LIBRO BLANCO

CÓMO HACER DEL HORMIGÓN UN MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN MÁS SOSTENIBLE

BUILDING TRUST

ÍNDICE DEL CONTENIDO

03	Resumen ejecutivo
04	Los retos de la industria
05	Los enfoques de la industria
06	Productos químicos para la construcción - Aditivos eficaces
07	Los 4 recursos de sostenibilidad de Sika
08	Cómo hacer que el hormigón sea más sostenible
09	Conclusión

RESUMEN EJECUTIVO

El hormigón es un material de construcción excepcional. Está ampliamente disponible, es económico, sólido y duradero, y fácil de trabajar, todas ellas propiedades atractivas para la industria de la construcción. Sin embargo, el hormigón también tiene sus inconvenientes. El cemento contenido en el hormigón consume mucha energía durante su proceso de producción y emite grandes cantidades de CO_2. Esto último combinado con la enorme demanda de hormigón y la baja tasa de reciclaje simultánea, hace que el hormigón constituya un impacto no deseable para el medio ambiente.

Sin embargo, no existe una alternativa viable al hormigón porque, al menos a corto plazo, ningún otro material de construcción, a nivel global, puede sustituir al hormigón en términos de volumen. Es por eso que solamente existe un camino: los socios de la industria deben hacer que el hormigón sea más sostenible a lo largo de toda su cadena de valor. La industria del cemento y del hormigón ha dado un paso importante en este sentido. Se han comprometido con un "Net Zero Pledge 2050" y redactado un plan de acción con medidas para la reducción de CO_2[1].

No solamente las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también el consumo de recursos y la energía gris causan un alto impacto ambiental: la piedra caliza procesada en cemento junto con los áridos y el agua se mezclan en millones de toneladas de hormigón cada año. La demanda de energía del hormigón no termina con la preparación de las materias primas individuales y su mezcla en el hormigón, sino que continúa con el encofrado, el transporte del hormigón al emplazamiento de la construcción, la instalación del hormigón y su deconstrucción al final de su vida útil.

La demanda de hormigón seguirá creciendo como resultado de varias megatendencias. Por lo tanto, los enfoques convencionales no serán suficientes para hacer del hormigón un material de construcción sostenible. Deben ponerse en práctica nuevas ideas para mejorar el equilibrio de entrada-salida de la industria, tal como la digitalización para agilizar el procesamiento del hormigón o nuevas ideas de diseño para facilitar la reutilización de componentes de hormigón (economía circular). A pesar de todos los esfuerzos, el objetivo "Net Zero", en la industria de la construcción, solamente será posible con la ayuda de las tecnologías de emisiones negativas (NET).

Este libro blanco muestra cómo Sika, líder mundial en productos químicos para la construcción, está abordando esta enorme tarea con un enfoque holístico a lo largo de la cadena de valor del hormigón. Se están desarrollando nuevos productos y servicios de acuerdo con los recursos de sostenibilidad de Sika Less3C (clínker, cemento, hormigón), Agua y Áridos, Productividad y Eficiencia y NET para lograr un alto impacto sostenible en el mercado. Además, se está poniendo un fuerte énfasis en la formación de los empleados para que el proceso del hormigón sea lo más sostenible posible, desde las materias primas hasta el reciclaje.

[1] Asociación Global de Cemento y Hormigón (GCCA), "La Hoja de Ruta de la industria del Cemento y el Hormigón GCCA 2050 para el Hormigón Net-Zero", www.gccassociation.org (2022)

Marcus Jahn
Jefe de Gestión de Producto
Mercado Objetivo Corporativo del Hormigón
Servicios Sika AG

LOS RETOS DE LA INDUSTRIA

El hormigón es el material de construcción más popular del mundo y la segunda sustancia más consumida de todas (después del agua). La historia de éxito del hormigón comenzó hace varios miles de años, pero realmente despegó en el siglo XIX cuando el hormigón y el acero se combinaron para formar un material compuesto. El nuevo compuesto tenía muchas ventajas. Estaba ampliamente disponible, era barato, duradero, fácil de trabajar y proporcionaba un alto grado de libertad en el diseño estructural.

