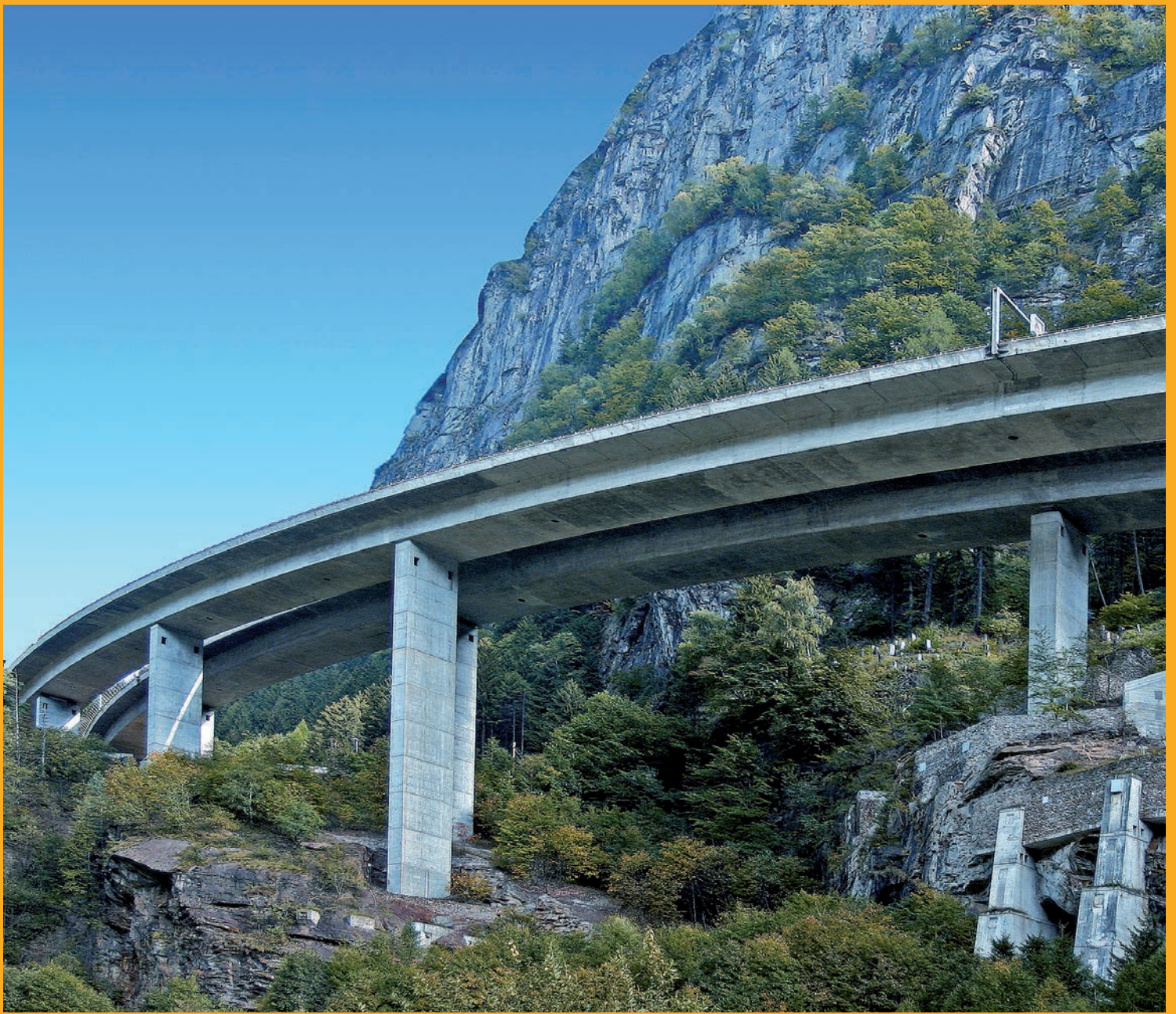




LA REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN ARMADO CON SIKA

DE ACUERDO CON LAS NORMAS EUROPEAS UNE-EN 1504

BUILDING TRUST





SIKA – SU SOCIO

El deterioro del hormigón puede ocurrir debido a la corrosión, daños estructurales, la infiltración de agua, ciclos de hielo/deshielo, la actividad sísmica, áridos reactivos, etc. Los años de investigación, además de décadas de experiencia práctica, han permitido a Sika desarrollar soluciones integrales para restaurar y rehabilitar las estructuras de hormigón. Nuestra máxima es el asesoramiento y soporte a nuestros clientes, desde el inicio a la finalización del proyecto. Todo ello basado en más de 100 años de experiencia en proyectos grandes y pequeños alrededor del mundo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

04	La Reparación y Protección del Hormigón
06	Reparación y Protección del Hormigón – Fases del Proyecto
10	Visión General de los Principios de la Reparación y Protección del Hormigón de Acuerdo a UNE-EN 1504-9
12	Los Principios de Reparación y Protección del Hormigón
14	Visión General de los Principios y Métodos de Reparación y Protección de la UNE-EN 1504-9
16	EN 1504-9 Principio 1: Protección Contra la Penetración (PI) Principio 2: Control de la Humedad (MC) Principio 3: Restauración del Hormigón (CR) Principio 4: Refuerzo Estructural (SS) Principio 5: Resistencia al Ataque Físico (PR) Principio 6: Resistencia Química (RC) Principio 7: Conservación o Restauración del Pasivado (RP) Principio 8: Incremento de la resistividad (IR) Principio 9: Control Catódico (CC) Principio 10: Protección Catódica (CP) Principio 11: Control de Áreas Anódicas (CA)
42	Resumen Diagrama de Flujo
44	Selección de los Métodos para la Reparación del Hormigón
46	Selección de los Métodos para la Protección del Hormigón y de las Armaduras
48	Productos y Sistemas Sika
50	Evaluación de Sistemas y Productos Sika
52	Ejemplos de Daños Típicos en el Hormigón y su Reparación y Protección con Sistemas Sika®
54	Sika y El Instituto Internacional de Reparación del Hormigón (ICRI)

LA REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN

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.

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

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:

		•	Símbolo CE
01234		•	Número de identificación del organismo de certificación
Sika Schweiz AG - Murtenstrasse 13, CH-3186 Düringen		•	Número de fábrica Sika
08		•	Año en que se fijó el marcado
01234-CPD-00234		•	Número DOP
EN 1504-3			
Concrete Repair product for structural repair CC mortar (based on hydraulic cement)			
Compressive strength:	class R3		
Chloride ion content:	≤ 0,05%		
Adhesive Bond:	≥ 1,5 MPa		
Carbonation resistance:	Passes		
Elastic modulus:	21 GPa	•	Información adicional sobre las características reglamentadas
Thermal compatibility part 1:	≥ 1,5 MPa		
Capillary absorption:	≤ 0,5 kg · m ⁻² · h ^{-0,5}		
Dangerous substances:	comply with 5.4		
Reaction to fire:	Euroclass A1		
http://dop.sika.com		•	Página web DOP



REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN – FASES DEL PROYECTO

De acuerdo a la norma europea UNE en 1504-9

1

Información acerca de la Estructura

Al comienzo de un proyecto se lleva a cabo un estudio para recopilar información acerca de la estructura. Este incluye:

- Estado general e historia
- Documentación como por ejemplo cálculos, planos y especificaciones, etc.
- Programa de reparación y mantenimiento

Esta información proporcionará datos para entender la situación actual de la estructura.

2

Proceso de Evaluación

Se debe realizar un estudio en profundidad para conocer los daños visibles y no visibles de la estructura, e identificar si es posible, las causas fundamentales de estos daños. Esto se empleará para evaluar la capacidad de la estructura para llevar a cabo su función.

El estudio y la evaluación se realizarán únicamente por personal cualificado y con experiencia.

En caso de no llevar a cabo las reparaciones de la estructura de hormigón, un Ingeniero cualificado podrá realizar una estimación de la vida en servicio restante de la estructura.

El objetivo de un estudio del hormigón es identificar los defectos.

- Tipos de defectos en el hormigón
 - Mecánicos
 - Químicos
 - Físicos
- Defectos en el hormigón debidos a la corrosión de la armadura

3

Estrategia de Gestión

Basándose en la evaluación del estudio, el propietario tiene una serie de opciones sobre las que decidirá la estrategia adecuada en la reparación y protección, conociendo los futuros requerimientos de la estructura.

