm, queden selladas y pueden absorber movimientos mediante revestimientos elásticos y con capacidad de puentear fisuras, los cuales son también impermeables y resistentes a la carbonatación. Se adaptará a movimientos térmicos y dinámicos en estructuras con fluctuaciones de temperaturas, vibraciones o que se han construido con un número inadecuado e insuficiente de detalles.	Resistencia a Carbonatación: $S_d > 50 \text{ m}$ Absorción capilar: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Permeabilidad al vapor de agua: Clase I: $S_d < 5 \text{ m}$ Adhesión: Elástico: $\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$ or $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico) Rígido: $\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$ or $\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico)	Sistemas rígidos: Sikagard®-670 W ElastoColor ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable Sistemas elásticos: Sikagard®-550 W Elastic ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable, puenteo de fisuras Sikagard®-545 WE Elastofill ■ Resina acrílica de un componente ■ Elástica
Aplicación local del material adecuado para prevenir la entrada de agentes agresivos en el hormigón	Criterio no especificado	Sistema Sikadur®-Combiflex® E ■ Extremadamente flexible ■ Resistencia térmica y al agua ■ Excelente Adherencia Sika® SealTape-S ■ Alta elasticidad ■ Impermeable

UNE-EN 1504 Principio 1: Protección Contra la Penetración

Protección superficial del hormigón contra la penetración

Todos los trabajos de protección del hormigón deben de tener en cuenta el tamaño de las juntas y fisuras existentes en él. Esto implica, investigar sobre la naturaleza y causas, entendiendo la magnitud de algún movimiento en el soporte y su efecto en la estabilidad, durabilidad y función de la estructura, así como la evaluación del riesgo de la aparición de nuevas fisuras como resultado de alguna junta reparada o del tratamiento de reparación.

Si la fisura tiene implicaciones en la integridad y seguridad de la estructura, se debe seguir el Principio 4 Refuerzo estructural, Método 4.5 y 4.6 en las páginas 24/25. Esta decisión corresponde siempre al ingeniero estructural. Algunos tratamientos superficiales pueden aplicarse con éxito.

Métodos

Fotos

Método 1.5. Relleno de fisuras



Método 1.6 Continuidad de las fisuras a través de las juntas



Método 1.7 Levantamiento de Paneles exteriores



Método 1.8 Aplicación de membranas



ación (PI)

de Líquidos y Gases (continuación)

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Las fisuras serán tratadas para prevenir la entrada de agentes agresivos, mediante el relleno y sellado Fisuras sin movimiento - Estas pueden aparecer por retracción, por ejemplo, sólo necesitarían ser rellenadas y reparadas con un material adecuado.	Clasificación del material de inyección: F: Fuerza de transmisión D: Ductilidad S: Expansión	Reparación de fisuras estructurales y huecos: Clase F: Sikadur® Sellado impermeable de juntas/Fisuras/ huecos Clase D: Sika® Inyección-201 Clase S: Sika® Inyección-304
Las fisuras a tratar sometidas a movimiento deben ser reparadas en toda su longitud con la profundidad adecuada de reparación y para alojar dichos movimientos. Las fisuras (juntas) se deben rellenar, sellar o recubrir con un material elástico o flexible adecuado. La decisión de transformar una fisura en una junta con movimiento debe ser realizado por un ingeniero estructural.	Criterio no especificado	Gama Sikaflex® PU y AT ■ Poliuretanos de un componente ■ Polímeros AT ■ Alta capacidad de movimiento ■ Excelente durabilidad Sistema Sikadur®-Combiflex® ■ Extremadamente flexible ■ Resistencia al agua y al ambiente ■ Excelente adherencia
Protección de la superficie de hormigón con Paneles exteriores. Los sistemas de fachadas ventiladas o similares, protegen la superficie de hormigón del ambiente exterior y de la entrada de agentes agresivos.	Criterio no especificado	Sistema SikaTack®-Panel ■ Para la “fijación secreta” de los sistemas de fachadas ventiladas ■ Poliuretano de un componente
Aplicación de una membrana prefabricada o membranas líquidas sobre la superficie del hormigón para protegerlo de la entrada o ataque de agentes dañinos.	Criterio no especificado	Membrana Sikaplan® ■ Impermeabilidad total de la superficie Membranas líquidas SikaLastic® ■ Impermeables ■ Prácticas para zonas de detalles complejos

UNE-EN 1504-9 Principio 2: Control de la Humedad

Ajuste y mantenimiento del contenido de humedad en el

En algunas situaciones, en las que hay riesgo de que se produzca la reacción árido-álcali, se deben proteger las estructuras de hormigón contra la penetración de agua.

Esto se puede conseguir mediante el uso de diferentes tipos de productos, incluyendo impregnaciones hidrófobas, revestimientos superficiales y tratamientos electroquímicos.

Durante muchos años, Sika ha sido uno de los pioneros en sistemas de protección del hormigón a través del uso de impregnaciones hidrófobas, en base silanos y siloxanos, resinas acrílicas y otro tipo de resinas basadas en revestimientos de protección.

Varios de ellos están ensayados y aprobados para el uso conjunto con las últimas técnicas de tratamiento electroquímico.

Todos los sistemas de Sika para el Método "Control de la Humedad" están definidos de acuerdo con los requerimientos de la norma UNE-EN 1504.

Métodos

Fotos

Métodos 2.1 Impregnaciones hidrófobas



Método 2.2 Impregnación



Método 2.3. Revestimiento superficial



Método 2.4. Levantamiento de Paneles exteriores



Método 2.5. Tratamiento electroquímico

(MC) hormigón

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Una impregnación hidrófuga se define como un tratamiento del hormigón que genera una superficie repelente al agua. La red de poros y capilares está revestida pero éstos no están rellenos. Su función es reducir la tensión superficial del agua, previniendo que pase a través de los poros, pero permitiendo la difusión del vapor.	Penetración: Clase I: < 10 mm Clase II : ≥ 10 mm Absorción Capilar: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$ Coefficiente de desecación	Sikagard®-700 S ■ Base silanos o siloxanos ■ Generar una superficie repelente al agua. Sikagard®-700 S (Clase I)
Impregnación se define como tratamiento del hormigón para reducir la porosidad superficial y reforzar la superficie. Los poros y capilares se rellenan total o parcialmente. Este tipo de tratamiento crea normalmente una película de entre 10 y 100 micras de espesor sobre la superficie. Esto bloquea la entrada de agentes agresivos.	Profundidad de penetración ≥ 5 mm Absorción Capilar: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$	
Revestimientos se definen como los materiales diseñados para proporcionar una capa superficial en el hormigón, para incrementar la resistencia o comportamiento contra agentes externos. Pueden reparar fisuras superficiales con movimientos de hasta 0.3 mm, queden selladas y pueden absorber movimientos mediante revestimientos elásticos y con capacidad de puentear fisuras, los cuales son también impermeables y resistentes a la carbonatación. Se adaptará a movimientos térmicos y dinámicos en estructuras con fluctuaciones de temperaturas, vibraciones o que se han construido con un número inadecuado e insuficiente de detalles.	Absorción Capilar: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$ Permeabilidad al vapor de agua Clase I: $S_d < 5 \text{ m}$ Adhesión: Elástico: $\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico) Rígido: $\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico)	Sistemas Rígidos: Sikagard®-670 W Elastocolor ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable Sistemas Elásticos: Sikagard®-550 W Elastic ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable, puenteo de fisuras Sikagard®-545 W Elastofill ■ Resina acrílica de un componente ■ Elástica
Mientras la superficie del hormigón no esté expuesta, el agua no puede penetrar y las armaduras no se corroerán	Criterio no especificado	Sistema SikaTack®-Panel ■ Para la discreta o "fijación secreta" de los sistemas de fachadas ventiladas ■ Poliuretano de un componente
Aplicación de una diferencia de potencial entre partes del hormigón para ayudar o evitar el paso del agua a través del hormigón.	Criterio no especificado	Esto es un proceso

UNE-EN 1504-9 Principio 3: Restauración del Hormi

Sustitución y Restauración del hormigón dañado

La selección del método apropiado para la sustitución y restauración del hormigón depende de un número de parámetros incluyendo:

- El alcance del daño (p.e. Método 3.1. Morteros de aplicación manual, para daños limitados son más económicos).
- Densidad de armado (p.e. Método 3.2. El vertido de hormigón o mortero es más habitual para una alta densidad de armado).
- Accesibilidad (p.e. Método 3.3. Hormigón o mortero proyectado por vía seca, será más adecuado para distancias largas entre las zonas a reparar y el punto de preparación).
- Cuestiones de Control de calidad (p.e. Método 3.3. Hormigón o mortero proyectado por vía húmeda, resulta más fácil el control de calidad de la mezcla).
- Cuestiones de Salud (p.e. Método 3.3. Proyección de hormigón o mortero: Por vía húmeda se reducirán la producción de polvo).

