



GeoSilex[®]

**Captador de CO₂ ambiental.
Pavimentos y fachadas**

**Aditivo para hormigones depuradores del aire.
100% procedente de residuos industriales.**

Índice

PRESENTACIÓN

Calentamiento Global	4
¿Qué es el GeoSillex ®?	8
Proceso de obtención del GeoSillex ®	9
100% procedente de residuos. Coste energético cero	10
Capacidad de captación de CO ₂ del GeoSillex ®	12
Envase específico. Geoglú	13
Ventajas de adicción de GeoSillex ® a hormigones	14
Nuevo modelo urbanístico	17

APLICACIONES

Pavimentos (Propiedades G-CO ₂ / G-CO ₂ - NOx)	20
Fachadas (ventilada y directa)	22

PREGUNTAS FRECUENTES SOBRE **GeoSillex**®

26

El Calentamiento Global

Los GEI (Gases Efecto Invernadero).

Los **GEI (Gases Efecto Invernadero)**, salvo los CFC, son gases naturales que absorben radiaciones infrarrojas y que ya existían en la atmósfera antes de la aparición del hombre. Desde la Revolución Industrial y debido principalmente al uso de combustibles fósiles, se han producido sensibles **incrementos en las cantidades de óxidos de nitrógeno y dióxido de carbono** emitidas a la atmósfera que, sumado a la deforestación, han limitado la capacidad regenerativa de la atmósfera para eliminar el dióxido de carbono, principal responsable del efecto invernadero.

La atmósfera, por el hecho de ser muy transparente a la luz visible pero mucho menos a la radiación infrarroja, produce sobre la superficie terrestre el mismo efecto que el techo de cristal produce en un invernadero; la luz solar, que llega sin grandes obstáculos hasta el suelo, lo calienta, dando lugar a la emisión de rayos infrarrojos (ondas caloríficas), los cuales, a diferencia de los rayos de luz, son absorbidos en una parte por el vidrio o la atmósfera y reflejados de nuevo hacia la superficie de la tierra.

Estos gases, al recibir las radiaciones infrarrojas, se mueven y emiten energía en forma de rayos invisibles e infrarrojos, aumentando la temperatura terrestre.



Vapor de agua



Dióxido de Carbono



Metano



Óxido de nitrógeno



Ozono terrestre



Clorofluorocarbonos

Su cantidad ha aumentado debido a la **mayor evaporación de los mares** provocada por el incremento de la temperatura.

El principal **gas responsable del efecto invernadero es el CO₂**, cuyas emisiones contribuyen en un 60%. El transporte y las actividades industriales han elevado la concentración de CO₂ de 280 ppm (concentración a principios del S.XX) a **380 ppm** (en la actualidad).

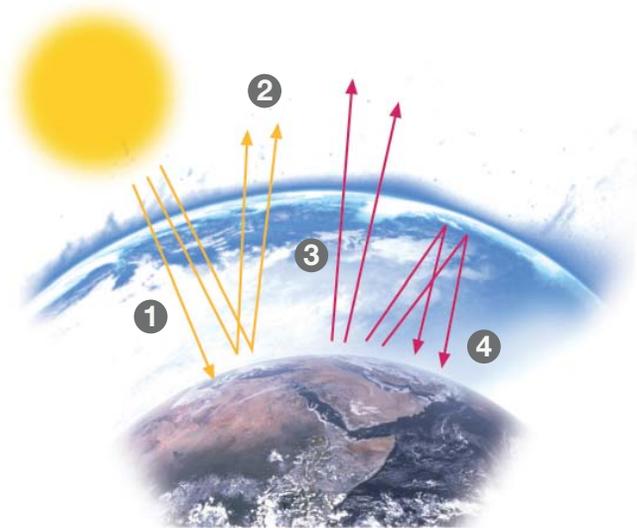
Procede principalmente de **actividades agrícolas** y otras actividades humanas.

Puede convertirse en el aire en ácido nítrico, lo que provoca **"lluvias ácidas"** y graves daños en la naturaleza y en los edificios. Asimismo, los óxidos de nitrógeno pueden reaccionar con compuestos orgánicos volátiles y producir el denominado **ozono terrestre o troposférico**, nocivo para la salud.

