



ARTÍCULO TÉCNICO

Revestimiento de protección de tuberías de saneamiento de hormigón

SEPTIEMBRE 2025 / V-1 / SIKA ESPAÑA / SULEIMAN MESTO

TABLE OF CONTENTS

1	INTRODUCCIÓN	3
2	ÁCIDO SULFÚRICO BIOGÉNICO	3
3	TECNOLOGÍA XOLUTEC	3
3.1	IMPRIMACIÓN: SIKAGARD® P 770	5
3.2	MEMBRANA: SIKAGARD® M 790	5
4	DURABILIDAD	6
5	APLICACIÓN POR PROYECCIÓN	8
6	REFERENCIAS	9
7	NOTAS LEGALES	10

Artículo Técnico

Revestimiento de protección de tuberías de saneamiento de hormigón

Septiembre 2025, v.1

1 INTRODUCCIÓN

Las canalizaciones de hormigón que transportan aguas residuales suelen sufrir daños graves debido al ataque químico del agua agresiva y los gases ácidos producidos por estas.

Las paredes de estas estructuras de hormigón suelen estar recubiertas con diferentes sistemas de protección de rendimiento y características variables; de hecho, su durabilidad también varía de forma significativa.

Tras años de investigación, Sika lanza al mercado un sistema de revestimiento que otorga a la estructura de hormigón una expectativa de vida alta en entornos altamente agresivos como son las tuberías de canalización de aguas residuales.

El revestimiento, que irá desgranándose en el presente Artículo, aporta una serie de ventajas físico/químicas de protección y puenteo de fisuras a los diferentes elementos de hormigón, adicionalmente muy útil para la empresa de producción de las tuberías, la capacidad de poder ser aplicado mediante sistema automático de proyección.

2 ÁCIDO SULFÚRICO BIOGÉNICO

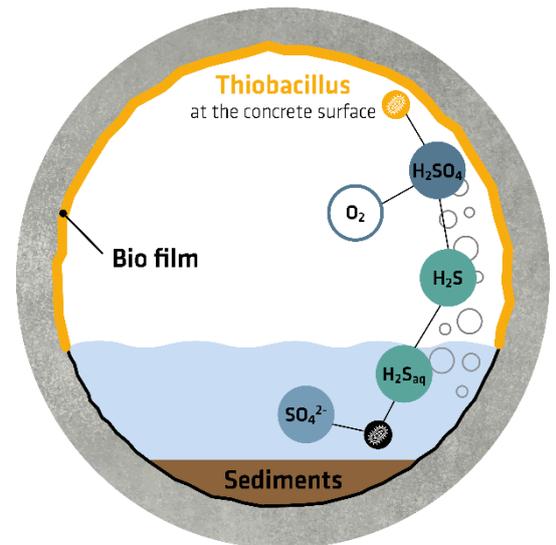
La naturaleza compleja del tratamiento de aguas residuales y sus procesos de degradación plantean retos importantes para la infraestructura que los transporta.

El agua residual séptica, en ausencia de efluentes industriales, no es demasiado agresiva para las superficies de hormigón (pH neutro). Sin embargo, debido al alto contenido de sulfato que contienen las materias orgánicas, pueden producirse algunas actividades biológicas cuando se cumplen ciertas condiciones.

El hormigón sin recubrimiento es especialmente susceptible a la denominada corrosión biogénica por ácido sulfúrico (BSA).

Esta es causada debido a:

- Reducción de azufre por algunas bacterias anaerobias que dan gas ácido sulfhídrico disuelto en el efluente.
- Cuando se cumplen algunas condiciones (por ejemplo, baja pendiente, turbulencia, bajo volumen, etc.), el H_2S se libera al aire por encima del agua residual.
- Otras cepas de bacterias (*Thiobacillus*) se desarrollarán en la superficie húmeda del hormigón y utilizarán el H_2S liberado como fuente de alimento para transformar este gas "moderadamente agresivo" en ácido sulfúrico altamente agresivo (H_2SO_4) que ataca muy rápidamente las superficies minerales.
- Este ácido sulfúrico es uno de los más agresivos para el soporte que contiene cemento, ya que tiene un mecanismo de doble ataque en su matriz (ataque combinado de ácido y sulfato). Además, la sal que resulta de la reacción es muy soluble y abre más camino para un ataque posterior.
- El hormigón a base de cemento portland o los materiales de reparación son muy sensibles a este ataque y pueden deteriorarse en períodos de tiempo muy cortos.