Métodos

Fotos

Método 3.1. Morteros de aplicación manual



Método .3.2 Relleno con hormigón o mortero



* Esta tabla continua en la página 22 y 23.

gón (CR)

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Tradicionalmente, la reparación localizada de los daños y defectos en el hormigón se realizaba con morteros de aplicación manual. Sika posee una amplia gama de morteros de aplicación manual, predosificados, para reparaciones en general y también para usos más específicos. Estos incluyen morteros aligerados para aplicación hacia arriba (por ejemplo en techos) y materiales resistentes químicamente para protección frente a gases y productos químicos agresivos.	Reparación estructural: Clase R4 Clase R3 Reparación no estructural: Clase R2 Clase R1	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 ■ Mortero de reparación de altas prestaciones ■ Retracción extremadamente baja. Clase R3: Sika® MonoTop®-352 ■ Retracción extremadamente baja ■ Mortero de reparación aligerado Clase R2: Sika® MonoTop®-211 FG ■ Mortero de reparación de rápido fraguado ■ Contiene inhibidor de corrosión (Tecnología FerroGard)
Las típicas reparaciones, que frecuentemente se describen como reparaciones mediante vertido o relleno, se emplean cuando se requiere regenerar grandes áreas y secciones de hormigón. Incluye el reemplazo total, o secciones considerables, parapetos en puentes de hormigón y balcones, etc. Este método es muy útil para secciones de soporte en estructuras complejas, tales como cabeceros, muelles y secciones de pilares, que a menudo presentan problemas de acceso y de densidad de armaduras. El criterio más importante para una aplicación exitosa de este tipo de producto es la fluidez y capacidad para rellenar los huecos alrededor del armado. Adicionalmente, a menudo se vierten en secciones gruesas sin fisuración por retracción. Esto asegura que se pueden rellenar los volúmenes deseados y áreas completamente, a pesar de las restricciones de acceso y los puntos de aplicación. Finalmente, deben también endurecer, proporcionando una superficie final adecuada, que esté confinada y sin fisuras.	Reparación estructural: Clase R4 Clase R3	Clase R4: Sika® MonoTop®-632/638 ■ Monocomponente ■ Fluido ■ Rápido endurecimiento

UNE-EN 1504-9 Principio 3: Restauración del Hormi

Sustitución y Restauración del hormigón dañado (continu

	Métodos	Fotos
	Método 3.3 Hormigón o mortero proyectado	
	Método 3.4. Reemplazo de elementos de hormigón	

gón (CR) ación

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
La proyección de materiales ha sido utilizada tradicionalmente para trabajos de reparación de hormigón. Útiles para grandes volúmenes, para proporcionar un recubrimiento adicional al hormigón, o en áreas de difícil acceso para la aplicación por vertido o manual. En la actualidad, además de las tradicionales máquinas de proyección en seco, hay máquinas de proyección por “vía húmeda”. Estos tienen un menor rendimiento, en volumen, pero tienen un menor rebote y producen menos polvo que la proyección por vía seca. Por lo tanto, se pueden usar para pequeñas áreas o zonas más delicadas, donde hay acceso restringido o ambientes cerrados. Los criterios más importantes para la aplicación de materiales de reparación por proyección son el mínimo rebote y grandes espesores de capa sin problemas de descuelgue. La aplicación bajo cargas dinámicas y el acabado más fino y fácil y el curado, también son importantes debido al difícil acceso a dichas áreas.	Reparación estructural: Clase R4 Clase R3	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 ■ Mortero de reparación de altas prestaciones ■ Retracción extremadamente baja ■ Aplicación manual ó por proyección en “vía húmeda” Clase R3: Sika® MonoTop®-352 ■ Retracción extremadamente baja ■ Morteros de reparación aligerados. ■ Aplicación manual o por proyección “vía húmeda”
En algunos casos, puede ser más económico reemplazar la estructura total o parte de ella en vez de realizar los amplios trabajos de reparación. En este caso, se necesita prestar especial atención para proporcionar un adecuado soporte estructural y una distribución de cargas usando sistemas de pegado o agentes que aseguren que esto se mantiene.	Criterio no especificado	Sistema Sika consistente en imprimación y tecnología Sika para el hormigón Imprimación: SikaTop® Armatec®-110 EpoCem ■ Epoxi modificada de altas prestaciones ■ Largo tiempo abierto Sikadur®-32 ■ Epoxi de dos componentes ■ Alta resistencia Tecnología Sika del hormigón: Gama Sika® ViscoCrete® Gama Sikament®

UNE-EN 1504-9 Principio 4: Refuerzo Estructural (SS)

Incremento o Restauración de la Capacidad Portante de

Cuando es necesario el refuerzo de estructuras debido a cambios en el diseño, o para un aumento de la capacidad portante de la estructura, por ejemplo, el adecuado análisis debe ser realizado por una persona cualificada. Existen varios métodos para lograr el refuerzo necesario: adición de barras de acero embebidas o exteriores, adhesión de chapas externas, o incremento de las dimensiones de la estructura.

La selección del método adecuado depende de diferentes parámetros como el coste, condiciones ambientales, además de la accesibilidad o posibilidades de mantenimiento, etc.

Sika es pionera en el desarrollo de nuevos materiales y técnicas en el campo del refuerzo estructural. Desde principios de los 60's Sika ha desarrollado el pegado de chapas de acero y adhesivos estructurales base epoxi. En los 90's Sika comenzó a trabajar en la adaptación de estas técnicas al uso de materiales compuestos, laminados de fibra de carbono pultrusionados (Sika Carbodur).

Desde entonces, Sika ha ido más allá desarrollando esta tecnología mediante el uso de tejidos multidireccionales (SikaWrap) basada en varios tipos de polímeros (carbono, vidrio, aramida, etc.)

Métodos

Fotos

Método 4.1 Adición o reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores



Método 4.2 Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón



Método 4.3 Adhesión de chapas



Método 4.4 Adición de mortero u hormigón



* Esta tabla continua en la página 26 y 27.

la Estructura

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
La selección del tamaño apropiado y la configuración de la armadura, además de donde va a ser colocado, siempre debe ser definido por un ingeniero de estructuras.	Resistencia al cizallamiento: $\geq 12 \text{ N/mm}^2$	Para barras embebidas: Sikadur®-30 ■ Adhesivo estructural ■ Alta resistencia mecánica ■ Excelente comportamiento de adherencia
Los puntos de anclaje en el hormigón deberían ser diseñados, realizados e instalados de acuerdo con la norma UNE-EN 1504 Parte 6 y la correspondiente ETAG-001. La preparación de las superficies y los taladros deberían realizarse de acuerdo a la norma UNE-EN 1504 Parte 10 Secciones 7.2.2. y 7.2.3	Arrancamiento: Desplazamiento $\leq 0.6 \text{ mm}$ para una carga de 75 kN Fluencia en tracción: Desplazamiento $\leq 0.6 \text{ mm}$ al cabo de 3 meses, después de la aplicación continua de una carga de 50 kN Contenido en iones cloruros: $\leq 0.05\%$	Sika®AnchorFix®-1 ■ Adhesivo para anclajes a base de metacrilato, de rápido endurecimiento ■ Puede usarse a temperaturas bajas (-10°C) Sika®AnchorFix®-2 ■ Aprobado por la ETA para aplicaciones estructurales ■ Rápido y buenas adhesión para armaduras adicionales en estructuras de hormigón Sika®AnchorFix®-3+ ■ Adhesivo epoxi de altas prestaciones ■ Endurecimiento sin retracción
El refuerzo estructural mediante pegado de chapas externas se realiza de acuerdo con las normas y códigos nacionales y con la norma UNE-EN 1504-4. Las superficies del hormigón a reforzar se deberían preparar y limpiar meticulosamente. Se debe eliminar y reparar el hormigón débil, dañado o deteriorado, de acuerdo a la UNE-EN 1504 Parte 10 Sección 7.2.4. y Sección 8, y se debe realizar previamente a la preparación y aplicación de las pletinas.	Resistencia a cizalladura: $\geq 12 \text{ N/mm}^2$ Módulo de elasticidad en compresión: $\geq 2000 \text{ N/mm}^2$ Coeficiente de dilatación térmica: $\leq 100 \times 10^{-6}$ por K	Sikadur®-30 ■ Adhesivo a base de resinas epoxi para el pegado de laminados de fibra de carbono Sika® Carbodur® y para el pegado de pletinas de acero tradicionales para el refuerzo Sikadur®-330 ■ Adhesivo a base de resinas epoxi usado para los sistemas SikaWrap®
Los métodos y sistemas están bien documentados en el Principio 3 de Reparación de hormigón. Para asegurar el comportamiento necesario, estos productos tendrán que cumplir también los requerimientos de la UNE-EN 1504-3, clase 3 o 4.	Hormigón/Mortero Clase R4 Clase R3 Adhesivos: Resistencia a rotura $\geq 6 \text{ N/mm}^2$	Sistemas consistentes en Imprimaciones Sika y tecnología Sika del hormigón Materiales de reparación: Sika® MonoTop®-352/-412 Sikacrete®-SCC Imprimaciones de pegado: Sikadur®-32 SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®

UNE-EN 1504-9 Principio 4: Refuerzo Estructural (SS)

Incremento o Restauración de la Capacidad Portante de

La inyección y sellado de fisuras generalmente no refuerza una estructura. Sin embargo, para un trabajo de recuperación o cuando ha ocurrido una sobrecarga temporal, la inyección de resinas de baja viscosidad, base epoxi, puede devolver a la estructura a sus condiciones originales.