El ozono troposférico (terrestre) es un **pe-ligroso agente tóxico** que destruye vegetales, irrita vías respiratorias y se convierte en un gas de efecto invernadero, a diferencia del Ozono situado en la estratosfera, que crea una capa protectora de los rayos UVA.

Destructores de la capa de Ozono estratosférico que protege a la tierra de los rayos UVA, los cuales son perjudiciales para la salud y causantes de **cáncer de piel**.

El efecto invernadero.

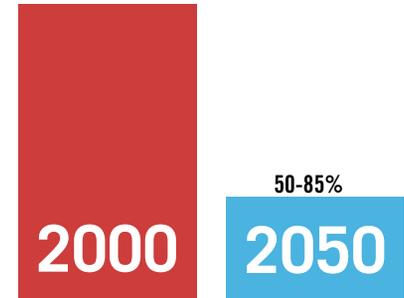


- 1 Radiación Solar.
- 2 Radiación reflejada en la atmósfera devuelta al espacio.
- 3 Radiación infrarroja que calienta la atmósfera y el suelo.
- 4 Radiación infrarroja que regresa a la Tierra y calienta la atmósfera y el suelo.

Previsiones.

2°C

El aumento de 2°C provocará efectos irreversibles en los ecosistemas, incluyendo la economía y la salud.



Reducción necesaria de emisiones a nivel mundial de CO₂

Para impedir el aumento de la temperatura global en 2°C a finales del siglo XXI, va a ser necesario reducir un 50-85% las emisiones globales de CO₂ en el año 2050 respecto a las del año 2000.

Efectos sobre la salud humana.

Mayor transmisión de enfermedades

por alimentos y el agua.

Aumento de la mortalidad estival

debido a las altas temperaturas.

Contaminación atmosférica

con efectos nocivos directos sobre la salud.

Eventos meteorológicos extremos

precipitaciones extremas, inundaciones, sequías.

En España podrían potenciarse las enfermedades ligadas a vectores de transmisión, por su **proximidad con África y por las condiciones climáticas**, cercanas a las de zonas donde hay este tipo de enfermedades. El posible riesgo vendría por extensión geográfica de vectores ya establecidos o por la importación e instalación de vectores subtropicales adaptados a sobrevivir en **climas menos cálidos y más secos**.

6.500 muertes en España por ola de calor entre 1-15 de Agosto 2003

Según el Centro Nacional de Epidemiología.

*La **ola de calor sufrida en el verano de 2.003** podría darnos una idea de la problemática que supone el aumento de la temperatura para la salud humana. En países cercanos los **muertos fueron: Portugal: 1.316, Francia: 14.802, Italia: 20.000 (Junio-Septiembre)**.*