Sin embargo, existen tres factores principales que hacen que el hormigón sea un problema sostenible: su consumo, la huella de carbono del cemento (Figura 1) y el material compuesto en sí mismo. Mientras que en el pasado los materiales de construcción tales como la madera, la piedra y el mortero podían separarse unos de otros durante la demolición y posteriormente reutilizarse, hoy en día el material compuesto de hormigón armado debe triturarse y reciclarse. Solamente el acero se puede reciclar por completo; la mayor parte de los residuos de demolición de hormigón acaban en vertederos[2]. La huella de carbono del hormigón es alta, ya que la industria del cemento es responsable del 7 % de las emisiones mundiales de CO_2[5] y del 30 al 60 % de la producción de cemento[3,4] se utiliza para obtener hormigón.

En 2021 se produjeron 4 mil millones de toneladas de cemento. Si el 50% se utiliza para la producción de hormigón, se suponen 300 kg de cemento para obtener 1 m^3 de hormigón y se aplica una relación agua-cemento de 0,5, por lo que se utilizan 1000 millones de toneladas de agua dulce y 13000 millones de toneladas de áridos anualmente. Estas enormes cantidades se trituran al final de la vida útil del hormigón y, a menudo, se utilizan como material de firme para la construcción de carreteras (reciclado).

Además del alto consumo de materias primas, la industria de la construcción también sufre de un nivel relativamente bajo de automatización. El trabajo en el emplazamiento de la construcción todavía requiere muchos recursos. La industria de la prefabricación ha progresado mucho en las últimas décadas, pero dado que los costes de mano de obra aún son muy bajos en muchos lugares, todavía es más económico hacer el encofrado y verter el hormigón in situ.

[2] Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD), "Reciclaje de hormigón" la iniciativa de sostenibilidad del cemento (2009).

[3] Scrivener, John, Gartner, "Cementos ecoeficientes: posibles soluciones económicamente viables para materiales a base de cemento con bajo contenido de CO_2", Investigación del Cemento y del Hormigón 114 (2018) 2-26.

[4] Servicios Sika AG, Departamento de Inteligencia de Mercado; "Encuesta de 2 años de Sika" para los gerentes de Hormigón de Sika TM (2020).

[5] International Cement Review, "Informe Global del Cemento", decimocuarta edición (2021).