La introducción de composites pretensados para refuerzo estructural ha elevado esta tecnología a otro nivel. Usa una alta resistencia, laminados de fibra de carbono de bajo peso, además el tiempo de curado se reduce y las condiciones de aplicación se amplían mediante el equipo calentador Sika CarboHeater que consiste en calentar eléctricamente el adhesivo.

Estas innovaciones sirven para demostrar que Sika es el líder global en este campo.

Métodos

Fotos

Método 4.5 Inyección fisuras, huecos o intersticios



Método 4.6 Relleno de fisuras, huecos o intersticios



Método 4.7 Pretensado (Post-tesado)



la Estructura (continuación)

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Las fisuras deben ser limpiadas y preparadas de acuerdo con UNE-EN 1504 Parte 10 Sección 7.2.2. Luego se pueden seleccionar los Sistemas Sika más adecuados para el resellado y pegado para recuperar totalmente la integridad del hormigón.	Clasificación del material de inyección: F: Fuerza de transmisión/ carga transferida	Resinas de Inyección Gama Sikadur® ■ Resina epoxi de dos componentes ■ Baja viscosidad
Cuando las fisuras, huecos o intersticios no tienen movimiento, se pueden rellenar por gravedad o utilizando morteros epoxi.	Clasificación del material de inyección: F: Fuerza de transmisión/ carga transferida	Resinas Inyección Gama Sikadur® ■ Resina epoxi de dos componentes ■ Baja viscosidad Sikadur®-31 CF ■ Adhesivo epoxi de dos componentes ■ Altas resistencias ■ Tixotrópico: No descuelga en vertical
Pretensado: Con este método, el sistema implica la aplicación de fuerzas a la estructura para deformarla de manera que resistirá las cargas de servicio de manera más efectiva, o con menos deformación total. (Nota: El post-tesado es un método de pretensado que se ejecuta una vez endurecido el hormigón).	Criterio no especificado	Sistemas de Fibra de Carbono pretensado: Sika® LEOBA SLC Sika® CarboStress®

UNE-EN 1504-9 Principio 5: Resistencia al Ataque

Aumento de la resistencia del hormigón al ataque físico

Las estructuras de hormigón pueden ser dañadas por diferentes tipos de ataques físicos o mecánicos:

- Incremento de cargas mecánicas
- Erosión y agrietamiento por abrasión, como en pavimentos (p.e. almacenes)
- Abrasión hidráulica por agua ó sólidos en suspensión (p.e. en presas o alcantarillado / canales de aguas residuales)
- Desprendimientos de la superficie por los efectos de los ciclos de hielo-deshielo (p.e. en puentes)

Sika proporciona todos los productos adecuados para los diferentes tipos de daños mecánicos y físicos en las distintas estructuras de hormigón y para las diferentes condiciones ambientales y climatológicas.

Métodos

Fotos

Método 5.1 Capas o revestimientos



Método 5.2 Impregnación



Método 5.3 Adición de mortero u hormigón



Físico (PR) y/o mecánico

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Solamente los revestimientos reactivos son capaces de proporcionar la suficiente protección adicional al hormigón para incrementar su resistencia contra el ataque físico o mecánico.	Resistencia a la abrasión (ensayo Taber): pérdida de peso <3000 mg. Absorción Capilar: w < 0.1 kg /m² x √h Resistencia al impacto: Clase I a Clase II Adhesión: Elástico: ≥ 0.8 N/mm² o ≥ 1.5 N/mm² (con cargas de tráfico) Rígido: ≥ 1.0 N/mm² o ≥ 2.0 N/mm² (con cargas de tráfico)	Clase II: Sikafloor®-261/-263 SL ■ Buenas resistencias mecánicas y químicas ■ Excelente resistencia a la abrasión ■ Libre de disolventes Clase I: Sikafloor®-2530 W ■ Resina epoxi en base agua, dos componentes ■ Buenas resistencias mecánicas y químicas
Impregnación se define como tratamiento del hormigón para reducir la porosidad superficial y reforzar la superficie. Los poros y capilares se rellenan total o parcialmente. Este tipo de tratamiento crea normalmente una película de entre 10 y 100 micras de espesor sobre la superficie. Ciertas impregnaciones pueden reaccionar con alguno de los constituyentes del hormigón dando como resultado una mayor resistencia a la abrasión y al ataque mecánico.	Resistencia a la abrasión (ensayo Taber): 30% de mejora en comparación con las muestras sin impregnación Profundidad de penetración: >5 mm Absorción Capilar: w < 0.1 kg /m² x √h Resistencia al impacto: Clase I a Clase II	
Los métodos y sistemas están bien documentados en el Principio 3 de Reparación de hormigón, y todos los productos han de cumplir con los requerimientos de la UNE-EN 1504-3, clase R4 o R3. En algunas casos específicos los productos también pueden necesitar cumplir requerimientos adicionales tal como resistencia a la abrasión hidráulica. El ingeniero debe determinar por lo tanto, esos requerimientos adicionales en cada estructura específica.	Mortero/Hormigón: Clase R4 Clase R3	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 ■ Muy baja retracción ■ Mortero de reparación monocomponente Sikafloor®-81 EpoCem ■ Mortero de cemento modificado con epoxi ■ Alta resistencia al hielo y sales de deshielo Clase R3: Sikacrete® SSC ■ Hormigón autocompactable

UNE-EN 1504-9 Principio 6: Resistencia Química (RC)

Aumento de la resistencia del hormigón a ataques químicos

Los requerimientos de resistencias químicas de las estructuras de hormigón y de sus superficies dependen de muchos parámetros incluyendo el tipo y concentración de las sustancias químicas, las temperaturas, tiempos de exposición, etc. La valoración apropiada de los riesgos es un prerequisite para lograr una correcta estrategia de protección para cualquier estructura específica.

Sika dispone de diferentes tipos de revestimientos de protección, proporcionando resistencias químicas a largo o corto plazo de acuerdo con el tipo y grado de exposición.

Sika posee un amplio rango de revestimientos para protección del hormigón en diferentes ambientes químicos. Están basados en diferentes tipos de resinas y materiales incluyendo: acrílicas, epoxi, poliuretanos, silicatos, epoxi-cemento, polímeros modificados, etc.

Métodos

Fotos

Método 6.1 Capas o revestimientos



Método 6.2 Impregnación



Método 6.3 Adición de mortero u hormigón



Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Solamente los revestimientos reactivos de altas prestaciones son capaces de proporcionar la suficiente protección al hormigón para incrementar su resistencia contra el ataque químico.	Resistencia a fuertes ataques químicos: Clase I a Clase II Adhesión: Elástico: $\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico) Rígido: $\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico)	Clase II: Sikagard®-62 ■ Resina epoxi, bicomponente con buena resistencia química y mecánica ■ Superficie fuertemente adherida Clase I: Sikafloor®-261/-263 SL ■ Buena resistencia química y mecánica ■ Excelente resistencia a la abrasión ■ Libre de disolventes
Impregnación se define como tratamiento del hormigón para reducir la porosidad superficial y reforzar la superficie. Los poros y capilares se rellenan total o parcialmente. Este tipo de tratamiento crea normalmente una película de entre 10 y 100 micras de espesor sobre la superficie. Esto bloquea la entrada de agentes agresivos.	Resistencia al ataque químico después de 30 días de exposición	
Los métodos y sistemas requeridos son definidos en el Principio 3 Restauración del Hormigón. Los productos basados en cemento necesitan estar formulados con cementos especiales y/o mejorados con resinas epoxi para poder resistir un cierto grado de ataque químico. El ingeniero debe definir esos requerimientos específicos en cada estructura.	Mortero/Hormigón: Clase R4	Clase R4: Sikagard®-720 EpoCem®/ Sikafloor®-81 EpoCem® ■ Morteros de cemento modificados con resinas epoxi ■ Buena resistencia química ■ Muy denso e impermeable.

UNE-EN 1504-9 Principio 7: Conservación o Restauración

Nivelación y restauración de la superficie y contorno del

La corrosión de las armaduras de acero en las estructuras de hormigón, ocurren solamente cuando se juntan varias condiciones: pérdida de la pasivación, la presencia de oxígeno y la presencia de suficiente humedad en el entorno del hormigón.