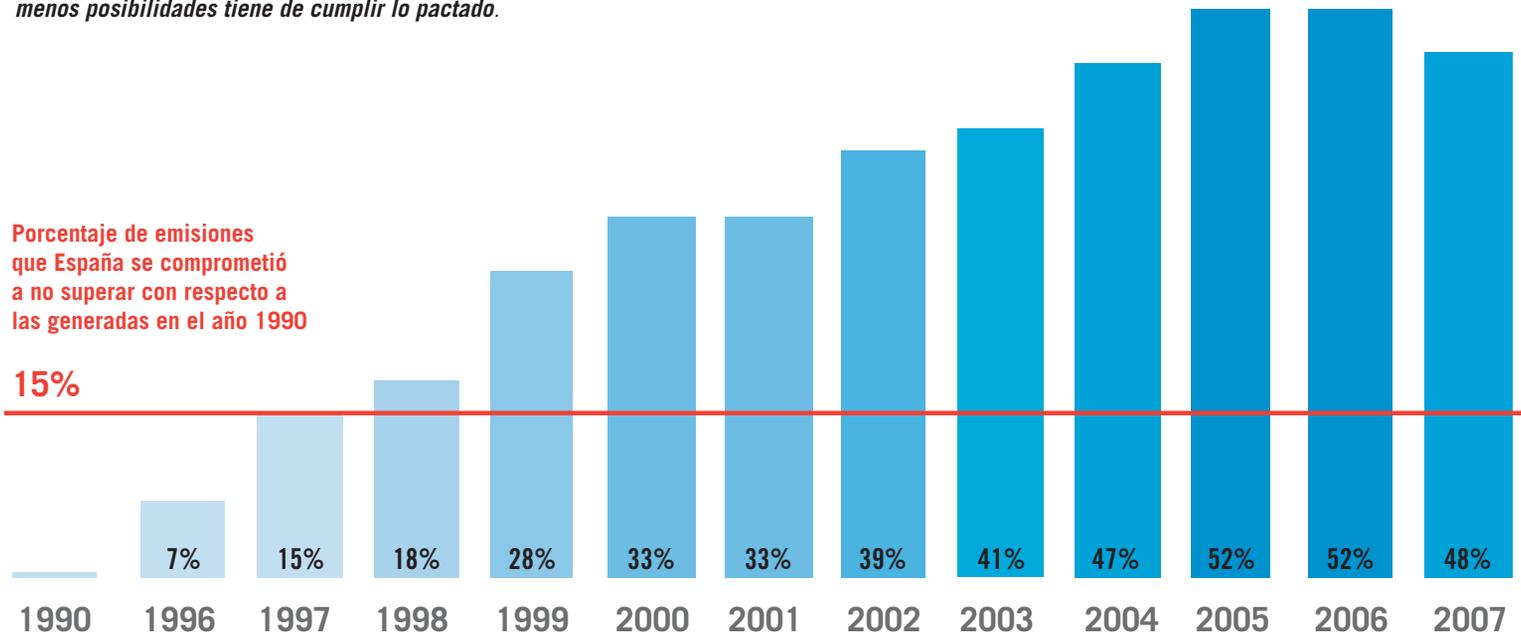


El Protocolo de Kyoto.

2008 - 2012

Es un **acuerdo internacional** que tiene por objetivo reducir las emisiones causantes del calentamiento global dentro del periodo que va desde el año **2008 al 2012**, en comparación a las emisiones al año 1990.

*España, que **se comprometió a aumentar sus emisiones un máximo del 15% en relación al año base, se ha convertido en el país miembro que menos posibilidades tiene de cumplir lo pactado.***



Incrementos anuales de emisiones provocadoras del calentamiento global en España con respecto al año 1990.

¿Qué es el GeoSilex®?

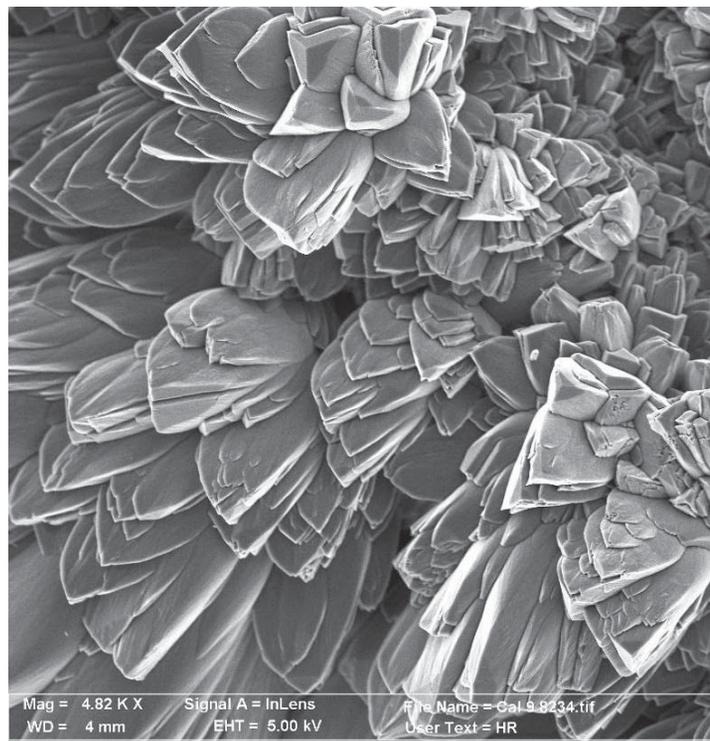
Un aditivo para hormigones captador de CO₂, obtenido a partir de residuos.