Proceso de corrosión biogénica

3 TECNOLOGÍA XOLUTEC

Xolutec es una forma innovadora e inteligente de combinar productos químicos complementarios.

Cuando el material se mezcla, se forma una red reticulada (XPN) con una componente orgánica que otorga elasticidad y una componente inorgánica que otorga alta resistencia química, la unión de ambas químicas confieren al sistema unas prestaciones superiores a las de cada química por separado. Controlando la densidad de reticulación, las propiedades de Xolutec pueden ajustarse en función del rendimiento requerido del producto, por ejemplo, esto permite la formulación de materiales con distintos grados de dureza y flexibilidad. Xolutec es muy bajo en componentes orgánicos volátiles (COV), es rápido y fácil de aplicar tanto con pulverizador como a mano, dependiendo de los requisitos. Cura



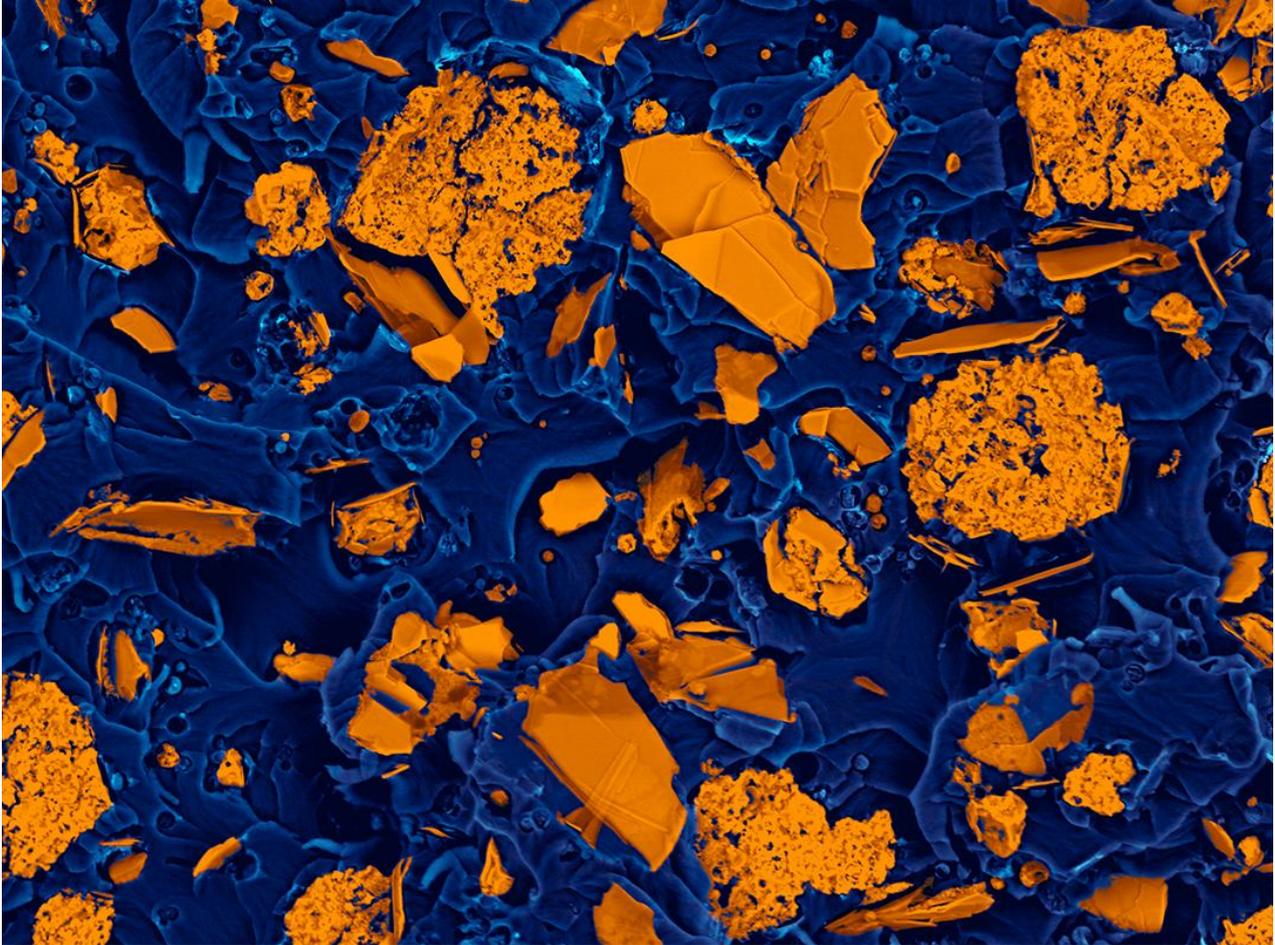
Artículo Técnico

Revestimiento de protección de tuberías de saneamiento de hormigón

Septiembre 2025, v.1

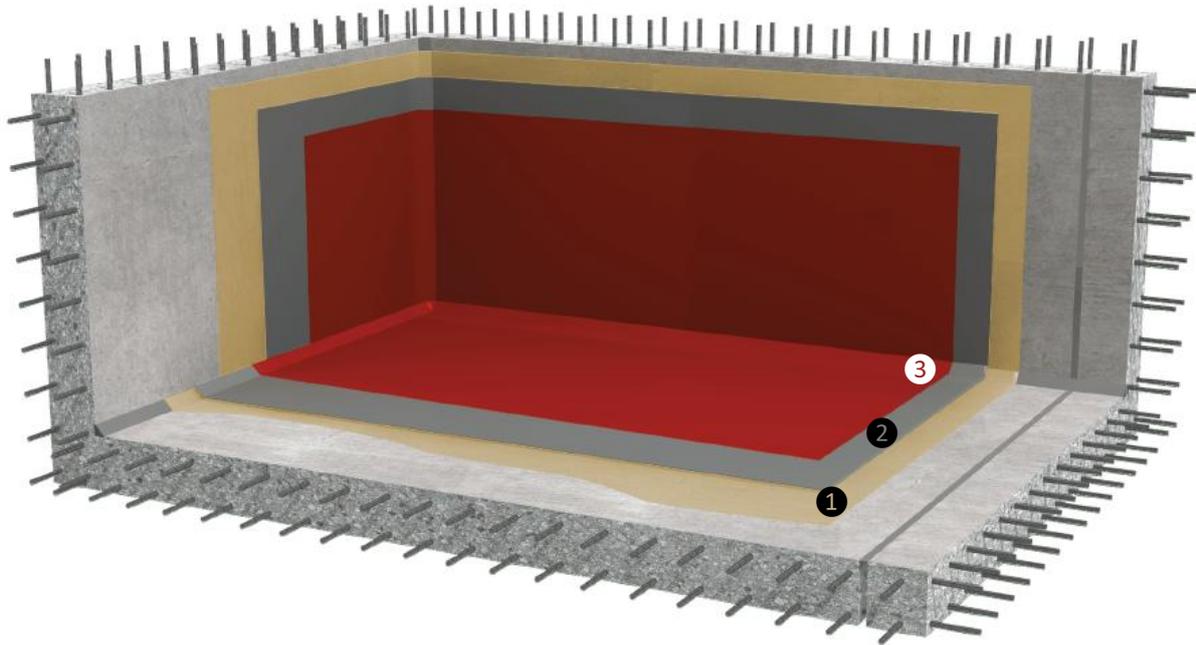
rápido incluso a baja temperatura, reduciendo el tiempo de aplicación y permitiendo así una rápida vuelta al servicio y minimizando el tiempo de inactividad.