Por ejemplo las opciones de reparación que pueden definirse:

- No hacer nada o disminuir la capacidad
- Prevenir o reducir el deterioro futuro sin reparar
- Reconstrucción total o parcial de la estructura
- Demolition

Factores importantes cuando consideremos estas opciones:

- Vida útil esperada después de la reparación y protección
- La durabilidad requerida, comportamiento y requerimientos
- La seguridad durante los trabajos de reparación
- La posibilidad de trabajos de reparación adicionales en el futuro, incluyendo accesos y mantenimiento
- Las consecuencias y probabilidad de fallos estructurales
- Las consecuencias y probabilidad de fallo parcial

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
- Ruido y polución
- El tiempo necesario para realizar el trabajo, etc.

Mantenimiento futuro:

Cualquier trabajo de mantenimiento e inspección futuro que sea necesario llevar a cabo durante la vida en servicio de la estructura, tendrá que definirse también como parte de la estrategia de gestión.



4

Diseño del Trabajo de Reparación

Los principios de reparación y protección se definirán desde la norma EN 1504-9 y las opciones de reparación de la estrategia de gestión.

La filosofía de diseño de la reparación deberá tener en cuenta lo siguiente:

- Tipo, causas y extensión de los defectos
- Condiciones de servicio futuras
- Programa de mantenimiento futuro

Siguiendo la selección de los principios de la norma EN 1504-9, el Ingeniero también debe considerar el uso previsto de la estructura.

En el caso de la rehabilitación del hormigón las especificaciones pueden elaborarse en base a los requerimientos de las partes 2 a 7 de la EN 1504 (por ej. Ciclos hielo-deshielo).

Es importante que este trabajo no sólo considere la estructura a largo plazo, sino también que los materiales de reparación propuestos no tengan reacciones adversas con la propia estructura.

5

Trabajo de Reparación

Seleccionados los principios más apropiados de la EN 1504, los métodos de reparación más adecuados dependerán de:

- Acceso al lugar de trabajo
- Condiciones de la zona de trabajo (ej. seleccionar el método de reparación adecuado-relleno, vertido o proyectado)
- Seguridad y salud en el lugar de trabajo
- etc.

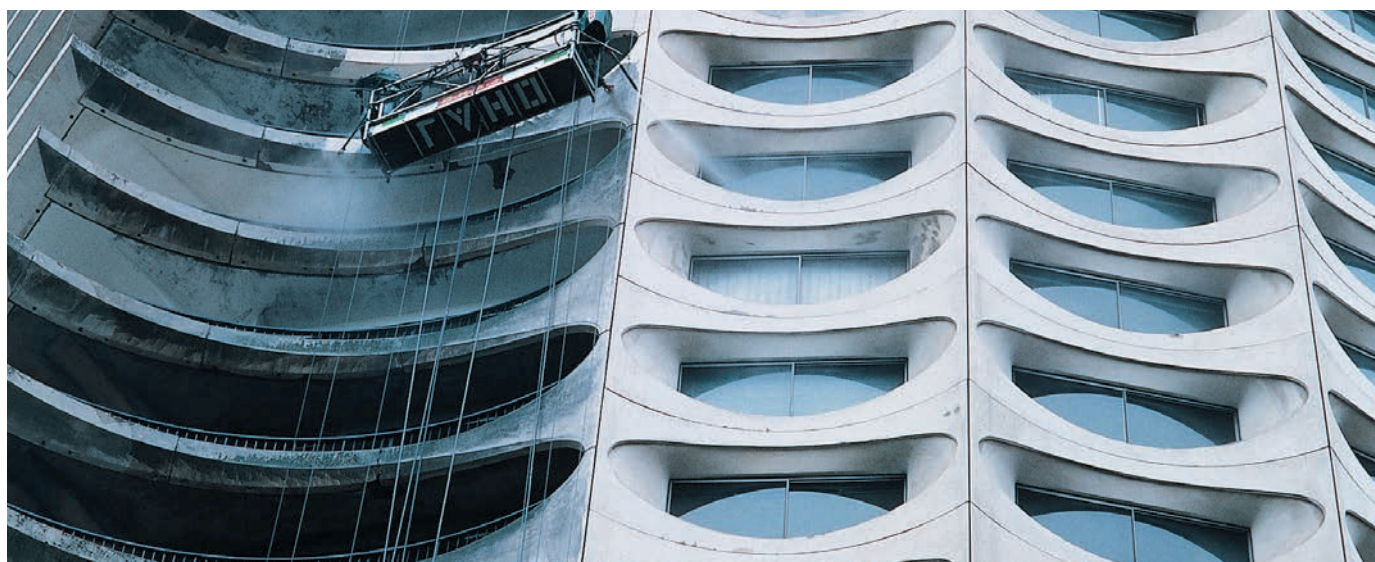
La preparación de la superficie, aplicación y Control de Calidad de los trabajos de reparación se llevarán a cabo de conformidad con las recomendaciones de la Parte 10 de la norma EN 1504.

6

Aceptación del Trabajo de Reparación

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

- ¿Cuál es la vida esperada?
- ¿Cuál es el modo y resultado del deterioro probable de los materiales seleccionados, p.ej. fragilidad, decoloración, deslamina-ción?
- ¿Cuál es el periodo de inspección?
- ¿Qué trabajos de reparación podrían ser necesarios en caso de deterioro?



CAUSA(S) HABITUALES DE LOS DAÑOS Y DETERIORO DEL HORMIGÓN

Evaluación de la fase de inspección y de los Resultados de la Diagnóstico del Laboratorio

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

Causa

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



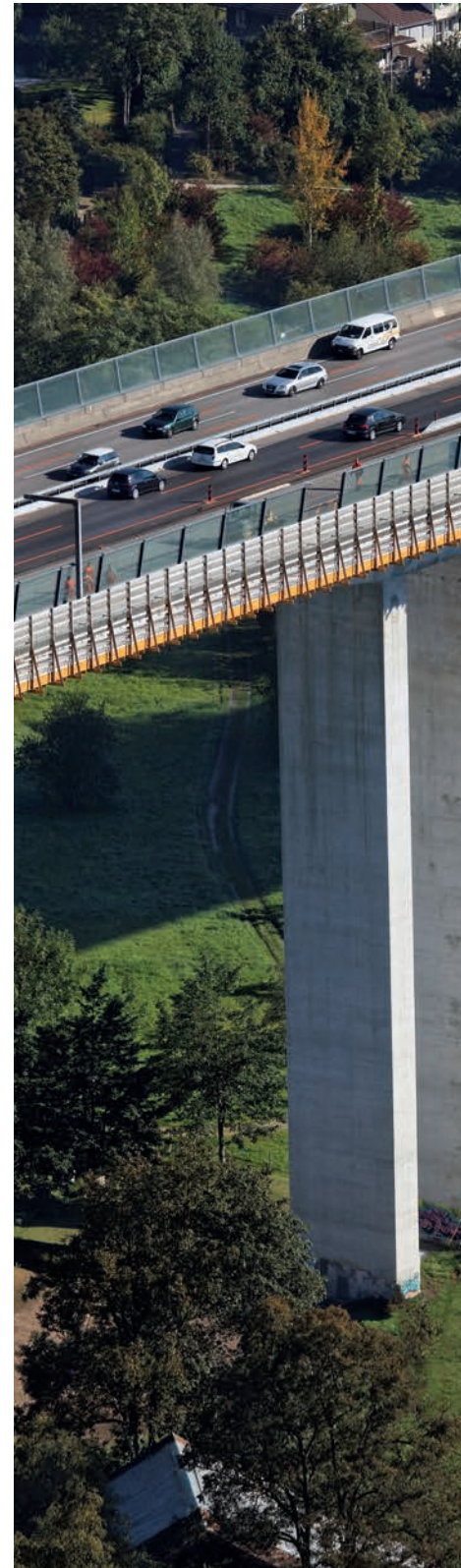
ATAQUE FÍSICO

Causa

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



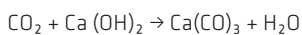


DAÑOS EN EL HORMIGÓN DEBIDO A LA CORROSIÓN DE ARMADURAS

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

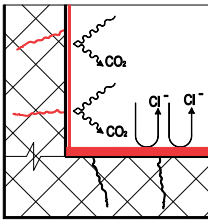
Principios aplicables para reparar y proteger