GeoSilex® es un **aglomerante captador de CO₂**, con coste medioambiental amortizado, obtenido tras la purificación y optimización de cales residuales de carburo seleccionadas. Su incorporación a pavimentos y fachadas **reduce los costes energéticos y medioambientales** de los materiales, dota a los edificios y las calles de una **importante actividad depuradora y recicla los residuos de la industria química de acetileno**.

La patente de GeoSilex®, desarrollada por **Trenzmetal S. L. y la Universidad de Granada** no sólo protege las múltiples aplicaciones del Hidróxido Cálcico (Ca(OH)₂) en formaciones nanométricas altamente reactivas obtenido mediante su procedimiento. El proceso productivo patentado **neutraliza el efecto penalizante de impurezas de los residuos** debidas a la presencia de sulfuros, sulfitos y sulfatos; **elimina la presencia de restos de carbono orgánico**, que penalizan la reactividad de la cal de carburo en contacto con sílice y aluminosilicatos; potencia reacciones hidráulicas puzolánicas; **modula su capacidad de captación del ambiental y fraguado aéreo** (carbonatación); y preserva la facultad de las partículas de producir agregaciones con microestructura tridimensional

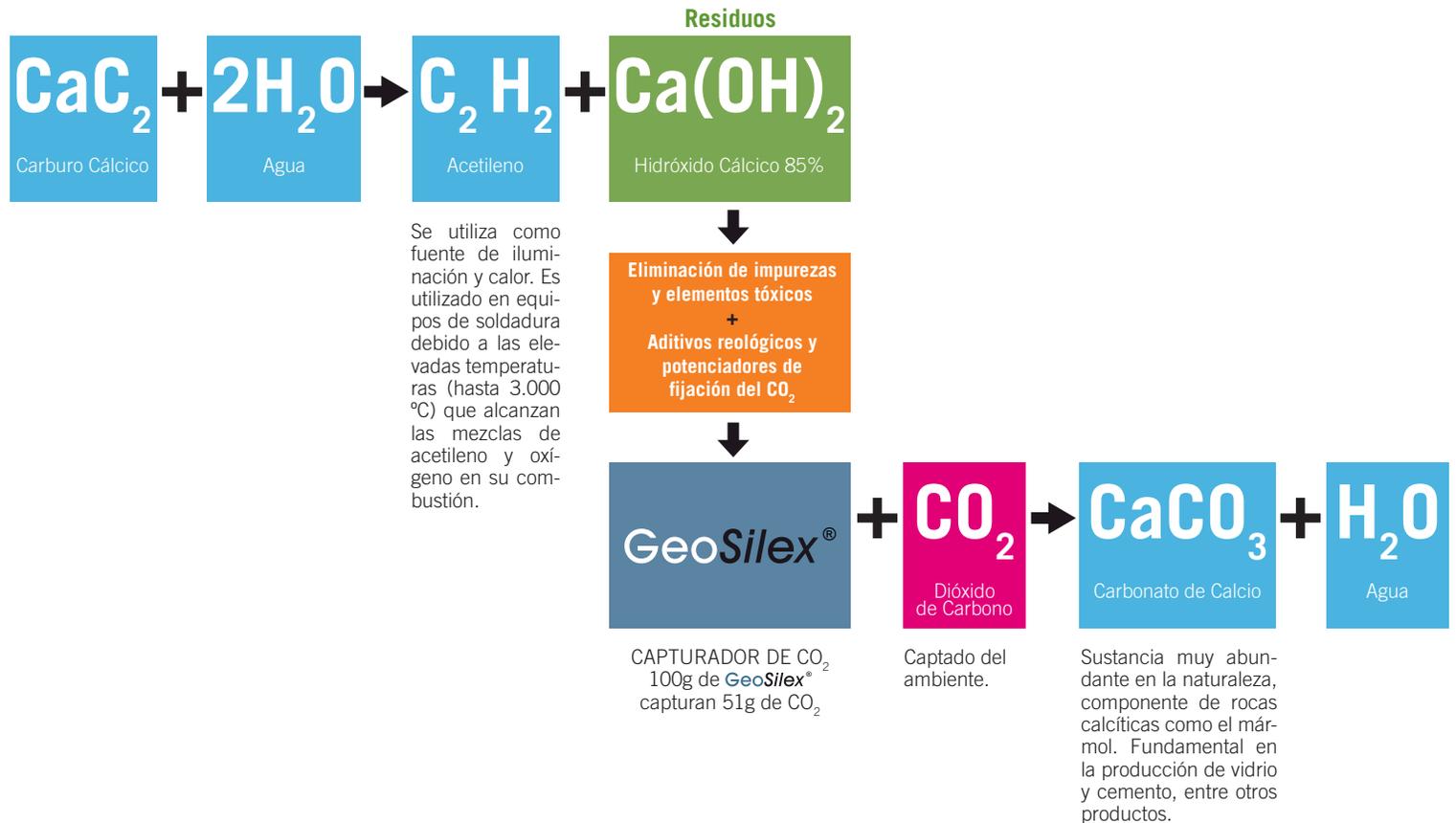
muy coherente. El resultado es un material con funciones cementantes para la formación de aglomerados producido prácticamente sin coste energético ni medio ambiental con una **capacidad de captación de CO₂ equivalente al 50% de su peso**.