Esta tecnología no es sensible a la humedad y tolera una amplia variedad de condiciones de obra diferentes, ampliando enormemente la ventana de aplicación y reduciendo el potencial de retrasos y fallos. Los largos periodos entre mantenimientos y los bajos costes del ciclo de vida reducen significativamente el coste total.



Red polimérica Tecnología Xolutec

Sikagard® -7000 CR es un sistema de protección del hormigón basado en la tecnología Xolutec® y diseñado para la protección de infraestructuras expuestas a ataques químicos y/o deterioro por ácido sulfúrico biogénico.



Estructura del Sistema (Aplicación manual)

- ① = Imprimación Sikagard® P 770
- ② = Membrana (1st capa): Sikagard® M 790 gris
- ③ = Membrana (2nd capa): Sikagard® M 790 rojo o gris

3.1 IMPRIMACIÓN: SIKAGARD® P 770

Sikagard® P 770 es la imprimación principal diseñada para el sistema Sikagard® -7000 CR.

Sikagard® P 770 es una imprimación de dos componentes basada en la tecnología Xolutec®, que proporciona una alta penetración en el soporte y actúa como promotor de adherencia para los revestimientos posteriores. La capa de imprimación mejora la adherencia y previene la aparición de poros o burbujas en los revestimientos superpuestos endurecidos.