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



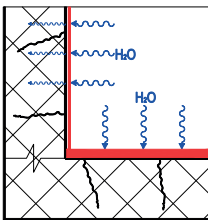
VISIÓN GENERAL DE LOS PRINCIPIOS DE LA REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN DE ACUERDO A UNE-EN 1504-9

LOS PRINCIPIOS RELATIVOS A LOS DEFECTOS EN EL HORMIGÓN



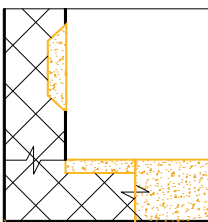
PRINCIPIO 1 (PI)

Protección contra la penetración



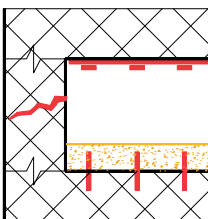
PRINCIPIO 2 (MC)

Control de Humedad



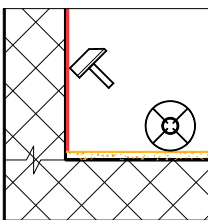
PRINCIPIO 3 (CR)

Restauración del hormigón



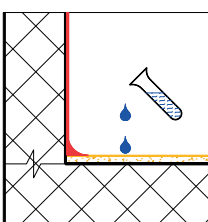
PRINCIPIO 4 (SS)

Refuerzo estructura



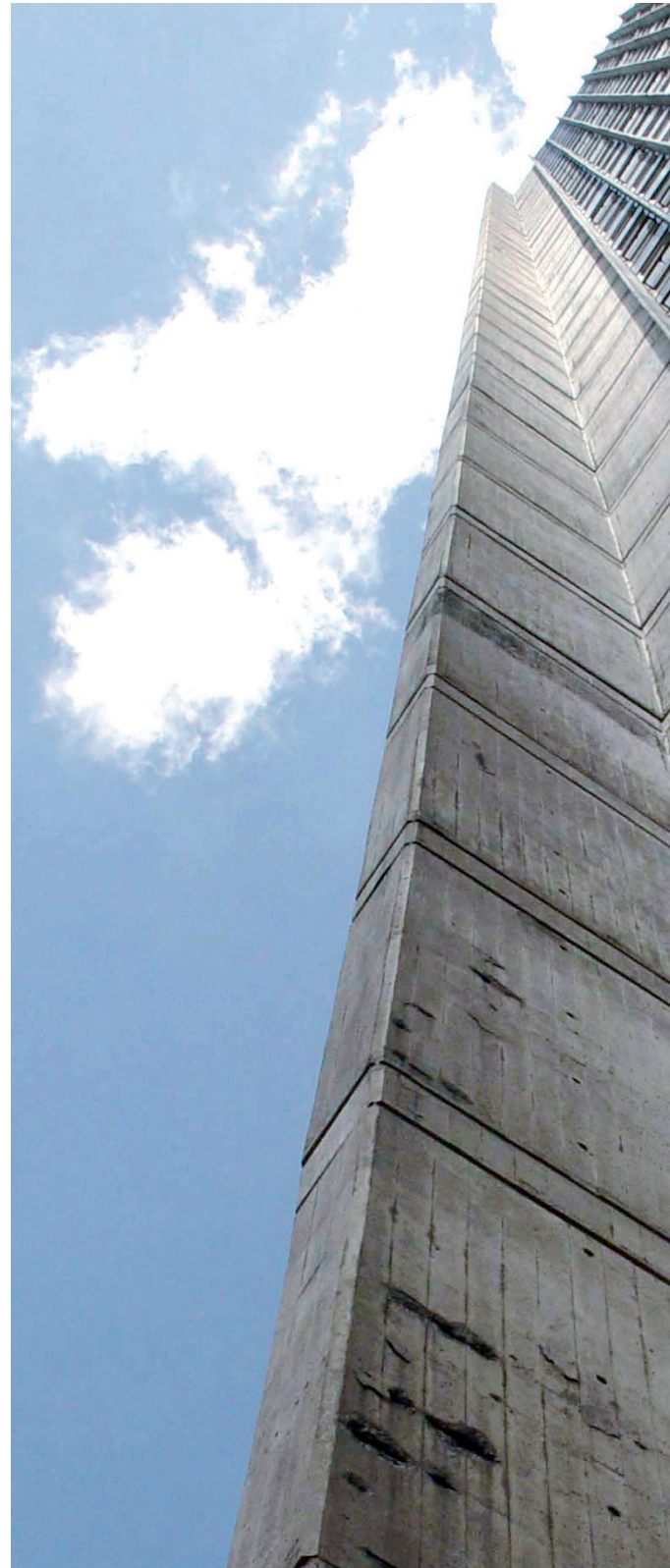
PRINCIPIO 5 (PR)

Resistencia al ataque físico



PRINCIPIO 6 (RC)

Resistencia a productos químicos

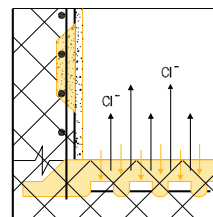




LOS PRINCIPIOS RELATIVOS A LA PROTECCIÓN FRENTE A LA CORROSIÓN

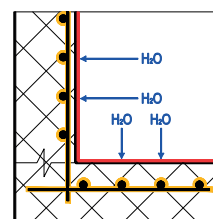
PRINCIPIO 7 (RP)

Conservación o restauración del pasivado



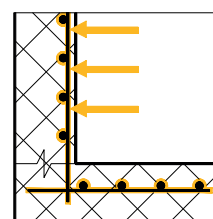
Principio 8 (IR)

Incremento de la Resistividad



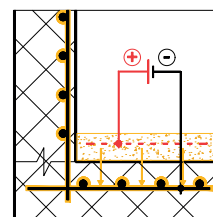
Principio 9 (CC)

Control catódico



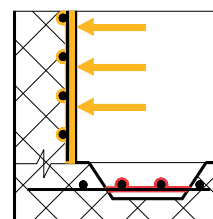
PRINCIPIO 10 (CP)

Protección catódica



PRINCIPIO 11 (CA)

Control de áreas anódicas



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 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	Gama Sikafloor® de 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 SikaProof®, 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	Gama Sikafloor® de 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 a la forma y función especificada originalmente.	3.1 Aplicación manual del mortero	Gamas Sika MonoTop®, SikaTop® y SikaRep®
		3.2 Relleno con hormigón y mortero	Gama Sika MonoTop®, Gama SikaGrout® (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.	Gama Sikadur®
		4.2 Instalación de barras de unión en agujeros prefabricados u horadados en el hormigón	Gama Sika® AnchorFix® y Sikadur®
		4.3 Adhesión de chapas	Combinación de sistemas adhesivos Sikadur® con Sika® Carbodur® y SikaWrap®
		4.4 Adición de mortero u hormigón	Productos Sika de pegado, morteros de reparación y tecnología del hormigón
		4.5 Inyección de fisuras, huecos o intersticios	Sistemas Sika Inyección
		4.6 Relleno de fisuras, huecos e intersticios	Sistemas Sika Inyección
		4.7 Pretensado (Post-tesado)	Sistemas Sika® CarboStress®

Principio	Descripción	Método	Solución Sika
Principio 5 (PR)	Resistencia al ataque físico Incremento de la resistencia al ataque físico o mecánico.	5.1 Capas o Revestimientos	Gama de revestimientos Sikagard®, Sistemas Sikafloor®
		5.2 Impregnación	-
		5.3 Adición de mortero u hormigón	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	Gama de revestimientos reactivos Sikagard® y Sikafloor®
		6.2 Impregnación	-
		6.3 Adición de mortero u hormigón	Como para los Métodos 3.1, 3.2 y 3.3