Agregados de cristales de calcita romboédricos y/o planares formados tras la carbonatación del sobrenadante de una cal de carburo optimizada (GeoSilex®). →



Proceso de obtención del GeoSilex[®]

A partir de un residuo industrial amortizado energéticamente y medioambientalmente.



Aditivo para hormigones GeoSilex[®]

100% procedente de residuos

Coste energético y medioambiental cero.

Las cales industriales no tienen ninguna utilidad medioambiental.

Debido a que la cal industrial se obtiene mediante la calcinación a elevadas temperaturas del carbonato de calcio que se encuentra en la naturaleza en forma de piedra caliza, el proceso de **fabricación emite CO₂ al ambiente en cantidades masivas por dos vías distintas.**

Una porque, **en el proceso químico**, el carbonato de calcio (CaCO₃) se desprende de CO₂ (46% del peso de la piedra caliza) para formar óxido de calcio (CaO) y, otra, porque en **la incineración** hay un elevado consumo de energía.

Hay que añadir también otras muchas operaciones del proceso

industrial que emiten CO₂ de forma directa e indirecta. Además de consumir recursos hídricos y otros materiales, las excavaciones, operaciones de hidratación, secado, molienda y envasado en envases no retornables acumulan emisiones nocivas importantes. El saldo medioambiental de las cales industriales es negativo, **aumenta las emisiones de CO₂ y su uso es perjudicial para el medio ambiente.**

GeoSillex[®], al ser un hidróxido de calcio que **procede íntegramente de residuos**, es el único reactivo existente de acción medioambiental positiva debido a su gran capacidad de absorción del CO₂ ambiental (el equivalente al 50% del peso del **GeoSillex**[®]) y a su **casi nulo consumo de energía.**

Los **residuos líquidos** que se generan en la fabricación de **GeoSillex**[®] se

reutilizan íntegramente en la industria cerámica anexa como reductor de la temperatura de cocción de las arcillas logrando una importante reducción del consumo de energía en la fabricación de productos cerámicos. De esta manera la fabricación de **GeoSillex**[®] se produce sin **ningún tipo de vertidos ni emisiones nocivas** y minimiza el consumo de energía en todo el proceso.

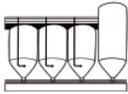


Coste medioambiental de la obtención de la cal industrial vs. obtención del GeoSilex®

Hidróxido de Calcio Industrial

1	2	3	4	5	6	7	8
							
PAISAJE DETONACIONES	EXCAVACIÓN Y CARGA CONSUMO ENERGÍA	TRANSPORTE CONSUMO ENERGÍA	INCINERACIÓN CONSUMO ENERGÍA	HIDRATACIÓN CONSUMO DE AGUA	CALENTAMIENTO CONSUMO ENERGÉTICO	MOLINO PULVERIZADOR CONSUMO ENERGÉTICO	ENVASE NO RETORNABLE CONSUMO DE MATERIALES

GeoSilex®

				1	2	3	4
X	X	X	X				
				DESAGÜE DE RESIDUOS POR GRAVEDAD. ALMACENAMIENTO EN BALSAS. REUTILIZACIÓN DEL AGUA EXCEDENTE.	TRANSPORTE CONSUMO ENERGÍA	REUTILIZACIÓN DE SUBPRODUCTOS FUNDENTES EN LA INDUSTRIA CERÁMICA PARA EL AHORRO DE CONSUMO ENERGÉTICO.	ENVASES RETRÁCTILES RECUPERABLES. MÍNIMO COSTE.