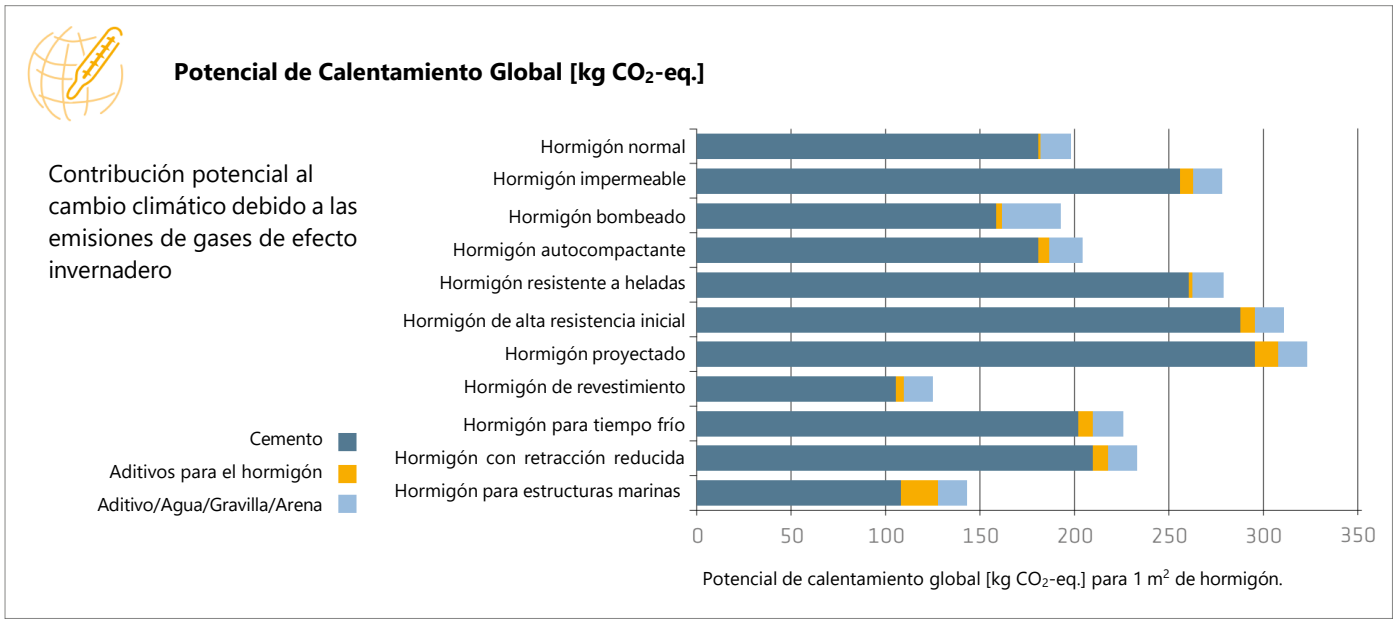

Figura 1: **Evaluación del ciclo de vida (LCA) por Sika Mix Design Tool**

LOS ENFOQUES DE LA INDUSTRIA

La industria de la construcción está bajo la presión de la sociedad, los clientes, los inversionistas y los legisladores para mejorar su huella ambiental a través de la optimización de procesos, mayor automatización, nuevos enfoques de diseño y el uso de materias primas alternativas. Por esta razón, diversas asociaciones de la industria del hormigón, tales como la Global Cement & Concrete Association (GCCA) y la European Precast Concrete Industry Federation (BIBM), han desarrollado documentos de estrategia para mejorar su sostenibilidad. La GCCA publicó la "Ruta de Net-Zero" en 2022 (consultar la Figura 2)[1]. Sus objetivos principales se centran en la descarbonización de la electricidad, la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS), la re-carbonización, nuevas directrices en el diseño y la construcción, y ahorros de CO_2 en el clínker y en el cemento. La Federación BIBM enumera medidas para mejorar su huella ecológica en la edición de 2021 de "The Little Green Book of Concrete"[6]. Incluye ideas similares a las de GCCA, pero ampliadas para incluir distancias de transporte más cortas, refuerzo alternativo y más.

Los objetivos de sostenibilidad de los grupos de clientes, en este caso, los fabricantes de cemento, los productores de hormigón y los aplicadores de hormigón, son la señal que guía las futuras actividades de la industria de productos químicos para la construcción.

6 Federación de la industria Europea de Prefabricados de Hormigón (BIBM), "The Little Green Book of Concrete 2021", www.bibm.eu.