TABLE 2: PRINCIPLES AND MÉTODOS RELATED TO STEEL REINFORCEMENT CORROSION

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 Increasing cover with additional mortar or concrete	Gama Sika® MonoTop®, SikaTop®, SikaRep®, Sikacrete® y Sika® EpoCem®
		7.2 Replacing contaminated or carbonated concrete	Como para los Métodos 3.2., 3.3, 3.4
		7.3 Electrochemical realkalisation of carbonated concrete	Gama Sikagard® para tratamiento posterior
		7.4 Realkalisation of carbonated concrete by diffusion	Gama Sikagard® para tratamiento posterior
		7.5 Electrochemical chloride extraction	Gama Sikagard® para tratamiento posterior
Principio 8 (IR)	Incremento de la resistividad Incremento de la resistividad eléctrica del hormigón	8.1 Hydrophobic impregnations	Gama Sikagard® de impregnación hidrófuga
		8.2 Impregnations	-
		8.3 Coatings	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 Limiting oxygen content (at the cathode) by saturation or surface coating	Aditivo Sika® FerroGard® y aplicación superficial de inhibidores de corrosión Sikagard® y Gama de revestimientos reactivos Sikafloor®.
Principio 10 (CP)	Protección Catódica	10.1 Applying an electrical potential	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 Active coating of the reinforcement	SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®, Sika MonoTop®-910
		11.2 Barrier coating of the reinforcement	Sikadur-32®
		11.3 Applying corrosion inhibitors in or to the concrete	Aditivos Sika® FerroGard® e inhibidores de corrosión aplicados superficialmente

UNE-EN 1504 PRINCIPIO 1: PROTECCIÓN CONTRA LA PENETRACIÓN (PI)

Protección superficial del hormigón contra la penetración de Líquidos y Gases

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 dañino, 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

Método 1.1 Impregnaciones Hidrófobas

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Método 1.2 Impregnación

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

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

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Fotos



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: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Coeficiente de desecación	Gama Sikaguard®-700 ■ Impregnaciones hidrófobas a base de silanos o siloxanos. ■ Penetración profunda y genera una superficie repelente al agua. Sikaguard®-711 ES (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: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$	Sikafloor®-CureHard-LI ■ Base silicato de litio ■ Aumento de la penetración ■ Coste de aplicación reducido
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: Sd >50 m Absorción capilar: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Permeabilidad al vapor de agua: Clase I: Sd <5 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 Elastocolor ES ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable, puenteo de fisuras Sikaguard®-545 WE Elastofill ■ Resina acrílica de un componente ■ Elástica

UNE-EN 1504 PRINCIPIO 1: PROTECCIÓN CONTRA LA PENETRACIÓN (PI)

Protección superficial del hormigón contra la penetración de Líquidos y Gases (continuación)

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

Método 1.4 Fisuras con vendaje local

Método 1.5 Relleno de fisuras

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

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

Fotos



Descripción	Criterio Principal	Productos Sika® (ejemplos)
Aplicación local del material adecuado para prevenir la entrada de agentes agresivos en el hormigón.	Criterio no especificado	Sistema Sikadur®-Combiflex® ■ Extremadamente flexible ■ Resistencia térmica y al agua ■ Excelente Adherencia
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: D: Ductilidad S: Expansión	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 (MC)

Ajuste y mantenimiento del contenido de humedad en el hormigón

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

Método 2.1 Impregnaciones hidrófobas

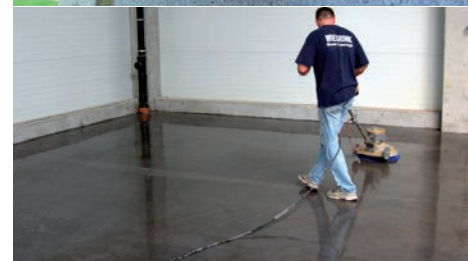
Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Fotos



Método 2.2 Impregnación

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

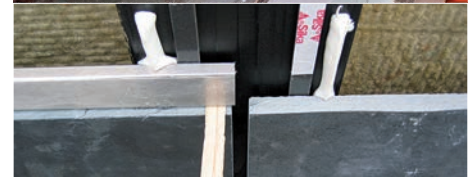


Método 2.3 Revestimiento superficial

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2



Método 2.4 Levantamiento de Paneles exteriores



Método 2.5 Tratamiento electroquímico



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: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$ Coeficiente de desecación	Sikaguard®-711 ES ■ Base silanos o siloxanos ■ Generar una superficie repelente al agua Sikaguard®-700 S (Clase I) Sikagard®-706 Thixo (Class II)
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: $w < 0.1 \text{ kg /m}^2 \times \sqrt{h}$	Sikafloor®-CureHard-LI ■ Base silicato de litio ■ Aumento de la penetración ■ Coste de aplicación reducido
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 Elastocolor ES ■ Resina acrílica, base agua ■ Impermeable, puenteo de fisuras Sikaguard®-545 WE 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 HORMIGÓN (CR)

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).

Métodos

Método 3.1 Morteros de aplicación manual

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3

Método 3.2 Relleno con hormigón o mortero

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3

Fotos



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, predefinidos, 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 S ■ Mortero de reparación de altas prestaciones ■ Retracción extremadamente baja Clase R3: SikaRep®-311 R ■ Retracción extremadamente baja ■ Mortero de reparación rápido Clase R2: SikaRep® 212 ■ Mortero de reparación de rápido fraguado
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®-432 S ■ Monocomponente ■ Fluido ■ Rápido endurecimiento

UNE-EN 1504-9 PRINCIPIO 3: RESTAURACIÓN DEL HORMIGÓN (CR)

Sustitución y Restauración del hormigón dañado (continuación)

- 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).
- Aspectos económicos (ej. Método 3.4 Reemplazo de una parte o toda la estructura con elementos de hormigón prefabricado)

Métodos

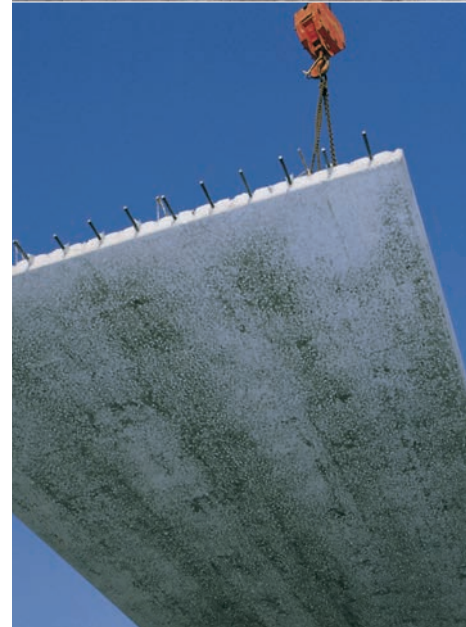
Método 3.3 Hormigón o mortero proyectado

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3

Fotos



Método 3.4 Reemplazo de elementos de hormigón



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 S ■ Mortero de reparación de altas prestaciones ■ Retracción extremadamente baja ■ Aplicación manual ó por proyección en "vía húmeda" Clase R3: Sika® MonoTop®-612 ■ Retracción extremadamente baja ■ 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 la Estructura

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

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

Parte correspondiente de la norma EN 1504-6

Método 4.3 Adhesión de chapas

Parte correspondiente de la norma EN 1504-4

Método 4.4 Adición de mortero u hormigón

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3 y EN 1504-4

Fotos



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.	Criterio no especificado	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 ≤ 0.6 mm para una carga de 75 kN Fluencia en tracción: Desplazamiento ≤ 0.6 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 meta-crilato, 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: ≥ 12 N/mm² Módulo de elasticidad en compresión: ≥ 2000 N/mm² Coefficiente 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 ≥ 6 N/mm²	Sistemas consistentes en Imprimitaciones Sika y tecnología Sika del hormigón Materiales de reparación: Sikadur®-41 EF mortero de reparación epoxi Imprimitaciones 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 Estructura (continuación)

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

Método 4.5 Inyección fisuras, huecos o intersticios

Parte correspondiente de la norma EN 1504-5

Fotos



Método 4.6 Relleno de fisuras, huecos o intersticios

Parte correspondiente de la norma EN 1504-5



Método 4.7 Pretensado (Post-tesado)



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 EF ■ 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® CarboStress®

UNE-EN 1504-9 PRINCIPIO 5: RESISTENCIA AL ATAQUE FÍSICO (PR)

Aumento de la resistencia del hormigón al ataque físico y/o mecánico

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

Método 5.1 Capas o revestimientos

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Fotos



Método 5.2 Impregnación

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2



Método 5.3 Adición de mortero u hormigón

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3



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: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Resistencia al impacto: 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: Sikafloor®-264 ■ 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: $w < 0.1 \text{ kg/m}^2 \times \sqrt{h}$ Resistencia al impacto: Clase I a Clase II	Sikafloor®-CureHard-LI ■ Base silicato de litio ■ Aumento de la penetración ■ Coste de aplicación reducido
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 algunos 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 S ■ Muy baja retracción ■ Mortero de reparación monocomponente Sikafloor®-81 EpoCem ■ Mortero de cemento modificado con epoxi ■ Alta resistencia al hielo y sales de deshielo