Si una de esas condiciones no se cumple, entonces la corrosión no puede ocurrir. En condiciones normales, las armaduras están protegidas por la alcalinidad del hormigón que las rodea. Esta alcalinidad crea una capa pasiva de óxido en la superficie de las armaduras la cual las protege de la corrosión.

Sin embargo, la capa pasivante puede ser dañada debido a la reducción de la alcalinidad por la carbonatación. Esta pérdida de pasivación puede ser debida también por el ataque de cloruros. En ambos casos, la capa pasivante se destruye. Hay diferentes métodos para restablecer (o preservar) la pasivación de las armaduras.

La elección del método apropiado dependerá de varios parámetros tales como: las razones de la pérdida de la pasivación, p.e. debido a la carbonatación o ataque de cloruros, la extensión del daño, las condiciones específicas, la estrategia de reparación y protección, posibilidades de mantenimiento, costes, etc.

Métodos

Fotos

Métodos 7.1 Incremento del recubrimiento de la armadura con mortero de cemento u hormigón adicional



Método 7.2 Reemplazo del hormigón carbonatado o contaminado



Método 7.3 Realcalinización del hormigón contaminado o carbonatado



Método 7.4 Realcalinización del hormigón contaminado o carbonatado por difusión



Método 7.5 Extracción electroquímica de los iones cloruros



Protección del Pasivado (RP)

hormigón

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Si las armaduras no tienen el recubrimiento adecuado de hormigón, el ataque químico en las armaduras se reducirá tras la adición de morteros cementosos u hormigón.	Resistencia a la carbonatación: Clase R4 o R3 Resistencia a compresión: Clase R4 o R3 Adhesión: Clase R4 o R3	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 SikaTop®-121/-122 Clase R3: Sika® MonoTop®-352 Clase R4: Sika® MonoTop®-352
Mediante la eliminación del hormigón dañado y la reconstrucción del recubrimiento del hormigón, las armaduras vuelven a estar protegidas por la alcalinidad de sus contornos.	Resistencia a la carbonatación: Clase R4 o R3 Resistencia a compresión: Clase R4 o R3 Adhesión: Clase R4 o R3	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 Clase R3: Sika® MonoTop®-352 Tecnología Sika de hormigón para recuperar la calidad del hormigón: Sika® ViscoCrete® Sikament®
La realcalinización consiste en la aplicación de una corriente eléctrica, entre la armadura del hormigón y un ánodo colocado en la superficie del hormigón temporalmente. El ánodo consiste en una malla de acero embebida en una solución electrolítica de pH alcalino. Este tratamiento no evita la futura penetración de dióxido de carbono. Para tener una efectividad a largo plazo es necesario combinarlo con un adecuado revestimiento de protección que impida la penetración de cloruros y la carbonatación.	Criterio no especificado	Para post-tratamiento: Sikagard®-720 EpoCem® Sikagard®-670 W Elastocolor®
Hay una experiencia limitada en este campo. Requiere la aplicación de un revestimiento muy alcalino sobre la superficie del hormigón carbonatado y la realcalinización se logra por la baja difusión del álcali a través de la zona carbonatada. Este proceso lleva mucho tiempo y es muy difícil de controlar la correcta distribución del material. Después del tratamiento, siempre se recomendará prevenir la carbonatación mediante aplicación del revestimiento de protección adecuado.	Criterio no especificado	Para post-tratamiento: Sikagard®-720 EpoCem® Sikagard®-670 W Elastocolor®
La extracción electroquímica de cloruros es muy similar a la protección catódica. El proceso consiste en la aplicación de una corriente eléctrica entre la armadura embebida y el ánodo (malla de acero embebida en una solución electrolítica de pH alcalino) colocado en el exterior de la superficie del hormigón. Como resultado, los cloruros emigran hacia fuera de la superficie. Una vez se completa el tratamiento, la estructura de hormigón ha de ser protegida con un tratamiento adecuado para impedir la futura penetración de cloruros (tratamiento posterior).	Criterio no especificado	Para post-tratamiento: Impregnación hidrófuga con Sikagard®-700 S más revestimiento de protección Sikagard®-670 W Elastocolor®

UNE-EN 1504-9 Principio 8: Incremento de la resistividad

Aumento de la Resistividad Eléctrica del Hormigón para

El Principio 8 trata del aumento de la resistividad del hormigón, la cual está relacionada directamente con el grado de humedad presente en los poros del hormigón.
Cuanto mayor sea la resistividad, menor humedad libre existirá en los poros.

Esto significa que el hormigón armado con una alta resistividad tendrá un riesgo bajo de corrosión.

El Principio 8 trata del aumento de la resistividad eléctrica del hormigón, por lo tanto cubre casi los mismos Métodos de reparación del Principio 2 (MC) Control de Humedad.

Métodos

Fotos

Método 8.1 Impregnaciones hidrófobas



Método 8.2 Impregnación



Método 8.3 Revestimiento



dad (IR)

Reducir el Riesgo de Corrosión

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Una impregnación hidrófuga se define como un tratamiento del hormigón que genera una superficie repelente al agua. La red de poros y capilares está revestida pero éstos no están rellenos. Su función es reducir la tensión superficial del agua, previniendo que pase a través de los poros, pero permitiendo la difusión del vapor.	Penetración: Clase II: ≥ 10 mm Coefficiente de desecación: Clase I: $>30\%$ Clase II: $>10\%$ Absorción de agua y resistencia a los álcalis: Grado de absorción $<7,5\%$ En disolución alcalina $<10\%$	Sikagard®-700 S ■ Hidrofugante basado en silanos ■ Penetración y generación de una superficie repelente al agua
Impregnación se define como tratamiento del hormigón para reducir la porosidad superficial y reforzar la superficie. Los poros y capilares se rellenan total o parcialmente. Este tipo de tratamiento crea normalmente una película de entre 10 y 100 micras de espesor sobre la superficie. Esto bloquea la entrada de agentes agresivos.	Profundidad de penetración: >5 mm Absorción Capilar: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$	Sistemas Elásticos: Sikagard®-550 W Elastic ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable, elástico
Revestimientos se definen como los materiales diseñados para proporcionar una capa superficial en el hormigón, para incrementar la resistencia o comportamiento contra agentes externos. Pueden reparar fisuras superficiales con movimientos de hasta 0.3 mm, queden selladas y pueden absorber movimientos mediante revestimientos elásticos y con capacidad de puentear fisuras, los cuales son también impermeables y resistentes a la carbonatación. Se adaptará a movimientos térmicos y dinámicos en estructuras con fluctuaciones de temperaturas, vibraciones o que se han construido con un número inadecuado e insuficiente de detalles.	Absorción Capilar: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$ Permeabilidad al vapor de agua Clase I: $S_d < 5\text{m}$ Adhesión: Elástico: $\geq 0.8 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 1.5 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico) Rígido: $\geq 1.0 \text{ N/mm}^2$ o $\geq 2.0 \text{ N/mm}^2$ (con cargas de tráfico)	Sistemas Rígidos: Sikagard®-670 W Elastocolor ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable

UNE-EN 1504-9 Principio 9: Control Catódico (CC)

Prevención de la corrosión de las armaduras

El Principio 9 depende de la restricción del acceso de oxígeno a todas las áreas potencialmente catódicas, hasta el punto en el que se previene la corrosión.

Un ejemplo de esto, es limitar el contenido de oxígeno libre mediante el uso de revestimientos en las armaduras.

Otro es la aplicación de una película formada por un inhibidor la cual bloqueará el acceso de oxígeno a las armaduras. Esto puede ser efectivo cuando el inhibidor migra en una cantidad suficiente y forma una película que proporciona una barrera al oxígeno.

Métodos

Método 9.1 Limitación del contenido de oxígeno (en el cátodo) por saturación o revestimiento superficial

Fotos



UNE-EN 1504-9 Principio 10: Protección Catódica (CP)

Prevención de la corrosión de las armaduras

El Principio 10 se refiere a los sistemas de protección catódica. Estos son sistemas electroquímicos los cuales disminuyen el potencial de corrosión hasta un nivel donde la corrosión (disolución de la armadura) se reduce significativamente. Esto se puede conseguir creando un flujo directo de corriente eléctrica desde la superficie del hormigón hacia las armaduras, para eliminar las partes anódicas de la reacción de corrosión. Esta corriente se proporciona por una fuente externa (Protección Catódica por corriente inducida), o creando una corriente galvánica conectando la armadura a un metal menos noble (ánodos galvánicos p.e. zinc).