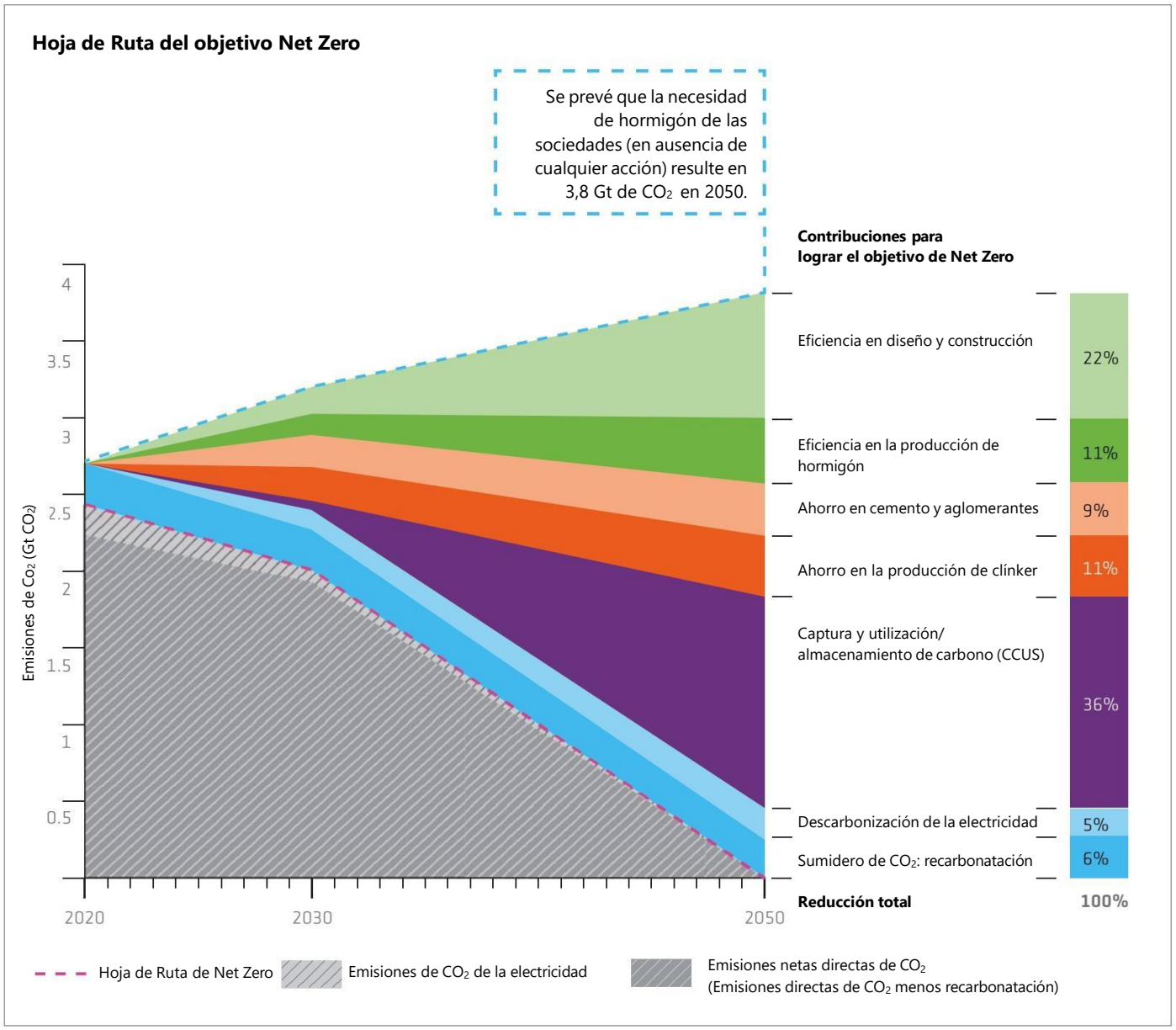

Figura 2: **Hoja de Ruta Net Zero de GCCA (Fuente: www.gccassociation.org)**

PRODUCTOS QUÍMICOS PARA LA CONSTRUCCIÓN – ADITIVOS EFICACES

Los superplastificantes son aditivos que han demostrado su eficacia. En comparación con el hormigón, sólo se necesita agregar una milésima cantidad para tener un fuerte impacto como una mejor trabajabilidad, mayor resistencia y durabilidad del hormigón, así como en el ahorro de agua y cemento en la confección del hormigón. Solamente gracias a estos aditivos, el hormigón se convierte en un material de construcción moderno, que se transporta a largas distancias y luego se bombea, rocía o vierte para crear estructuras de hormigón delgadas y duraderas.

A lo largo de la cadena de valor del hormigón (Figura 3), existen varios productos químicos para la construcción que se utilizan para optimizar el procesamiento del hormigón, que van desde ayudas para la molienda del cemento hasta tecnologías de reciclaje para áridos de residuos de demolición de hormigón (RCD). Para proporcionar más soluciones para mejorar la sostenibilidad, Sika ha alineado todas sus actividades con los retos y objetivos de la industria y los ha combinado con la cadena de valor del hormigón en cuatro palancas de sostenibilidad:

Todos los nuevos productos y servicios estarán alineados con estas palancas. Para lograrlo, se debe formar a los empleados e informar a los usuarios (clientes). La digitalización se utilizará como una oportunidad para apoyar firmemente nuestras cuatro palancas. Recientemente se ha creado una plataforma digital para simplificar el análisis de los áridos, optimizar el desarrollo del diseño de mezclas y respaldar el control de calidad en el emplazamiento de la construcción. También existen proyectos en marcha a nivel mundial con socios académicos y de la industria para liderar la transición hacia un mundo de la construcción más sostenible y digitalizado. Ya se ha abierto un nuevo camino con la impresión de hormigón 3D de Sika y el proceso Sika reCO_2ver®.