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

Método 6.1 Capas o revestimientos

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Fotos



Método 6.2 Impregnación

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2



Método 6.3 Adición de mortero u hormigón

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3



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: Sikaguard®-62 ■ Resina epoxi, bicomponente con buena resistencia química y mecánica ■ Superficie fuertemente adherida Clase I: Sikafloor®-264 ■ 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: Sikaguard®-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 DEL PASIVADO (RP)

Nivelación y restauración de la superficie y contorno del hormigón

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

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

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3

Método 7.2 Reemplazo del hormigón carbonatado o contaminado

Parte correspondiente de la norma EN 1504-3

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

Fotos



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	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 S SikaTop®-121/-122
	Resistencia a compresión: Clase R4 o R3	Clase R3: Sika® MonoTop®-612
	Adhesión: Clase R4 o R3	
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	Clase R4: Sika® MonoTop®-412 S
	Resistencia a compresión: Clase R4 o R3	Clase R3: Sika® MonoTop®-612 Tecnología Sika de hormigón para recuperar la calidad del hormigón:
	Adhesión: Clase R4 o R3	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: Sikaguard®-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: Sikaguard®-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 Sikaguard®-711 ES más revestimiento de protección Sikagard®-670 W Elastocolor®

UNE-EN 1504-9 PRINCIPIO 8: INCREMENTO DE LA RESISTIVIDAD (IR)

Aumento de la Resistividad Eléctrica del Hormigón para Reducir el Riesgo de Corrosión

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

Método 8.1 Impregnaciones hidrófobas

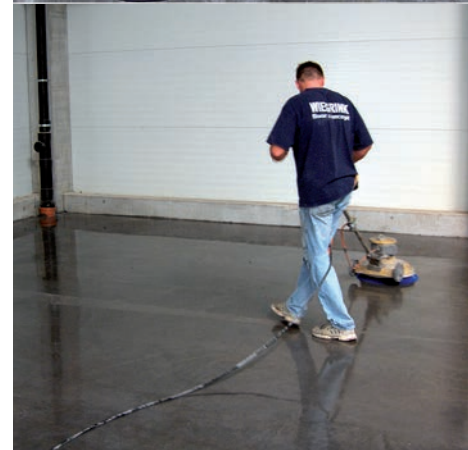
Parte correspondiente de la norma EN 1504-2

Fotos



Método 8.2 Impregnación

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2



Método 8.3 Revestimiento

Parte correspondiente de la norma EN 1504-2



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 $<10\%$	Sikaguard®-711 ES ■ 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 Elastocolor ES ■ 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 Plus (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-50 ■ Autonivelante ■ Resistividad suficiente

UNE-EN 1504-9 PRINCIPIO 11: CONTROL DE ÁREAS ANÓDICAS (CA)

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

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

Parte correspondiente de la norma EN 1504-7

Método 11.2 Pintado de la armadura con revestimiento barrera

Parte correspondiente de la norma EN 1504-7

Método 11.3 Aplicación de inhibidores al hormigón

Fotos



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®-910 S ■ Protección frente a la corrosión, mono-componente ■ Buena resistencia a la penetración de agua y cloruros Basado en cemento modificado con resina epoxi: Gama SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® ■ 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 Plus (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

Fases del Correcto Procedimiento de Reparación y Protección del Hormigón de acuerdo con la Norma Europea UNE-EN 1504

LAS FASES DE LOS PROYECTOS DE REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN DE ACUERDO CON LA UNE-EN 1504 PARTE 9

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

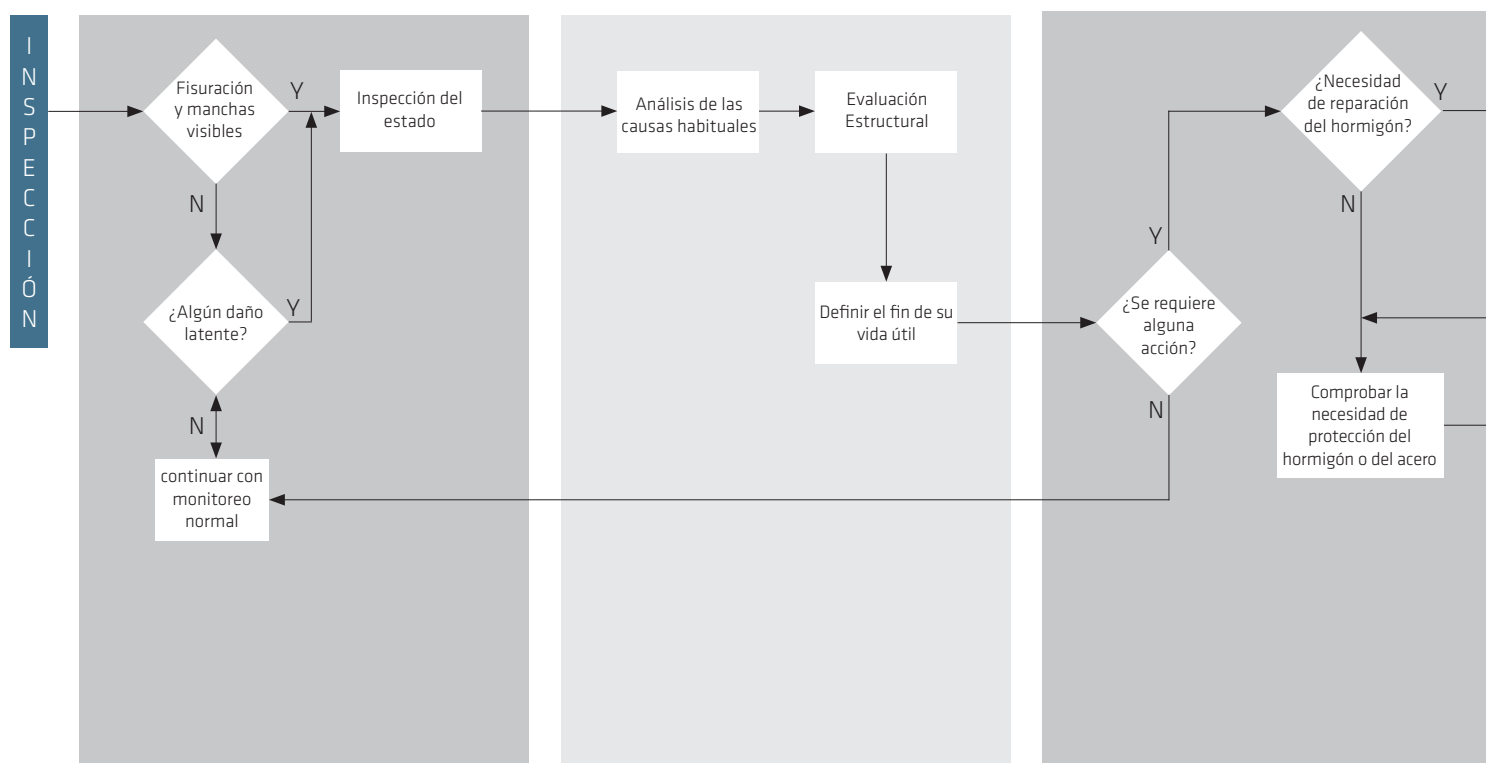
PÁGINAS RELACIONADAS CON LO ANTERIOR DE ESTE FOLLETO

Ver más detalles en la página 6

Ver más detalles en las págs. 8/9

Ver más detalles en las págs. 44 – 47

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA UNE-EN 1504: PROCEDIMIENTO PARA LA REPARACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN CON LOS SISTEMAS SIKA