3.2 MEMBRANA: SIKAGARD® M 790

Sikagard® M 790 es una membrana bicomponente que puentea fisuras basada en la tecnología Xolutec® que proporciona una alta resistencia química y mecánica.

Sikagard® M 790 ha demostrado su resistencia al ataque del ácido sulfúrico biogénico a largo plazo (Instituto Fraunhofer, Alemania).

Además, cuenta con la certificación CE según la norma EN 1504-2 y ha sido sometida a pruebas con numerosos productos químicos según la norma EN 13529 (Resistencia a ataques químicos severos).

Características y ventajas:

- Fácil aplicación manual con rodillo o brocha.
- Membrana monolítica continua - sin solapes, soldaduras ni costuras.
- Excelente resistencia química, incluidas las altas concentraciones de ácido sulfúrico biogénico
- Impermeable y resistente al agua estancada.
- Se adhiere totalmente a los soportes - puede aplicarse a una amplia gama de superficies con la imprimación adecuada.
- Alta resistencia a la difusión del dióxido de carbono - protege el hormigón de la corrosión de las armaduras.
- Alta resistencia al desgarro, la abrasión y los impactos: puede utilizarse en zonas de mucho desgaste y otras zonas expuestas.
- Resistente pero flexible y puentea las fisuras.
- Alta durabilidad y protección - reduce las fisuras causadas por la fragilización.
- Termoestable - no se ablanda a altas temperaturas.
- Excelente adherencia a diferentes soportes (hormigón y acero).
- Resistente a la intemperie: resistencia probada a los aguaceros y a los ciclos de hielo/deshielo.
- No contiene disolventes y es poco oloroso.
- **Puede aplicarse por proyección con máquinas de proyección automática o semiautomática de dos componentes seleccionadas, al igual que la imprimación.**

4 DURABILIDAD

Al Sistema presentado, Sikagard® -7000 CR, se le somete al ensayo de envejecimiento llevado a cabo por Fraunhofer Institute for Environmental, Safety, and Energy Technology UMSICHT frente a la corrosión por ácido sulfúrico biogénico.

La duración aproximada del ensayo es de 72 semanas.

La cámara de ensayo utilizada provoca una aceleración del envejecimiento debido a las condiciones optimizadas para las bacterias en cuanto a concentración de H₂S, contenido de nutrientes, humedad y temperatura.

Según la experiencia de la Universidad de Duisburg-Essen (Centro de Biofilms, Prof. Wolfgang Sand), el factor de aceleración en las muestras de hormigón oscila entre 8 y 10. Esto significa que un periodo de 17 meses (72 semanas) en la cámara es comparable a un periodo de 136 a 170 meses en un sistema de alcantarillado real (más de 11 a 14 años).

Se examinaron muestras individuales para detectar crecimiento microbiano. En la siguiente imagen se muestra la colocación de las muestras de hormigón. Aquellas muestras de color rojo son las recubiertas con el sistema Sikagard® -7000 CR.

Las muestras se sometieron a tres ciclos de envejecimiento separados. El primer conjunto de muestras permaneció permanentemente en la fase gaseosa, un segundo conjunto se introdujo y se retiró de la solución bacteriana (15 cm de altura) cada dos semanas para simular el efecto de la línea de agua variable en entornos de alcantarillado, y un tercer conjunto se colocó permanentemente en la solución bacteriana (15 cm de altura).



Muestras ubicadas en la cámara de envejecimiento

Las muestras se utilizaron para determinar cuantitativa y cualitativamente la cantidad de bacterias sedimentadas, así como para estimar la cantidad de azufre depositado en la superficie.

Las muestras sin recubrimiento fueron las que presentaron mayor número de agentes de compuestos de azufre oxidados de naturaleza ácida en la fase gaseosa del ensayo, mostrándose una corrosión visiblemente intensa tras la finalización del ensayo con cargas de ácido sulfhídrico comparativamente bajas (aproximadamente $115 \mu\text{g cm}^{-2}$).

Por el contrario, las muestras aparentemente intactas, recubiertas con Sikagard®-7000 CR obtuvieron los mejores resultados en estas condiciones de envejecimiento y sólo presentaron un recuento de agentes de azufre oxidados de naturaleza ácida insignificantes ($1,0\text{E}+01 \text{ cm}^{-2}$ como máximo), a pesar de la elevada carga de azufre que se acumuló con el tiempo en forma de azufre sulfuroso presente en forma gaseosa como H_2S (aprox. $2578 \mu\text{g cm}^{-2}$).