Less3C: Menos clínker, cemento y hormigón	**W&A:** Uso cuidadoso del agua y de los áridos
P&E: Aumento de la productividad y de la eficiencia	**NETs:** Tecnologías de Emisiones Negativas

Figura 3: **La cadena de valor del hormigón con los productos químicos para la construcción**

LAS 4 PALANCAS DE SOSTENIBILIDAD DE SIKA

Less3C
Menos clínker, cemento y hormigón

Los aditivos Sika® ViscoCrete® y SikaPlast® junto con la gama SikaGrind®, ahorran hasta 100 millones de toneladas de cemento al año, lo que implica unos 65 millones de toneladas de CO_2 menos por año.

Cementos con baja huella de CO_2

Sika España lleva años colaborando con la industria cementera en la fabricación de cementos que favorecen directamente la descarbonización del sector de la construcción en nuestro país. Cementos con mayores contenidos en adiciones sin que esto afecte a su comportamiento gracias a la gama SikaGrind®. Esta colaboración se ha visto acelerada en los últimos años. Además, la última generación de aditivos Sika permite el uso de la tecnología LC3 (Calcined clay limestone cements), objetivo prometedor de la industria del cemento para su estrategia Net Zero.

Optimización del volumen de pasta

Los superplastificantes Sika ViscoCrete® reducen la cantidad de agua en el hormigón hasta en un 40%, a la vez que consiguen resistencias muy elevadas, como las requeridas en hormigón prefabricado, en hormigón proyectado o en hormigón de altas y ultra-altas resistencias.

En el mundo del prefabricado el uso de los nuevos cementos requiere en ocasiones aditivos acelerantes de la gama SikaRapid® con los que se consigue un desmoldeo más rápido del hormigón, evitando tener que incrementar el contenido de cemento para tal fin.

En soleras de alta durabilidad, los aditivos de la gama ViscoCrete® y Sikament®, así como controladores del cambio de volumen tipo Sika Control®, consiguen una importantísima reducción del número de juntas de retracción necesarias. De ese modo se reducen los riesgos de patologías futuras en la solera y se asegura una altísima durabilidad.

NETs
Tecnologías de emisiones negativas

El proyecto reCO_2ver® además de recuperar los áridos primigenios del hormigón reciclado y valorizar otros componentes, incluye una patente con la que se consigue la carbonatación de estos materiales, siendo un sumidero de CO_2 y obteniendo además un fino polvo carbonatado que puede emplearse como filler o bien como adición al cemento.

W&A
Uso responsable del agua y de los áridos

Agua reciclada

Además de la reducción de agua que suponen los aditivos Sika® ViscoCrete®, Sika colabora con muchos de sus clientes en el empleo de agua reciclada para confeccionar distintos hormigones, mediante aditivos superplastificantes de la gama SikaPlast® menos sensibles a las variaciones de composición de la propia agua reciclada o a la humedad de los áridos.

Áridos locales, de elevada absorción, áridos reciclados …

Dentro del proyecto Sands CODE Sika España colabora con distintos fabricantes de áridos para aumentar el uso de áridos locales y áridos complicados.

Además, Sika España participa en el consorcio VALREC que busca la revalorización e incorporación de los residuos de construcción y demolición (RCD) en nuevos productos para la construcción (cementos, morteros, hormigones). Los nuevos aditivos desarrollados por Sika permiten disminuir el % de clínker en nuevos cementos y el reemplazo de éste con RCD, sin ver mermadas sus propiedades gracias a la incorporación de aditivos SikaGrind®, así como reducir la absorción de agua de los áridos reciclados, o evitar la pérdida de trabajabilidad y retracción resultantes de la misma, gracias a los aditivos de naturaleza Sika ViscoFlow® incorporados en los hormigones.