Métodos

Método 10.1 Aplicación de un potencial eléctrico

Fotos



Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Creando las condiciones en las cuales cualquier área potencialmente catódica de la armadura se impide que se produzca una reacción anódica. Los inhibidores (añadidos al hormigón como aditivo o aplicados sobre la superficie del hormigón como una impregnación) forman una película en la superficie de la armadura e impide el acceso del oxígeno.	Profundidad de penetración de los inhibidores aplicados superficialmente: > 100 ppm (partes por millón)	Inhibidores de corrosión Sika® FerroGard®-901 (aditivo) Sika® FerroGard®-903 (aplicación superficial) ■ Inhibidor basado en Amino Alcohol ■ Durabilidad y protección para largo tiempo ■ Económica extensión de la vida de servicio de las armaduras de las estructuras de hormigón

Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
En la Protección Catódica por corriente inducida, la corriente se suministra por una fuente eléctrica externa y se distribuye en el electrolito por un ánodo auxiliar (p.e. malla de acero por encima y conectada a la armadura). Estos ánodos auxiliares se embeben generalmente en un mortero para protegerlos de su degradación. Para un trabajo eficiente, los sistemas requieren que el mortero que reviste la armadura tenga una resistividad lo suficientemente baja para permitir la suficiente transmisión de corriente.	Resistividad del mortero: De acuerdo con los requerimientos locales	Morteros para embeber malla de protección catódica: Mortero de aplicación por proyección: Sika® MonoTop®-412 S ■ Baja retracción ■ Resistividad suficiente Morteros de nivelación: Sikafloor® Level-25 ■ Autonivelante ■ Resistividad suficiente

UNE-EN 1504-9 Principio 11: Control de Áreas Anódicas

Prevención de la corrosión de armaduras

Considerando el control de las áreas anódicas para prevenir la corrosión con el Principio 11, es importante comprender que en las estructuras especialmente contaminadas con exceso de cloruros, los deprendimientos de hormigón debido al proceso de corrosión ocurren primeramente en las áreas con menor espesor de recubrimiento. Adicionalmente, es importante proteger las áreas reparadas de la futura entrada de agentes agresivos (carbonatación, cloruros).

Se puede aplicar una lechada cementosa de protección directamente en las armaduras, después de la correcta limpieza, para prevenir más aún la corrosión (disolución del metal) en las áreas anódicas.

Adicionalmente, para proteger las zonas reparadas contra la formación de ánodos incipientes alrededor de dichas zonas, se puede aplicar un inhibidor de corrosión que migre a través del hormigón y alcance las armaduras, donde forma una barrera, protegiendo las zonas anódicas.

Nota: Los inhibidores de efecto dual, tal como **Sika® FerroGard®** también protegen el área catódica simultáneamente.

Métodos

Fotos

Método 11.1 Pintado de la armadura con revestimientos que contengan pigmentos activos



Método 11.2 Pintado de la armadura con revestimiento barrera



Método 11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón

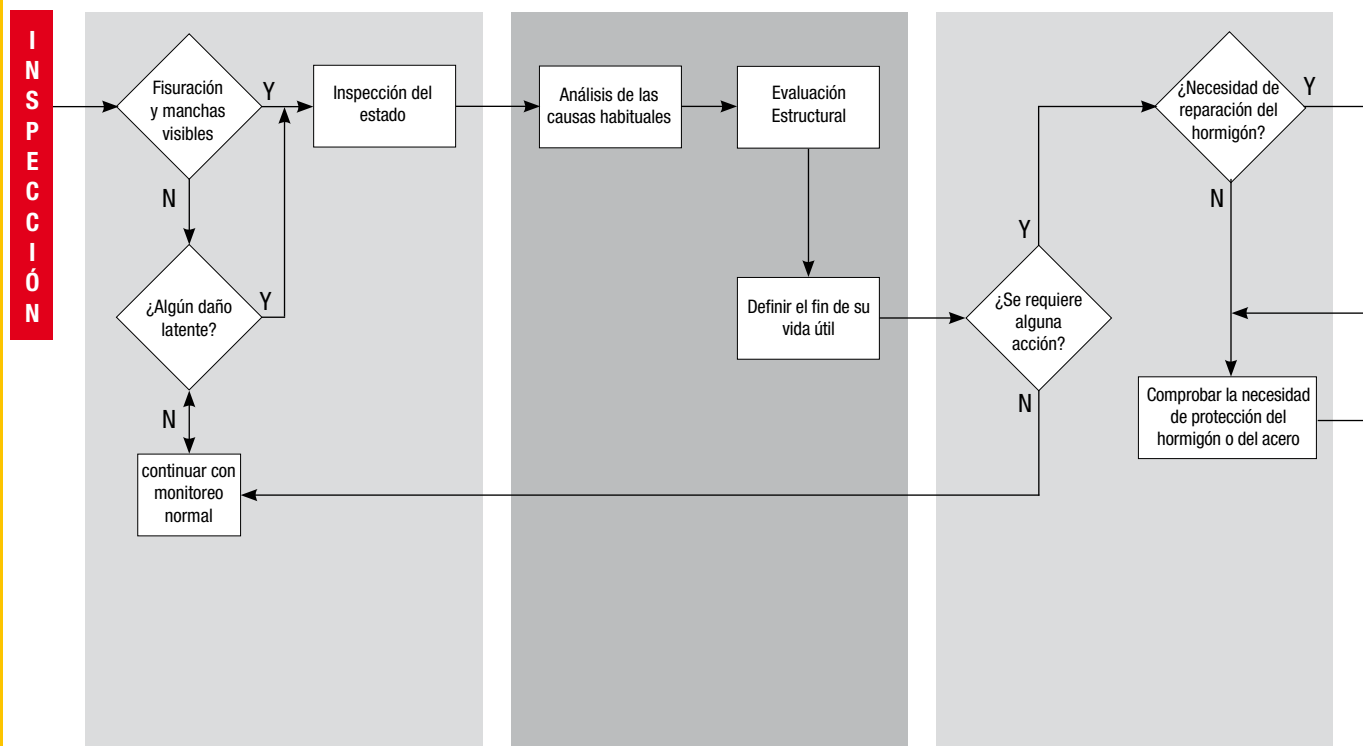


Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Estos revestimientos contienen pigmentos activos que pueden funcionar como un inhibidor o proporcionar un entorno pasivo debido a su alcalinidad. Aunque se debe tener cuidado al aplicarlos, son menos sensibles a los defectos de aplicación que los revestimientos barrera.	De acuerdo con UNE-EN 1504-7	Basados en cemento: Gama Sika® MonoTop® ■ Protección frente a la corrosión, monocomponente ■ Buena resistencia a la penetración de agua y cloruros. Basado en cemento modificado con resina epoxi: Gama SikaTop® ■ Alta densidad, adecuado para ambientes agresivos ■ Excelente adherencia al acero y al hormigón
Estos revestimientos trabajan para conseguir el aislamiento completo de las armaduras frente al oxígeno y al agua. Por consiguiente, requieren altos niveles de la preparación de la superficie y del control de aplicación. Esto es debido a que solamente pueden ser efectivos si el acero está completamente libre de corrosión y totalmente revestido sin defectos – esto puede ser muy difícil de lograr en algunas condiciones. Cualquier disminución efectiva en la adherencia del material de reparación para el tratamiento de la armadura debe ser también considerada.	De acuerdo con UNE-EN 1504-7	Basado en epoxi: Sikadur®-32 ■ Baja sensibilidad a la humedad ■ Muy denso, no permite la penetración de cloruros
Aplicando inhibidores de corrosión en la superficie del hormigón, se difunden hacia las armaduras y forman una capa protectora en las armaduras. Estos inhibidores de corrosión se pueden añadir como aditivos a los morteros de reparación u hormigón que son usados para los trabajos de rehabilitación del hormigón.	Profundidad de penetración de los inhibidores aplicados superficialmente: > 100 ppm (partes por millón)	Inhibidores de corrosión Sika® FerroGard®-901 (aditivo) Sika® FerroGard®-903 (aplicación superficial) ■ Inhibidor basado en Amino Alcohol ■ Durabilidad y protección para largo tiempo ■ Económica extensión de la vida de servicio de las armaduras de las estructuras de hormigón

Resumen: Diagrama de Flujo y Fases del Correcto Pro

De acuerdo con la Norma Europea UNE-EN 1504

Diagrama de flujo de la UNE-EN 1504: Procedimiento para la Reparación y Protección del Hormigón



Las fases de los Proyectos de Reparación y Protección del Hormigón de acuerdo con la UNE-EN 1504

Información sobre la estructura	Proceso de evaluación	Estrategia de dirección
■ Historia de la estructura ■ Revisión de la documentación ■ Condiciones de inspección UNE-EN 1504-9 Cláusula 4, Anexo A	■ Diagnóstico de los defectos ■ Análisis de resultados ■ Identificación de la causa habitual ■ Evaluación estructural UNE-EN 1504-9 Cláusula 4, Anexo A	■ Opciones de reparación ■ Selección de Principios ■ Selección de Métodos ■ Cuestiones de seguridad y salud UNE-EN 1504-9 Cláusula 5 y 6, Anexo 4