Capacidad de captación de CO₂ del GeoSilex®

Por su composición (85% Hidróxido de Calcio), absorbe el dióxido de carbono del ambiente.

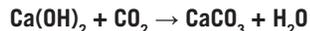
1 m² de pavimento con GeoSilex® limpia 5.000 m³ de aire

100% reciclado

Fabricado a partir de residuos industriales hasta ahora inutilizados. Su coste energético y medioambiental está amortizado íntegramente.

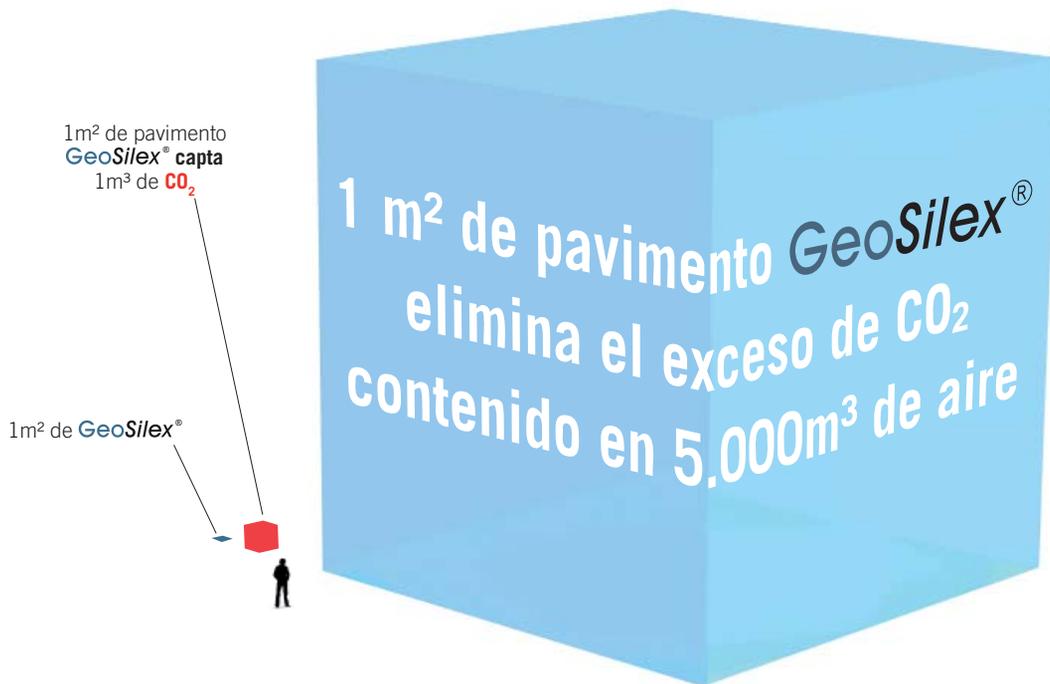
Captación CO₂

Un m² de pavimento fabricado con 8 Kg de GeoSilex® captaría 1 m³ de CO₂, hasta su completa carbonatación según la fórmula:



Es respetuoso con el medioambiente

Una vez finalizada la vida útil de los productos GeoSilex®, éstos se pueden reciclar pudiendo usarse en muchos de los materiales como cargas inertes.



Envase específico. Geoiglú

Hermético, retráctil, retornable y reutilizable.