P&E
Aumento de la productividad y de la eficiencia

3D

Basado en el principio de Sika "more performance more sustainable", Sika España colabora con diferentes empresas en proyectos de proyección 3D.

Mejora en durabilidad

Diversos proyectos con aditivos controladores de la retracción de la gama SikaControl® y fibras de la gama SikaFiber® atestiguan la mejora en durabilidad que consiguen estos productos en el hormigón, así como el ahorro de tiempo de ejecución logrado al sustituir el refuerzo de acero. En las soleras realizadas en los túneles La Canda (AVE Zamora-Orense) se demuestra que, mediante un completo LCA, y tras tres años de servicio, la solera reforzada con fibra de poliolefina mostraba una ausencia generalizada de fisuras y menor necesidad de mantenimiento, además de unos costes de construcción notablemente más bajos en la solera reforzada con fibra que en la reforzada con acero.

CÓMO HACER EL HORMIGÓN MÁS SOSTENIBLE

La sostenibilidad del hormigón se puede mejorar ajustando varios elementos durante la confección del hormigón. Cambiar a materias primas con menor huella de carbono es de vital importancia, pero la huella ecológica también se puede mejorar en gran medida aumentando la eficiencia y la productividad. Ni siquiera tiene que tratarse de un compromiso medioambiental con el planeta, sino también de hacer una mejor inversión para optimizar el margen de beneficio. Véase la Tabla 1.

La cadena de valor del hormigón es muy compleja (Figura 3). A lo largo de la misma, existen numerosos agentes implicados en hacer que este material de construcción sea más sostenible. No tiene sentido que las partes interesadas traten de resolver el problema por su cuenta. Se deben seleccionar socios que entiendan la cadena de valor (Figura 3) y que sean capaces de mejorar el crecimiento, los márgenes y la huella ambiental de sus clientes a través de productos y servicios apropiados. Por lo tanto, es importante que el proveedor tenga su propio plan de sostenibilidad, tal como el objetivo Net Zero 2050 (SBTi), una sólida actividad de investigación y desarrollo, programas de cooperación con universidades, una estrategia de digitalización y organizaciones locales con personal bien formado que comprenda los retos locales, y poder proporcionar soluciones a medida.

Tabla 1: **Enfoques para mejorar la sostenibilidad del hormigón desde el punto de vista de los productores y procesadores del hormigón**

Objetivo:	**Medio ambiental (= E de ESG)**					
Hoja de ruta:	**Márgenes de beneficio**				**Huella ecológica del hormigón** (Diseño de mezcla)	
	Aumento de la productividad (salida ↑ entrada →)		**Aumento de la eficiencia** (salida ↑ entrada →)			
Aportación de recursos:	**Hormigón más rápido en**	Producción	**Menos hormigón por**	Uso prolongado (durabilidad)	**Hormigón más sostenible por**	Reducción de clínker/cemento
		Aplicación		Estructuras más delgadas (resistencia)		Reducción de agua
		Uso		Menos desperdicio (fresco y RCD)		Cuidado de áridos

La siguiente lista es una selección de productos y servicios de la industria de productos químicos para la construcción, que incluye a Sika, que hacen que la cadena de valor del hormigón sea más eficiente y sostenible:

- Ahorro de energía en la producción de cemento: SikaGrind®
- Reducción de clínker en el cemento mediante la mejora de la resistencia: SikaGrind®
- Optimizaciones en el diseño de mezclas de hormigón: Sika Mix Design App
- Reducción de agua y cemento en la producción de hormigón: Sika® ViscoCrete®
- Habilitación de métodos de aplicación de hormigón específicos del proyecto: Sika® ViscoCrete®
- Reducción de residuos de hormigón fresco y recuperado: Sika® Retarder
- Desmoldeo más rápido del hormigón: SikaRapid® y Sika Separol®
- Mayor uso de estructuras de hormigón gracias a la mejora de la durabilidad: SikaControl®
- Ahorro de tiempo al sustituir el refuerzo de acero: SikaFiber®
- Eficiencia en la gestión del control de calidad: Sika Shotcrete App
- Economía circular para áridos procedentes de residuos de demolición de hormigón (RCD): Sika reCO_2ver®
- Eficiencia en la gestión de áridos: Sika Sand App