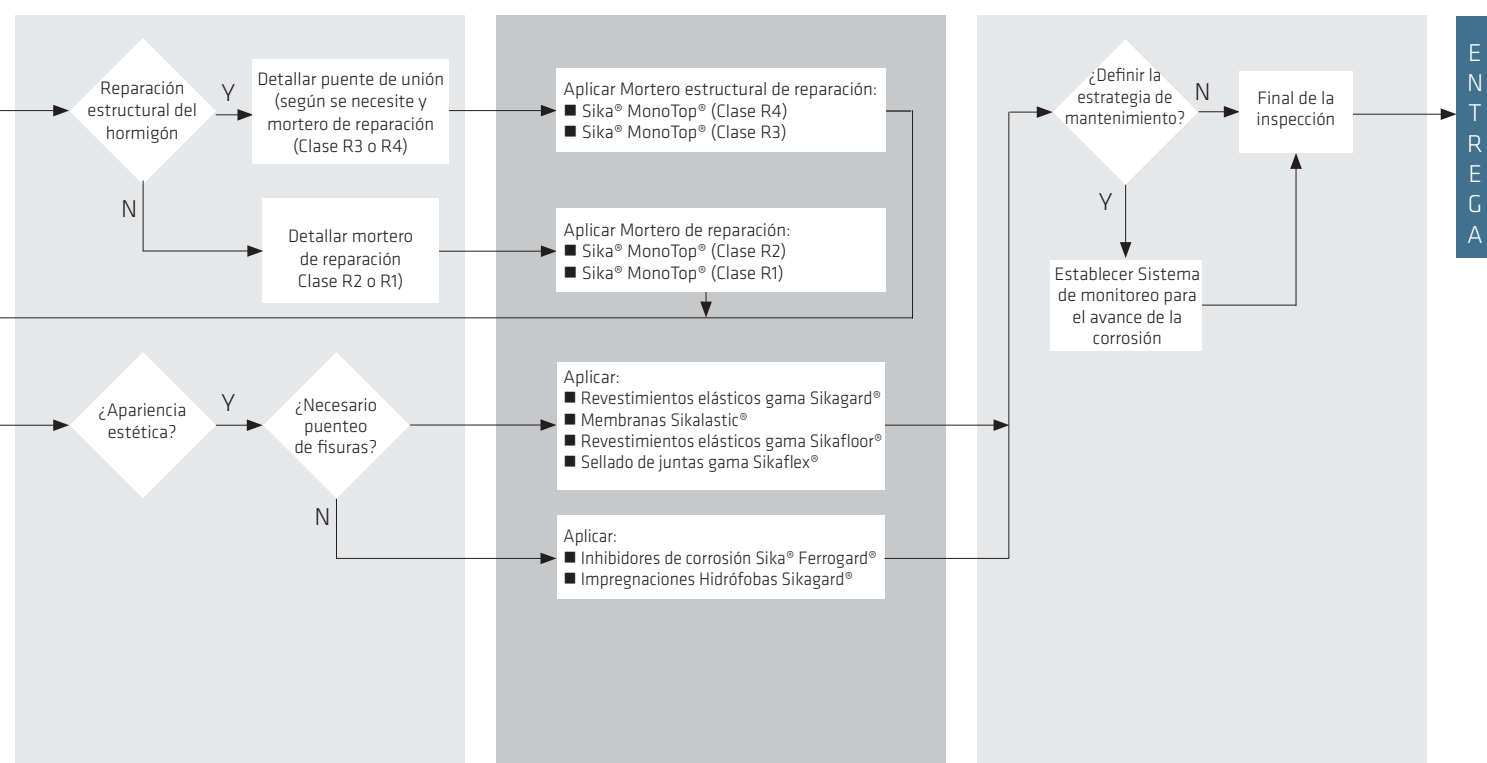


Planificación del trabajo de reparación	Trabajos de reparación	Aprobación del trabajo de reparación
■ Definición de las prestaciones ■ Preparación del soporte ■ Productos ■ Aplicación ■ Especificaciones ■ Planos UNE-EN 1504 Partes 2-7 y UNE-EN 1504-9 Cláusula 6,7 y 9	■ Selección del producto final ■ Selección del equipo ■ Evaluación de la salubridad y seguridad ■ Definición del Control de Calidad y de Aprobación UNE-EN 1504-9 Cláusula 9 y 10 y UNE-EN 1504-10	■ Ensayo de recepción ■ Trabajos correctores ■ Documentación final ■ Estrategia de mantenimiento UNE-EN 1504-9 Cláusula 8 y UNE-EN 1504-10

Ver más detalles en las págs. 14 – 41

Ver más detalles en las págs. 48/49

Ver más detalles en las págs. 7



SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS PARA LA REPARACIÓN DEL HORMIGÓN

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 y 4.4 Adición de mortero u hormigón	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	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	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 Revestimiento (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	3.1 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
Corrosión de armaduras debido a Cloruros	3.1 Aplicación de mortero a mano 3.1 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

SELECCIÓN DE LOS MÉTODOS PARA LA PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN Y DE LAS ARMADURAS

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	1.1 Impregnación Hidrófoba	1.1 Impregnación Hidrófoba
	1.3 Revestimiento superficial	1.3 Revestimiento superficial con puenteo de fisuras	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	5.2 Impregnación	1.1 Impregnación Hidrófoba
	2.2 Impregnación	2.3 Revestimiento	y 5.1 Revestimiento
			5.3 Adición de mortero u hormigón
Reacciones álcali árido	2.1 Impregnación Hidrófoba	2.1 Impregnación Hidrófoba	2.1 Impregnación Hidrófoba
	2.3 Revestimiento	2.3 Revestimiento (elástico)	y 2.3 Revestimiento (elástico)
			1.8 Aplicación de membranas
Ataque químico	6.2 Impregnación	6.3 Adición de morteros u hormigón	6.1 Revestimientos (reactivos)

Daño leve: Defectos ligeros en el hormigón y/o protección a corto plazo

Daño Medio: Defectos moderados en el hormigón y/o protección a medio plazo

Daño Severo: Graves defectos en el hormigón y/o protección a largo plazo

PROTECCIÓN DE LAS ARMADURAS

Requisitos para la Protección	Nivel leve	Nivel medio	Nivel severo
Carbonatación	1.1 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
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 .5 Extracción electroquímica de los iones cloruro y 11.2 Pintado de la armadura con revestimiento barrera 10.1 Aplicación de un potencial eléctrico
Corrientes eléctricas erráticas	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 2.2 Impregnación	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 2.5 Tratamiento electroquímico y 2.3 Revestimiento	Si se desconecta la corriente eléctrica no es posible: 10.1 Aplicación de un potencial eléctrico

PRODUCTOS Y SISTEMAS SIKA

La Evaluación Independiente y Certificados de los Sistemas y Productos Sika®, Ensayos y Pruebas adicionales de acuerdo con los Requerimientos de la norma UNE-EN 1504

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:

PARA REPARACIÓN DE HORMIGÓN

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
- Permeabilidad a cloruros

Regularización y relleno de los poros superficiales

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

Sustitución del hormigón dañado

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

PARA PROTECCIÓN DE HORMIGÓN

Impermeabilización con impregnaciones hidrófobas

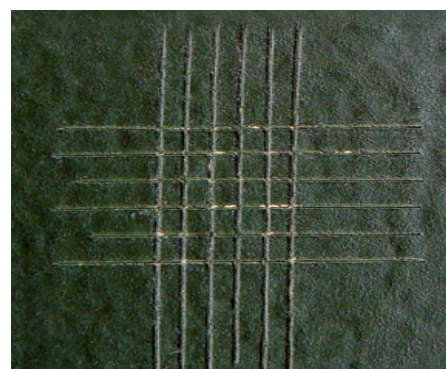
- Capacidad de penetración
- Absorción de agua
- Resistencia a los álcalis
- Capacidad de repeler el agua
- Permeabilidad al vapor de agua
- Resistencia al hielo/deshielo

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

- Capacidad de puenteo de fisuras
 - Estáticas
 - Dinámicas
 - A bajas temperaturas (-20° C)
- Alta adherencia
- Corte por enrejado
- Permeabilidad al CO₂
- Permeabilidad al vapor de agua
- Resistencia a los rayos UV
- Resistencia a sustancias alcalinas
- Resistencia al hielo/deshielo
- Resistencia al fuego





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

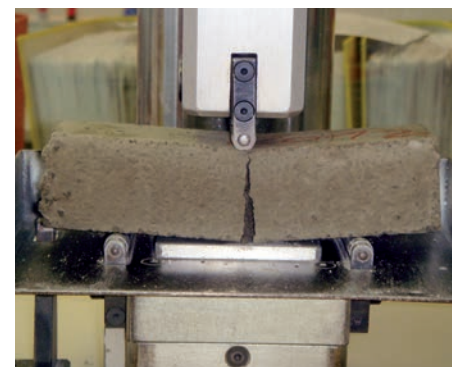
Además del funcionamiento en la estructura, es esencial definir y después ensayar las características y propiedades de la aplicación de los productos. En Sika, aseguramos que están de acuerdo con la norma UNE-EN 1504 Parte 10, pero adicionalmente aseguramos también que los productos Sika pueden ser aplicados 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.