Estado de las muestras tras el ensayo

Presentado lo anterior, y en base a la experiencia y conocimientos a nivel mundial, y en la gama Sika® de productos y sistemas de tratamiento protector de superficies para una alta durabilidad en plantas de tratamiento de aguas residuales e instalaciones similares, se pueden alcanzar expectativas de vida del sistema superiores a 20 años.

5 APLICACIÓN POR PROYECCIÓN

El sistema Sikagard®-7000 CR puede aplicarse por proyección utilizando un equipo específico de proyección sin aire de alta presión y componentes plurales que permite obtener las proporciones correctas de mezcla de Sikagard® P 770 y Sikagard® M 790 durante la aplicación. Se recomienda utilizar el Graco E-Mix-XT eléctrico para la aplicación del sistema Sikagard®-7000 CR.

- Proporciona una mezcla precisa y un control exacto de la proporción, incluso con caudales elevados.
- Los sensores de avance permiten a las bombas compensar las fluctuaciones de presión, lo que da como resultado una mezcla precisa en proporción.
- Tolvas no calefactadas de alimentación por gravedad de 26L.



Graco E-Mix-XT

Se debe conseguir un espesor de película húmeda de la imprimación Sikagard® P 770 de 0,2 a 0,3 mm en la superficie, mientras que en el caso de la membrana Sikagard® M 790 se recomienda conseguir un espesor de película húmeda de 0,8 a 1,2 mm sobre la superficie en una sola capa.

Nota: Para más detalles de la aplicación, consulte el Método de Ejecución de Sikagard®-7000 CR y el manual de funcionamiento y mantenimiento del Graco E-Mix XT.



Sikagard®-7000 CR en tubería de hormigón

6 REFERENCIAS

A nivel mundial, Sika dispone de referencias contrastadas en la utilización del sistema Sikagard®-7000 CR en tuberías de hormigón para el transporte de aguas residuales.

Proyecto de sistema de alcantarillado de Jakarta, Indonesia

En el caso de ejecución del sistema mediante sistema de proyección automática (objeto principal del artículo), se indica la referencia del Proyecto de Protección del sistema de alcantarillado en Jakarta, Indonesia.

Se trata de un proyecto de canalización que abarca una longitud total a cubrir de 38 km, con variaciones de diámetro de las tuberías de 40 a 200 cm.

La automatización, asegura un correcto consumo y espesor mínimo requerido, además aporta un ahorro de tiempo de ejecución considerable en producción. Dicho sistema, proporcionó a la empresa prefabricadora de las tuberías una ventaja competitiva frente a otras soluciones para que la Propiedad acabara aprobando la ejecución de dicho sistema.

La durabilidad y la capacidad de puenteo de fisuras de la tecnología Xolutec embebida en el sistema Sikagard®-7000 CR, fueron otros parámetros de peso para el éxito del proyecto.

A lo largo del proyecto, la empresa fabricante de tuberías estuvo en continuo contacto tanto con los expertos de Sika como con los representantes de la máquina Graco.



Tubería en fase de revestimiento automático de Sikagard®-7000 CR

Otros proyectos de éxito del revestimiento de tuberías de hormigón para aguas residuales, aplicados a mano o por proyección manual, podemos encontrar en:

Alcantarillado de Matasnillo, Panamá

Nuevo sistema de alcantarillado en la zona de Matasnillo, compuesto por una nueva EDAR y una nueva red de alcantarillado. Aproximadamente 8 km de tuberías.

En este caso, la aplicación se realizó a mano, debido fundamentalmente a que el diámetro de tubería era lo suficientemente grande para la ejecución del operario.



Tubería en fase de revestimiento manual de Sikagard®-7000 CR

Artículo Técnico

Revestimiento de protección de tuberías de saneamiento de hormigón

Septiembre 2025, v.1

Eje de colectores de la carretera Jiyang de Shanghái

Proyecto ya ejecutado en el año 2021 de 4000 m2 aplicados del sistema de revestimiento sistema Sikagard®-7000 CR, aplicados mediante proyección manual en la propia instalación de producción de tuberías de hormigón.



Tubería de revestimiento por proyección manual de Sikagard®-7000 CR

7 NOTAS LEGALES

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

Sika, S.A.U.
Carretera de Fuencarral, 72
28108, Alcobendas
España
www.sika.es

Versión hecha por:
Suleiman Mesto
Teléfono: 697 960 908
Mail: mesto.suleiman@es.sika.com

Artículo Técnico
Revestimiento de protección de tuberías de
saneamiento de hormigón
Septiembre 2025, v.1