CONCLUSIONES

El hormigón es un gran consumidor de materias primas y energía y tiene una huella de carbono muy alta. El consumo de hormigón, el principal material de construcción, seguirá aumentando impulsado por megatendencias tales como la urbanización. La industria está bajo presión para optimizar todo su negocio: hacer más y más rápido con menos y de manera más ecológica. Esta es una oportunidad para la industria química de la construcción. De hecho, es posible que el objetivo Net Zero 2050 nunca suceda sin las continuas innovaciones de compañías tales como Sika. Por lo tanto, Sika ha desarrollado 4 aportaciones de recursos estratégicas para apoyar a la industria de la construcción a lo largo de toda la cadena de valor, con productos y servicios que permitan a los clientes reducir las emisiones e impulsar el desarrollo hacia la circularidad en la construcción. El enfoque en la digitalización será una clave importante para dominar los principales retos de la industria de la construcción.
Para hacer que su propio modelo de negocio sea más sostenible, Sika se ha comprometido con el objetivo Net Zero Pledge 2050 de conformidad con la iniciativa Science Based Targets (SBTi). Además, la empresa participa en grupos de trabajo que abordan el tema de las emisiones evitadas y de los beneficios para los clientes intermedios con el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD). Con las 4 aportaciones de recursos como guía, Sika continuará invirtiendo en productos y servicios sostenibles que permitan una cadena de valor del hormigón más ecológica. Los equipos especializados están trabajando en la digitalización, en la transferencia de conocimientos y en la investigación para impulsar aún más el desplazamiento de los clientes y de Sika hacia el objetivo Net Zero.

¡Hagamos juntos del hormigón un material de construcción moderno y sostenible!

SOSTENIBILIDAD EN HORMIGÓN EN ESPAÑA. **MÁS ALLÁ** DE LO QUE ESPERAS

BUILDING TRUST

SIKA REFERENCIAS
CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA AUTOVÍA EN GRAN CANARIA

Un proyecto complejo…

El proyecto de la carretera El Risco-Agaete situado en la isla de Gran Canaria, recorre localidades como La Aldea, El Risco y Agaete.
Se trata de una autovía de nueva construcción, para conectar varias localidades de la isla de una forma más rápida y segura.
La antigua carretera, además de presentar un trazado peligroso, quedaba cortada con cierta frecuencia debido a desprendimientos.
Esta nueva autovía, ha supuesto uno de los mayores proyectos de túnel civil en España en los últimos años.
El volumen de hormigón proyectado, lo complicado de la orografía del terreno y las características de los materiales volcánicos del subsuelo han dado lugar a una ejecución compleja, en la que la resistencia y fiabilidad de los materiales empleados ha sido crucial.
El proyecto completo incluye un total de 8 túneles con una longitud total de 8,5km.

… utilizando hormigón sostenible

Los superplastificantes de Sika reducen la cantidad de agua en el hormigón hasta en un 40% aumentando su resistencia. Gracias a la nueva tecnología Sika® ViscoFlow® se consiguen hormigones con una elevada reducción de agua en comparación con los hormigones convencionales, permitiendo a su vez un elevado tiempo de trabajabilidad que fue necesario durante toda la obra.
Cabe destacar el reto que supuso el desarrollo de estos hormigones teniendo en cuenta que los áridos disponibles en la isla son de origen volcánico, cuya absorción de agua es muy elevada (minimizando el uso de arena correctora traída de África), al igual que las temperaturas de trabajo a lo largo de todo el año.
Además, todo ello con el menor contenido en CEM posible ya que el uso de aditivos acelerantes de fraguado Sika® Sigunita® libres de álcalis conlleva una caída mínima de las resistencias finales en comparación con los acelerantes alcalinos.

INNOVACIÓN, DURABILIDAD, SOSTENIBILIDAD

SIKA. **MÁS ALLÁ** DE LO QUE ESPERAS

Esp.sika.com/sostenibilidad.html

BUILDING TRUST