Páginas relacionadas con lo anterior de este folleto

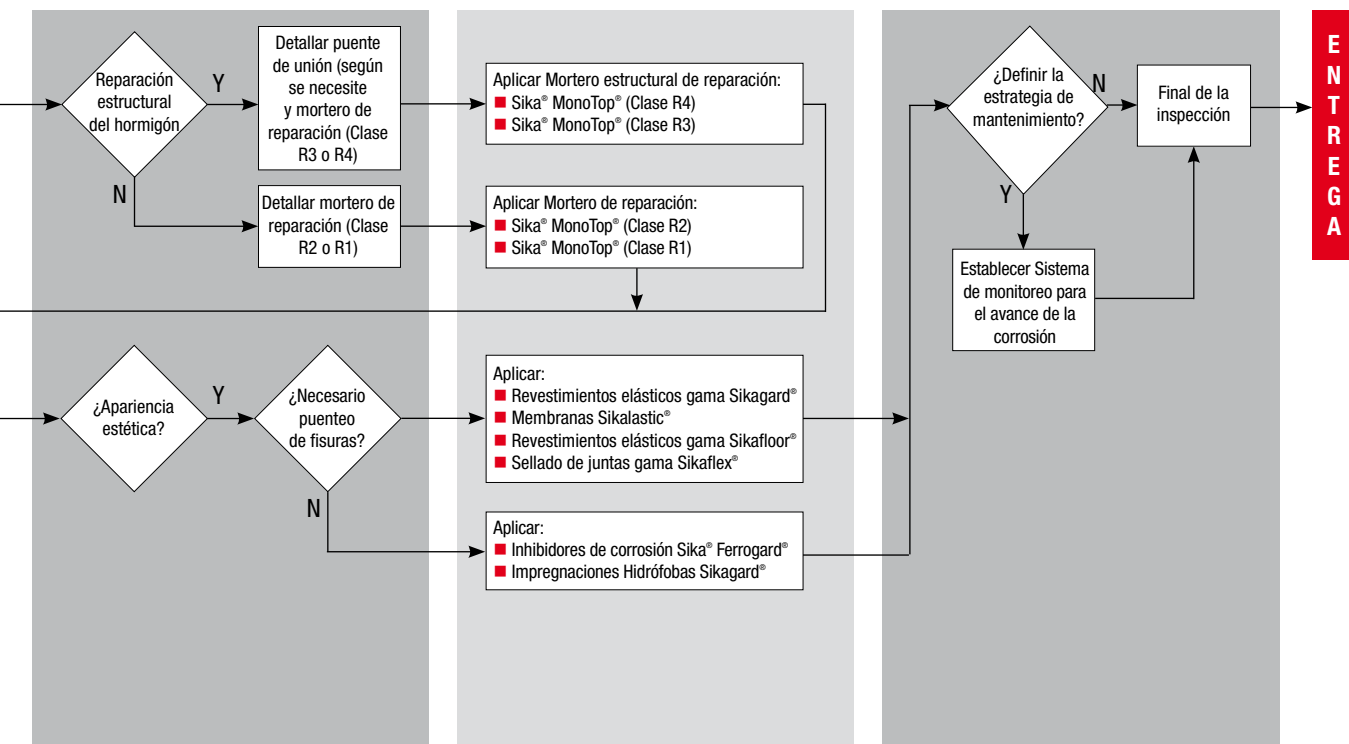
Ver más detalles en la página 4

Ver más detalles en las págs. 6/7

Ver más detalles en las págs. 42-45

cedimiento de Reparación y Protección del Hormigón

con los Sistemas Sika



Parte 9



Ver más detalles en las págs. 12-39

Ver más detalles en las págs. 46-47

Ver más detalles en la página 5

Selección de los Métodos para la Reparación del Hor

En las tablas de abajo aparecen los defectos y daños más comunes de las estructuras de hormigón y sus posibles métodos de reparación. **Esta lista intenta ser indicativa en lugar de exhaustiva.** Las propuestas de reparación deben ser elegidas de acuerdo a las especificaciones de las condiciones de cada proyecto. Las desviaciones de esta tabla son posibles y deben ser determinadas individualmente para cada situación. Los números indicados en las tablas hacen referencia a los Principios y Métodos aplicables definidos en la UNE-EN 1504-9.

Daños del hormigón

Defectos de la Estructura / Daños	Daño Leve	Daño Medio	Daño Severo
Fisuras Hormigón	1.5 Relleno de fisuras	1.5 Relleno de fisuras 1.6 Continuidad de las fisuras a través de las juntas	4.5 Inyección de fisuras, huecos o intersticios 4.6 Relleno de fisuras, huecos o intersticios
Desprendimientos del hormigón debidos a impactos mecánicos	3.1 Aplicación de mortero a mano	3.1 Aplicación de mortero a mano 3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero	3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero
Daños estructurales debidos a sobrecargas o terremotos	3.1 Aplicación de mortero a mano y 4.4 Adición de hormigón o mortero	3.1 Aplicación de mortero a mano y 4.1 Adición o reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores 3.1 Aplicación de mortero a mano y 4.2 Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón	3.3 Proyección de hormigón o mortero y 4.3 Adhesión de chapas 3.2 Relleno con hormigón o mortero y 4.7 Pretensado - (pos-tesado) 3.4 Reemplazar los elementos
Aumento de la acción hielo-deshielo	3.1 Aplicación de mortero a mano 5.1 Revestimiento (basado en cemento)	5.1 Revestimiento (basado en cemento) 5.3 Adición de mortero u hormigón	5.3 Adición de mortero u hormigón
Daños debidos al ataque químico	6.1 Revestimientos (basado en cemento)	6.1 Capas o revestimientos 6.3 Adición de mortero u hormigón	6.3 Adición de mortero u hormigón 3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero

Daño leve: Defecto local, sin influencia en la capacidad portante

Daño Medio: Defecto local a mayor alcance, ligera influencia en la capacidad portante

Daño Severo: Defecto de gran alcance, gran influencia en la capacidad portante



Daños debidos a la corrosión de armaduras

Defectos de la Estructura / Daños	Daño Leve	Daño Medio	Daño Severo
Desprendimientos del hormigón debido a Carbonatación	3.1 Aplicación de mortero a mano	3.1 Aplicación de mortero a mano 3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero	3.2 Relleno con hormigón o mortero y 4.1 Adición o reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores 3.3 Proyección de hormigón o mortero y 4.2 Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón 7.2 Reemplazo del hormigón contaminado o carbonatado
Corrientes eléctricas erráticas	3.1 Aplicación de mortero a mano 3.2 Relleno con hormigón o mortero	3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero	3.2 Relleno con hormigón o mortero y 4.2 Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón 3.3 Proyección de hormigón o mortero y 4.1 Adición o reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores
Corrosión de armaduras debido a Cloruros	3.1 Aplicación de mortero a mano	3.1 Aplicación de mortero a mano 3.2 Relleno con hormigón o mortero 3.3 Proyección de hormigón o mortero	3.4 Reemplazar los elementos 7.2 Reemplazo del hormigón contaminado o carbonatado y 4.1 Adición o reposición de las barras de acero estructural embebidas o exteriores 7.2 Reemplazo del hormigón contaminado o carbonatado y 4.3 Adhesión de chapas

Selección de los Métodos para la Protección del Hormigón

La protección requerida tanto para las estructuras de hormigón como para las armaduras depende del tipo de estructura, de la localización ambiental, su uso y la estrategia de mantenimiento.

Las propuestas de protección se adaptan, por lo tanto, a las condiciones locales.

Las desviaciones de esta tabla son posibles y deben ser determinadas individualmente para cada situación. Los números indicados en las tablas hacen referencia a los Principios y Métodos relevantes definidos en la UNE-EN 1504-9.