GeoSilex® se transporta y se conserva mediante un envase hermético desarrollado por Trenza-metal S.L. con una capacidad de **1.000 kg** que dispone de un sistema de válvulas y conductos internos que **mantienen la humedad de la pasta y protegen el aditivo** contra la carbonatación y la agregación irreversible. Los **envases son retornables y reutilizables** con el fin de no generar residuos y completar un proceso sostenible desde el inicio de fabricación hasta el consumo. Al ser retráctiles, del tipo “siempre llenos” los envases, **una vez vacíos, ocupan muy poco espacio**, lo que facilita y abarata el transporte de retorno.

Para la perfecta utilización y manipulación del material, los fabricantes de pavimentos que decidan dotarlos de la función captadora de CO₂ mediante la incorporación del **GeoSilex**® tienen la posibilidad de utilizar una **dosificadora automática** desarrollada para extraer, dosificar e inyectar el aditivo directamente en la línea de producción, de modo que **el proceso se realiza de una forma sencilla, limpia** y que se adapta perfectamente a las necesidades de cada fabricante de pavimentos.



retornable
aditivo
hermético
residuos
retráctil
reutilizable
inyectar
fácil transporte
dosificar

Ventajas de la adicción de GeoSilex[®] a hormigones

Informe de la Universidad de Granada.

Adición de Ca(OH)_2 en hormigones.

Desde el inicio del **uso del cemento Portland** como material de construcción sustituto de los cementos tradicionales a base de cal, se comprobó un comportamiento mecánico mejor pero, otras **propiedades reológicas (plasticidad, trabajabilidad...)** eran notablemente inferiores. Tal merma, según distintos trabajos de investigación*, podía ser **corregida con la adicción de cal hidratada**, que aunque en un principio se observaba una disminución de la resistencia, a largo plazo, la **resistencia mecánica aumentaba de forma continua**, por la capacidad de la cal hidratada de carbonatarse.

Tales estudios de principios del S.XX así como otros más recientes demuestran una serie de **ventajas en la adicción de cal hidratada a cementos Portland**:

1. **Incremento de la plasticidad y trabajabilidad** de la pasta fresca.
2. Otorga un **elevado Ph** en la fase portlandita, lo que contribuye a la **estabilidad química** del cemento a largo plazo, contribuyendo a su **durabilidad**.
3. Los cristales de portlandita (Ca(OH)_2) actúan como **obstáculo a la propagación de fracturas**.
4. La elevada capacidad de retención de agua de la cal hidratada favorece un **lento secado lo que propicia un mejor fraguado** hidráulico.
5. El **hidróxido de calcio tiene propiedades cementantes** ya que al carbonatarse en presencia de CO_2 puede disolverse rellenando fracturas, lo que favorece la **estabilidad estructural**.

* Ver por ejemplo Knuepfer, C.A. & Houk, L.D. 1915. Effect produced on Portland cement by the addition of hydrated lime. Amour Institute of Technology, USA.

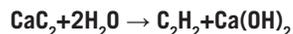
Ventajas sostenibles

El proceso tradicional de obtención de cal hidratada conlleva un considerable coste energético y emisiones de CO₂ a la atmósfera. Sin embargo, **el 80% de hidróxido de calcio que compone el GeoSillex® se obtiene por una ruta no convencional** según las siguientes reacciones:

1. En primer lugar, el carburo de calcio se genera en un arco eléctrico a partir de óxido de calcio y coque (carbón) a una temperatura de 2.000 - 2.500 °C:



2. Posteriormente el carburo cálcico se hidrata, según la reacción:



En ésta última se desprende acetileno (C₂H₂) y se genera CaO. El **óxido de calcio se hidrata formando una pasta de hidróxido de calcio**, que se suele almacenar en balsas como residuo. El **reciclado de dicho residuo** (pasta de cal) es una alternativa de **gran valor añadido con un gran potencial para la captación de gases** de efecto invernadero como el CO₂.

Las pastas de cal de carburo **contienen cristales nanométricos de Ca(OH)₂** (portlandita) y agua además de **otras impurezas, que se eliminan (oxidan) mediante un tratamiento patentado por Trenzametal S.L y la Universidad de Granada** (PCT-ES 2010/070294). Este tratamiento permite convertir las cales de carburo en un producto mejorado, de gran valor añadido y que **forma la base del GeoSillex®**, material de excelentes prestaciones (reología, moldeado, trabajabilidad y facilidad de puesta en obra) y **enorme capacidad de captación de CO₂**, y con gran potencial como **material cementante**, sin ninguno de los inconvenientes que podrían presentar inicialmente las cales de carburo sin optimizar.