CONTROL DE CALIDAD

Garantía de calidad de producción

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.



Control de Calidad in situ

Los trabajos de reparación requieren, cada vez con mayor importancia, un plan de aseguramiento de la calidad. Con conocimientos en gestión de calidad, Sika puede ayudar al aplicador a elaborar y preparar los procedimientos pertinentes para cumplir todos estos requerimientos. La EN 1504-10 da orientación sobre el control de calidad para llevar a cabo en el lugar del trabajo. Sika también facilita especificaciones de los productos y de los sistemas junto con los métodos de aplicación de los mismos. Los procedimientos de control de calidad están disponibles para ayudar a los supervisores y gestionar los proyectos de reparación y protección.



EVALUACIÓN DE SISTEMAS Y PRODUCTOS SIKA

Ensayos Adicionales de Prestaciones y Evaluaciones Independientes Extensivas de Durabilidad

REPARACIÓN DEL HORMIGÓN

El “Baenziger Block” para Ensayos de Mortero

Hay muchas causas reportadas de fallos prematuros en el mortero de reparación, pero uno de los más comunes es que se formen grietas en el material. Durante mucho tiempo, Sika ha conocido este problema y ha desarrollado un procedimiento de ensayo para fomentar los límites de rendimiento y mejorar la calidad del producto. 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.



“Baenziger Block” sin rellenar.



Mortero fisurado.



Mortero con buen comportamiento.



Ensayos de prestaciones de morteros de reparación avanzados Sika

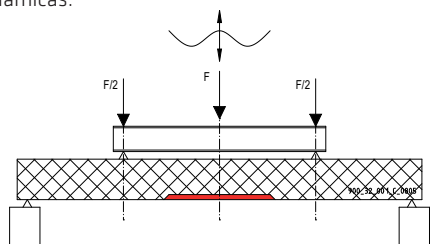
El “Baenziger Block” para ensayos de morteros de reparación del hormigón permite comparaciones directas y medida de rendimiento entre productos, métodos de producción, facilidades de producción y condiciones de aplicación en todas partes del mundo.

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

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

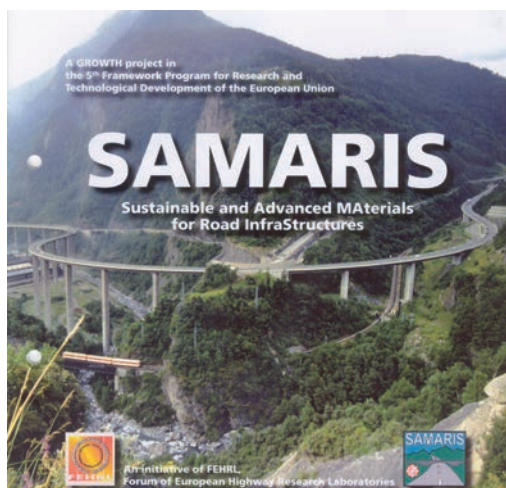
Ensayos sobre el funcionamiento de los Inhibidores de Corrosión

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 Plus 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 Plus aplicado como medida preventiva en un ambiente contaminado por cloruros, en un estudio realizado durante dos años y medio (BRE 224-346⁶). 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 Plus es un método efectivo para mitigar la corrosión.

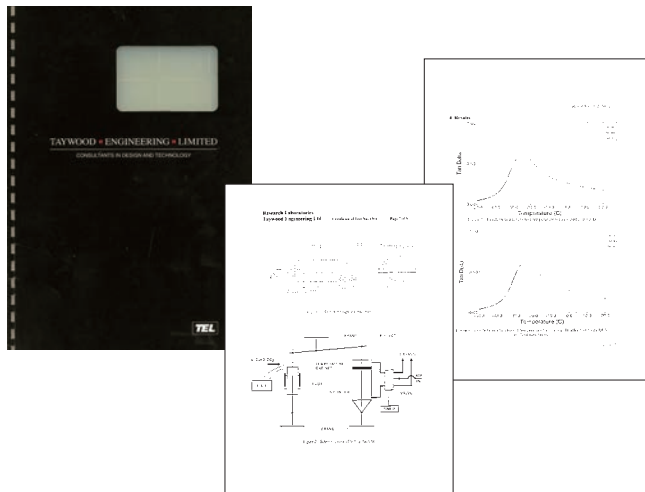


Pruebas adicionales para Impregnaciones Hidrófobas

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.
- Los revestimientos Sikagard continuarán funcionando a largo plazo, después de otros muchos conocidos como revestimientos “protectores” que han dejado de proporcionar una protección efectiva.

EJEMPLOS DE DAÑOS TÍPICOS EN EL HORMIGÓN Y SU REPARACIÓN Y PROTECCIÓN CON SISTEMAS SIKA®



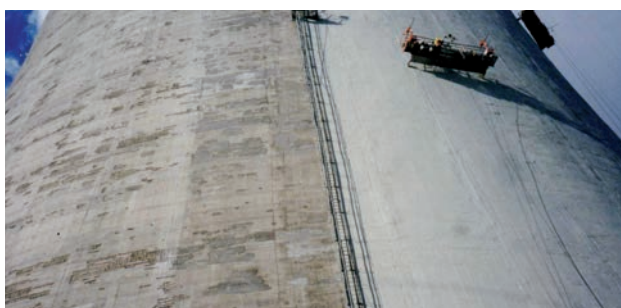
EDIFICIOS COMERCIALES

Defectos	Soluciones Sika
Desprendimientos de Hormigón	Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente Sika Sika® MonoTop®-412 S Aditivos para Hormigón Sikament®
Armaduras expuestas	Protección de armaduras frente a la corrosión Sika® MonoTop®-910 S
Armaduras embebidas	Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión Sika® FerroGard®-903 Plus
Fisuras	Para fisuras sin movimiento Sika® MonoTop®-620 Para fisuras finas superficiales Sikagard®-550 Elastocolor ES
Protección del hormigón	Revestimientos de protección del hormigón Sikagard® 670 W Elastocolor Sikaguard®-711 ES
Juntas	Sikaflex®-AT Connection

* Additional Sika solutions are also possible, please refer to specific documentation or contact our Technical Service Departments for advice.

PUENTES

Defectos	Soluciones Sika
Desprendimientos de Hormigón	Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente Sika® MonoTop®-412 S Aditivos para Hormigón Sikament®
Armaduras expuestas	Protección de armaduras frente a la corrosión SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® Sikadur-52 Inyección para ambientes altamente corrosivos
Armaduras embebidas	Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión Sika® FerroGard®-903 Plus
Fisuras	Para fisuras sin movimiento Sika® MonoTop®-620 Para fisuras finas superficiales Sikagard®-550 Elastocolor ES Fisuras de más de 0.3 mm de espesor Sikadur-52 Inyección®
Protección del hormigón	Revestimientos de protección del hormigón Sikagard® -670 W Elastocolor Capa de impermeabilización Sikalastic-821 LV
Juntas	Sistema Sikadur® Combiflex®



CHIMENEA Y TORRE DE REFRIGERACIÓN PLANTAS DE TRATAMIENTO

Defectos	Soluciones Sika
Desprendimientos de Hormigón	Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente Sika® MonoTop®-412 SFG Aditivos para Hormigón Sikament®
Armaduras expuestas	Protección de armaduras frente a la corrosión SikaTop® Armatec®-110 EpoCem® para ambientes altamente corrosivos
Armaduras embebidas	Protección de armaduras mediante la aplicación de inhibidores de corrosión Sika® FerroGard®-903 Plus
Fisuras	Para fisuras sin movimiento Sikagard®-720 EpoCem Para fisuras finas superficiales Sikagard®-550 W Elastic Fisuras de más de 0.3 mm de espesor Sikadur®-52 Inyección
Protección del hormigón	Revestimientos de protección del hormigón Sikaguard®-720 EpoCem® Sikagard®-670 W
Juntas	Sistema Sikadur® Combiflex®

Defectos	Soluciones Sika
Desprendimientos de Hormigón	Aplicación de hormigón o mortero por proyección o manualmente Sika® MonoTop®-412 S Aditivos para Hormigón Sikament®
Armaduras expuestas	Protección de armaduras frente a la corrosión SikaTop® Armatec®-110 EpoCem®, Sikadur®-32 para ambientes altamente corrosivos
Fisuras	Para fisuras sin movimiento Sikagard®-720 EpoCem Fisuras de más de 0.3 mm de espesor Sika® Inyección-201
Protección del hormigón	Revestimientos de protección del hormigón Sikaguard®-720 EpoCem®, Poxitar LS
Abrasión	Sikadur® 41 EF
Juntas	Sistema Sikadur® Combiflex®

SIKA Y EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE REPARACION DEL HORMIGON (ICRI)

SIKA ASÍ COMO EL INSTITUTO INTERNACIONAL DE REPARACIÓN DEL HORMIGÓN (ICRI) comparten el mismo objetivo: alcanzar la excelencia en los proyectos de reparación del hormigón a través de productos y sistemas innovadores, de asesoramiento al cliente y cursos de formación en todo el mundo.