Protección del Hormigón

Requisitos para la Protección	Nivel leve	Nivel Medio	Nivel Severo
Fisuras	1.1 Impregnación Hidrófoba 1.3 Revestimiento superficial	1.1 Impregnación Hidrófoba 1.3 Revestimiento superficial con puenteo de fisuras	1.1 Impregnación Hidrófoba y 1.3 Revestimiento superficial con puenteo de fisuras 1.8 Aplicación de membranas
Impacto mecánico	5.2 Impregnación	5.1 Revestimiento	5.3 Adición de mortero u hormigón
Acción hielo/deshielo	2.1 Impregnación Hidrófoba 2.3 Impregnación	5.2 Impregnación 2.3 Revestimiento	1.1 Impregnación Hidrófoba y 5.1 Revestimiento 5.3 Adición de mortero u hormigón
Reacciones álcali árido	2.1 Impregnación hidrófoba 2.3 Revestimiento	2.1 Impregnación hidrófoba 2.3 Revestimiento (elástico)	2.1 Impregnación hidrófoba 2.3 Revestimiento (elástico) 1.8 Aplicación de membranas líquidas
Ataque químico	6.2 Impregnación	6.1 Adición de morteros u hormigón	6.1 Revestimientos (reactivos)

Nivel bajo: Defectos ligeros en el hormigón **y/o** protección a corto plazo

Nivel medio: Defectos moderados en el hormigón **y/o** protección a medio plazo

Nivel alto: Graves defectos en el hormigón **y/o** protección a largo plazo



hormigón y de las Armaduras

Protección de las armaduras

Requisitos para la Protección	Nivel leve	Nivel Medio	Nivel Severo
Carbonatación	11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón	1.3 Revestimiento 7.3 Realcalinización electroquímica del hormigón contaminado o carbonatado 7.4 Realcalinización del hormigón	11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón y 1.3 Revestimiento 7.3 Realcalinización electroquímica del hormigón contaminado o carbonatado y 1.3 Revestimiento
Corrientes eléctricas erráticas	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 2.2 Impregnación	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 6.3 Tratamiento electroquímico 2.3 Revestimiento	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 10.1 Aplicación de un potencial eléctrico
Cloruros	1.1 Impregnación hidrófoba 1.2 Impregnación	11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón y 1.1 Impregnación hidrófoba 11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón y 1.3 Revestimiento	7.5 Extracción electroquímica de los iones cloruro y 1.3 Revestimiento 7.5 Extracción electroquímica de los iones cloruro 11.2 Pintado de la armadura con revestimiento barrera 10.1 Aplicación de un potencial eléctrico

La Evaluación Independiente y Certificados de los Si Ensayos y Pruebas adicionales de acuerdo con los R

Sika utiliza ensayos y criterio de evaluación específicos propios e independientes para evaluar todos sus productos y sistemas para la protección y reparación del hormigón, los cuales están totalmente de acuerdo con los requerimientos de las partes y secciones apropiadas de la Norma Europea UNE-EN 1504 (Partes 2-7). Los ensayos de productos y sistemas Sika y criterio de evaluación para los materiales de protección y reparación del hormigón son los siguientes:

Protección de las armaduras expuestas

- Alta adherencia al acero y hormigón
- Protección frente a la corrosión
- Permeabilidad al agua
- Permeabilidad al vapor de agua
- Permeabilidad al CO₂

Regularización y relleno de los poros superficiales

- Alta adherencia
- Permeabilidad al CO₂
- Permeabilidad y absorción de agua

Sustitución del hormigón dañado

- Alta adherencia
- Resistencia a compresión y flexión
- Permeabilidad al agua
- Módulo de elasticidad
- Retracción restringida
- Compatibilidad térmica

Sellado y revestimiento - prevención frente a la entrada de elementos agresivos

Impermeabilización con impregnaciones hidrófobas

- Capacidad de penetración
- Capacidad de repeler el agua
- Permeabilidad al vapor de agua
- Resistencia al hielo/deshielo

Revestimientos anticarbonatación

- Alta adherencia
- Corte por enrejado
- Permeabilidad al vapor de agua
- Permeabilidad al CO₂
- Resistencia a los rayos UV
- Resistencia a sustancias alcalinas
- Resistencia al hielo/deshielo
- Resistencia al fuego
- Fácil limpieza

Revestimientos anticarbonatación y puenteo de fisuras

Además de revestimiento anticarbonatación:

- Capacidad de puenteo de fisuras:
 - Estáticas
 - Dinámicas
 - A bajas temperaturas (-20° C)



Sistemas y Productos Sika®, requerimientos de la norma UNE-EN 1504



Los criterios de rendimiento

Rendimientos de los Productos y Sistemas

Hay requerimientos funcionales y de rendimiento que se deben cumplir tanto por los productos individuales como por componentes de un sistema y el sistema funcionando conjuntamente como un todo.



Criterios de aplicación práctica del rendimiento

Además del funcionamiento en la estructura, es esencial definir y después ensayar las características y propiedades de la aplicación de los productos. En Sika, aseguramos que están de acuerdo con la norma UNE-EN 1504 Parte 10, pero adicionalmente aseguramos también que los productos Sika pueden ser aplicados prácticamente en todos los sitios y en todas las condiciones climáticas que se pueden dar en el mundo entero.



Por ejemplo:

Los morteros de reparación de Sika deben ser adecuados para su uso en diferentes espesores, áreas y volúmenes de reparación, los cuales necesitan ser aplicados en el menor número de capas posible.

Después deben adquirir las resistencias rápidamente.

Igualmente los revestimientos

Sikagard® deben tener una viscosidad adecuada y propiedades tixotrópicas correctas a diferentes temperaturas, para obtener los espesores de película seca y húmeda deseados. Esto se debería lograr con el mínimo número de capas, además deben también conseguir la adecuada opacidad y adquirir rápidamente las resistencias.



Garantía de calidad de producción / Control de Calidad



Para algunos productos o sistemas también es necesario definir bien la Garantía de Calidad y las normas de Control de Calidad en producción.

Esto es así porque Sika fabrica de acuerdo con la norma ISO 9001 en todas sus fábricas. Sika también publica detalles de especificación de productos y sistemas junto con los Métodos de Ejecución de los productos. Los procedimientos de Control de Calidad y listados de control están disponibles para apoyar la supervisión de la obra en los proyectos de protección y reparación del hormigón.

Ensayos Adicionales de Prestaciones y Evaluaciones Independientes Extensivas de Durabilidad

Evaluación de Sistemas y Productos Sika

Reparación del Hormigón

El "Baenziger Block" para Ensayos de Mortero

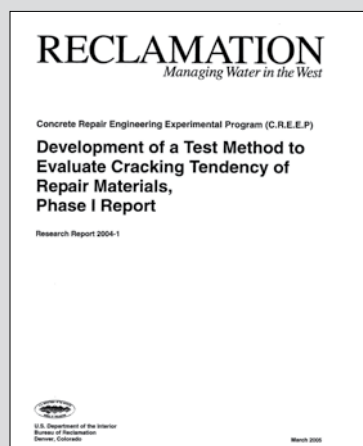


Ensayos de prestaciones de morteros de reparación avanzados Sika

El "Baenziger Block" para ensayos de morteros de reparación del hormigón permite comparaciones directas y medida de rendimiento entre productos, métodos de producción, facilidades de producción y condiciones de aplicación en todas partes del mundo.

La innovación de Sika permite:

- Comparación directa en todo el mundo
- Aplicación horizontal, vertical y en techos
- Dimensiones reales
- Ensayos de laboratorio adicional mediante testigos

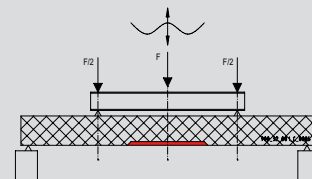


■ Ensayos de retracción y fisuración

El "Baenziger Block" ha sido evaluado ahora como la especificación y configuración óptima para evaluar la sensibilidad de los materiales de reparación por el Departamento USA del Programa CREE interior.

Pruebas de aplicación de productos bajo carga dinámica

Aplicación para la instalación y pruebas de funcionamiento de los morteros de reparación bajo cargas dinámicas.



La prueba real en estructuras reales - Evaluación independiente de Proyectos realizados

Un importante estudio internacional de proyectos finalizados de reparación, por medio de inspección, ensayos y revisión fue emprendido en 1997 por consultores independientes e institutos de ensayos.

Esto comprende más de veinte importantes edificios y estructuras de ingeniería civil en Noruega, Dinamarca, Alemania, Suiza y Reino Unido las cuales se repararon y protegieron con sistemas Sika entre 1977 y 1986. Estas fueron re-inspeccionadas y sus condiciones y las prestaciones de los sistemas de reparación se evaluaron después de periodos de entre 10 y 20 años por consultores especializados en este campo.

Las conclusiones de los informes de estos ingenieros fueron las excelentes condiciones de las estructuras y prestaciones de los materiales, lo que proporciona un claro e inequívoco



testimonio sobre los productos Sika para protección y reparación del hormigón. También confirma los trabajos pioneros de Sika en el moderno desarrollo y enfoque sistemático para los productos y sistemas para la protección y reparación del hormigón.

Estos informes aparecen en un documento impreso de Sika "Calidad y Durabilidad en la Protección y Reparación del Hormigón".

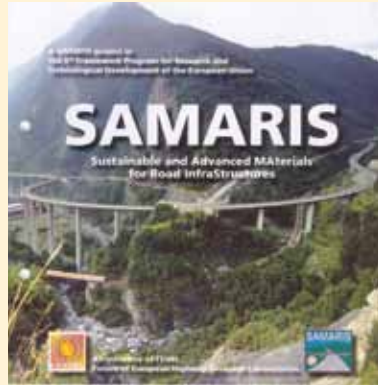
Protección del Hormigón

Ensayos sobre el funcionamiento de los Inhibidores de Corrosión

Sika introdujo Inhibidores de Corrosión de Aplicación Superficial en 1997.