INSTITUTO INTERNACIONAL DE REPARACIÓN DEL HORMIGÓN



EL Instituto Internacional de Reparación del Hormigón (ICRI) se formó en 1988 como la Asociación Internacional de Especialistas en reparación del hormigón, por un grupo de pioneros que expresó su preocupación por la proliferación de contratistas no cualificados que entran en la industria y la falta de normas y directrices para la reparación del hormigón.

Desde ese momento, el ICRI ha crecido hasta convertirse en una fuerte asociación internacional de 2.000 miembros dedicada exclusivamente a la reparación y restauración del hormigón.

Misión del ICRI:

LA MISIÓN DEL INSTITUTO INTERNACIONAL DE REPARACION DEL HORMIGON ES SER UNA FUENTE DE REFERENCIA DE EDUCACIÓN E INFORMACIÓN PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA REPARACIÓN, RESTAURACIÓN Y PROTECCIÓN DEL HORMIGÓN Y OTRAS ESTRUCTURAS, DE CONFORMIDAD CON LOS CRITERIOS CONSENSUADOS.

La filosofía del grupo es que si la calidad del trabajo se mejora, y los compradores de servicios de reparación sienten que están obteniendo un producto duradero, la demanda de sus productos y servicios aumentará y la imagen de la industria de reparación de hormigón se elevará. Desde su creación, la organización se ha esforzado en incluir los intereses de los contratistas, ingenieros y fabricantes en todos los aspectos de sus operaciones. El objeto es reunir a aquellos que están verdaderamente interesados en mejorar la industria de la reparación del hormigón y aunar sus esfuerzos para lograr un cambio significativo. Se hace todo lo posible para garantizar una representación equitativa para todos en el liderazgo de la organización, el comité de representación y la difusión de conocimientos técnicos.

Obviamente se centró en el mercado de América del Norte, sin embargo, el ICRI es bien conocido internacionalmente especialmente en América Latina, Oriente Medio, Sudeste de Asia y el Pacífico. Esta asociación como Sika se esfuerza por mejorar la calidad de los trabajos de reparación en el negocio de la rehabilitación.



ICRI PROGRAMA DE PREMIOS

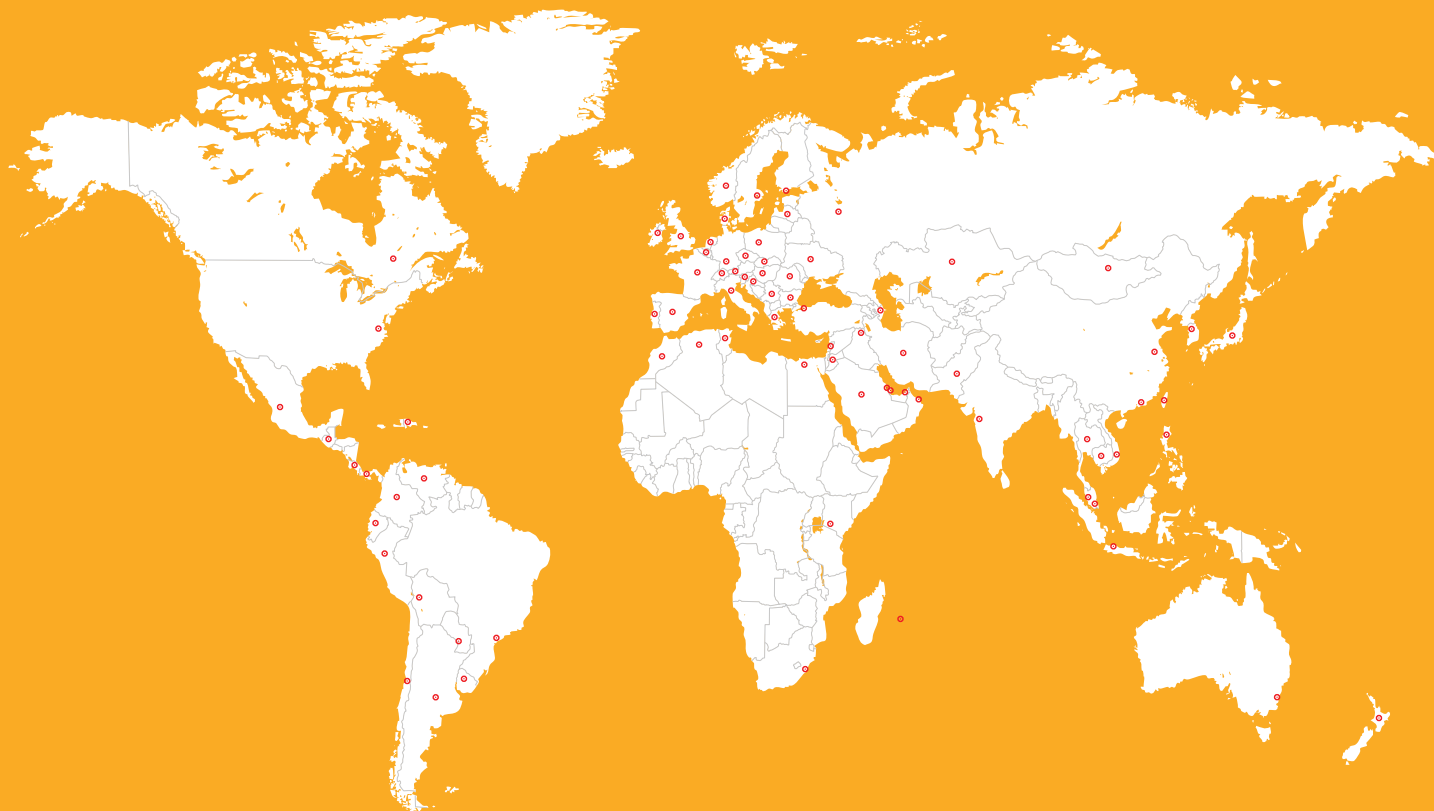
El programa de Premios ICRI respeta y reconoce los proyectos destacados en la industria de reparación del hormigón desde 1997.

Con 84 premios ICRI en 16 años Sika es la empresa con el mayor número de proyectos de reparación del hormigón premiados por el Instituto Internacional de reparación del hormigón (ICRI).





SIKA - UNA EMPRESA GLOBAL PARA LA CONSTRUCCIÓN Y LA INDUSTRIA



PARA MÁS INFORMACIÓN SOBRE SELLADO Y PEGADO:



QUIÉNES SOMOS

Sika es una compañía con presencia global que suministra especialidades químicas para la construcción – en edificación y obra civil – y la industria de producción (automoción, autobuses, camiones, ferrocarril, plantas solares y eólicas, fachadas). Sika es líder en materiales para sellado, pegado, aislamiento, refuerzo y protección de estructuras.

Las líneas de producto Sika ofrecen aditivos para hormigón de alta calidad, morteros especiales, selladores y adhesivos, materiales de aislamiento, sistemas de refuerzo estructural, pavimentos industriales, cubiertas y sistemas de impermeabilización.

Nuestras vigentes Condiciones Generales de Venta y suministro son de aplicación.

Se ruega consultar la versión última y actualizada de la Hoja de Datos de Producto previamente a cualquier uso.



Diseño y producción en instalaciones de Alcobendas (Madrid)



RESPONSIBLE CARE
El Compromiso de la Industria Química con el Desarrollo Sostenible

SIKA, S.A.U.
Ctra. Fuencarral, 72
P.I. Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
España

Tels.: 916 57 23 75
Fax: 916 62 19 38
Dpto. Técnico: 902 105 107
info@es.sika.com
www.sika.es

BUILDING TRUST