Desde entonces, millones de metros cuadrados de hormigón armado han sido protegidos de la corrosión en todo el mundo. **Sika® FerroGard®-903** cumple el Principio 9 (Control Catódico) y el Principio 11 (Control Anódico). Desde su introducción, muchos estudios han confirmado la eficiencia de la protección frente a la corrosión con esta tecnología.

Los últimos informes internacionales, entre muchos institutos de todo el mundo, como la Universidad de Cape Town de Sudáfrica, muestran su eficiencia en estructuras carbonatadas. El Building Research Establishment (BRE) también ha hecho pruebas que muestran la efectividad del **Sika® FerroGard®-903** aplicado como medida preventiva en un ambiente contaminado por cloruros, en un estudio realizado durante dos años y medio (BRE 224-346^a).

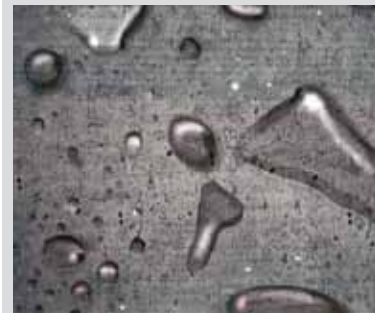


Adicionalmente, está el proyecto Europeo SAMARIS que empezó en 2002 el cual forma parte de un importante proyecto de investigación de la Comunidad Europea: Materiales avanzados y sostenibles para infraestructuras de carreteras. Este estudio se estableció para investigar técnicas innovadoras para el mantenimiento de estructuras de hormigón armado.

Todos estos informes concluyen que cuando las condiciones apropiadas se cumplen, **Sika® FerroGard®-903** es un método efectivo para mitigar la corrosión.

Pruebas adicionales para Impregnaciones Hidrófobas

Además de la Norma Europea UNE-EN 1504-2, la capacidad de penetración de las impregnaciones hidrófobas en el hormigón se comprueba midiendo la absorción de agua en el perfil del hormigón (p.e. desde el centro del hormigón hasta la superficie a 10 mm de profundidad). Por lo tanto, la profundidad máxima de penetración y la efectividad se pueden determinar. El límite de penetración, la cantidad exacta de aditivo activo en el hormigón se puede medir en el laboratorio mediante un análisis FT-IR. Este valor refleja el contenido mínimo de partículas hidrófobas y se puede usar por lo tanto como control de calidad en obra.



Pruebas de envejecimiento acelerado



■ Se han ensayado las prestaciones de los productos **Sikagard®** como anticarbonatación y revestimientos de difusión de vapor de agua, ambos al ser aplicados y después de 10000

horas de envejecimiento acelerado (equivalente a 15 años de exposición atmosférica). Solamente este tipo de pruebas realizadas en laboratorios pueden dar una idea cierta y completa del producto y sus prestaciones a largo plazo.

■ Las prestaciones dinámicas de los revestimientos **Sikagard®** se realizan a bajas temperaturas, por debajo de -20° C.

Ejemplos de Daños Típicos en el Hormigón y su Repa



Edificios Comerciales

Defectos

- Desprendimientos de Hormigón

- Armaduras expuestas

- Armaduras embebidas

- Fisuras

- Protección del hormigón

- Juntas

Soluciones Sika

- Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente **Sika® MonoTop®-352 SFG** Aditivos para Hormigón **Sikament®**

- Protección de armaduras frente a la corrosión **Sika® MonoTop®-910**

- Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión **Sika® FerroGard®-903**

- Para fisuras sin movimiento **Sika® MonoTop®-620**
- Para fisuras finas superficiales **Sikagard®-550 W Elastic**

- Revestimientos de protección del hormigón **Sikagard® ElastoColor 675 W** **Sikagard®-700 S**

- **Sikaflex®-AT Connection**



Puentes

Defectos

- Desprendimientos de Hormigón

- Armaduras expuestas

- Armaduras embebidas

- Fisuras

- Protección del hormigón

- Juntas

Soluciones Sika

- Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente **Sika® MonoTop®-412 S** Aditivos para Hormigón **Sikament®**

- Protección de armaduras frente a la corrosión **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® Sikadur-52** para ambientes altamente corrosivos

- Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión **Sika® FerroGard®-903**

- Para fisuras sin movimiento **Sika® MonoTop®-620**
- Para fisuras finas superficiales **Sikagard®-550 W Elastic**
- Fisuras de más de 0.3 mm de espesor **Sikadur-52 Inyección®**

- Revestimientos de protección del hormigón **Sikagard® -670 W Elastocolor**
- Capa de impermeabilización **Sikalastic-822**

- **Sistema Sikadur® Combiflex®**

Protección y Protección con Sistemas Sika®



Chimeneas y Torres de Refrigeración

Defectos

- Desprendimientos de Hormigón

- Armaduras expuestas

- Armaduras embebidas

- Fisuras

- Protección del hormigón

- Juntas

Soluciones Sika

- Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente **Sika® MonoTop®-412 SFG** Aditivos para Hormigón **Sikament®**

- Protección de armaduras frente a la corrosión **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®** para ambientes altamente corrosivos

- Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión **Sika® FerroGard®-903**

- Para fisuras sin movimiento **Sikagard®-720 EpoCem**
- Para fisuras finas superficiales **Sikagard®-550 W Elastic**
- Fisuras de más de 0.3 mm de espesor **Sika® Inyección-52**

- Revestimientos de protección del hormigón **Sikagard®-720 EpoCem® Sikagard®-670 W SikaCor® 6630 HS**

- **Sistema Sikadur® Combiflex® -E**



Plantas de Tratamiento

Defectos

- Desprendimientos de Hormigón

- Armaduras expuestas

- Fisuras

- Protección del hormigón

- Abrasión

- Juntas

Soluciones Sika

- Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente **Sika® MonoTop®-412 S** Aditivos para Hormigón **Sikament®**

- Protección de armaduras frente a la corrosión **SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®, Sikadur®-32** para ambientes altamente corrosivos

- Para fisuras sin movimiento **Sikagard®-720 EpoCem**
- Fisuras de más de 0.3 mm de espesor **Sika® Inyección-201**

- Revestimientos de protección del hormigón **Sikagard®-720 EpoCem® Poxitar LS**

- **Sikadur® 43**

- **Sistema Sikadur® Combiflex® -E**

La Reparación y Protección del Hormigón Armado con Sika®

De Acuerdo con las Normas Europeas UNE-EN 1504

Sika - Su Socio Local con Presencia Global

Sika es una compañía globalmente activa en el negocio de las especialidades químicas para la construcción y para la industria. Está presente en más de 70 países, con centros de producción, de ventas y de apoyo técnico.

Sika es el líder global de mercado y tecnología en impermeabilización, sellado, pegado, refuerzo y protección tanto en edificación como en obra civil.

Sika posee más de 10.000 empleados en todo el mundo, por lo que se sitúa en una posición ideal para garantizar el éxito de sus clientes.



Las informaciones contenidas en este documento y en cualquier otro asesoramiento dado, 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 y de acuerdo a 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 la Hoja de Datos del Producto concernido, copias de la cual se mandará a quién las solicite.

OFICINAS CENTRALES Y FÁBRICA

Madrid 28108 - Alcobendas
P.I. Alcobendas
Carretera de Fuencarral, 72
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38

OFICINAS CENTRALES Y CENTRO LOGÍSTICO

Madrid 28108 - Alcobendas
P.I. Alcobendas
C/ Aragoneses, 17
Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38

Pedidos - Tel.: 902 107 209 - Fax: 916 61 03 61

Asesoramiento Técnico Personalizado - Tel.: 902 105 107

DELEGACIONES

Barcelona 08907
L'Hospitalet de Llobregat
Travesía Industrial, 13
Tel.: 932 61 85 60
Fax: 932 63 52 14

Vizcaya 48150 Sondika
P.I. Izarza
Txori-Erri, 46. Pab. 3º D
Tel.: 944 71 10 32
Fax: 944 71 11 66

Valencia 46930
Quart de Poblet
P.I. Valencia 2000
Ctra. N.III, Km 347 C/ Este 2 C
Tel.: 961 53 41 77
Fax Pedido: 961 52 16 37
Fax Comercial: 961 52 57 60

Málaga 29004
P.I. Guadalhorce
E. Salazar Chapela, 16
Cjto. Promisa - Nave 25
Tel.: 952 24 38 60
Fax: 952 23 74 58

Sevilla 41016
P.I. de la Chaparrilla,
Parcela 48
Tel. 954 47 52 00
Fax: 954 44 05 30

Valladolid 47008
P.I. Argales
C/ Metal, 9
Tel. 983 45 62 48
Fax: 983 22 18 61

Las Palmas 35011
Dr. Apolinario Macías, 35
(Tecnicanarias)
Tel. 928 25 76 09
Fax: 928 25 05 88

Pontevedra 36207 Vigo
Avda. de la Marina Española, 6
Tel.: 986 37 12 27
Fax: 986 27 20 56



www.sika.es

info@es.sika.com



Innovation & Consistency | since 1910