La reacción entre CO_2 (gas) el Ca(OH)_2 del **GeoSilex**[®] en medio acuoso (carbonatación) da como resultado la formación de CaCO_3 que actúa como agente cementante. La **reacción global de carbonatación** de la cal puede sintetizarse como sigue:



Lo que significa que **la carbonatación de 1 Tm de hidróxido de calcio ocasiona la fijación como carbonato de calcio de 0,59 Tm de CO_2 atmosférico.**

Teniendo en cuenta que la **industria del cemento es responsable de la emisión de 5-8% del CO_2 antropogénico****, **la sustitución** de una parte del cemento de un mortero o un hormigón **por **GeoSilex**[®] implica una notable reducción de las emisiones de CO_2 y del coste energético** de dicho elemento de construcción. Pero, además, la carbonatación del hidróxido de calcio presente en el **GeoSilex**[®] una vez puesto en obra y expuesto al CO_2 atmosférico, **contribuye a fijar dicho gas de efecto invernadero como carbonato cálcico** (material cementante).

** USGS Commodity Statistics and Information: Cement <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/cement/mcs-2010-cemen.pdf>; Gartner EM (2004) Cement Concrete Res 34:1489-1498; Damtoft JS, Lukasik J, Herfort D, Sorrentino D, Gartner EM (2008) Cement Concrete Res 38:115-127.

La adicción* de **GeoSilex**[®] reduce la huella de carbono del cemento en un 34%

Emisiones del cemento: 750 grs. CO_2 / kg. de cemento

Captación del CO_2 del **GeoSilex[®]: 255 grs. de CO_2 / kg**

* En proporción 1 a 1.

Nuevo modelo urbanístico

La crisis de la construcción es también la crisis de un modelo inmobiliario y urbanístico.

Marco Legislativo

La crisis energética y del modelo inmobiliario, no sólo en España, sino en todos los países desarrollados ha hecho reflexionar a las administraciones sobre cuál debe ser **el nuevo modelo urbanístico**. El *Libro Blanco de la Sostenibilidad* en el Planeamiento Urbanístico Español de 2010 recoge y establece los criterios diseminados en distintas **leyes, reglamentos, normas y directivas de ámbitos nacionales y europeos** para que, unidos en un solo documento, sirvan de guía y formen un cuerpo de **criterio general coherente respecto a distintos problemas**.

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera. PREÁMBULO-1

La **atmósfera es un bien común** indispensable para la vida respecto del cual todas las personas tienen el derecho de su uso y disfrute y la **obligación de su conservación**.

Estrategia del medio ambiente urbano

El marco de acción de esta Estrategia se encuentra en la **Estrategia Europea de Desarrollo Sostenible**. Ese marco europeo, en su última revisión, escoge un número limitado de objetivos como son: contribución a **frenar el proceso del cambio climático**, la sostenibilidad en los sistemas de **transporte**, la adopción de patrones de **producción y consumo sostenible**, la mejora en la gestión y la prevención de la **sobreexplotación de los recursos naturales**, ... y en general el **desarrollo sostenible global y el cumplimiento de sus mandatos internacionales**.



Los grandes conflictos de la movilidad urbana

- El incremento de la **emisión de gases de efecto invernadero en España multiplica por tres las cifras admitidas en el protocolo de Kyoto**, siendo el transporte uno de los sectores que peor se han comportado al respecto, habiendo crecido sus emisiones entre 1.990 y 2.003 en un 57% hasta representar el 28% del total de emisiones.
- Las enfermedades y víctimas causadas por la mala calidad del aire producida por el tráfico. Según diversos estudios europeos, **la contaminación atmosférica causa en Europa 350.000 muertes prematuras al año**. De ellas, 16.000 corresponden a España. En nuestro país, a causa de la contaminación del aire, fallecen 3 veces más personas que por los accidentes de tráfico y casi 11 veces más que en accidente laboral.

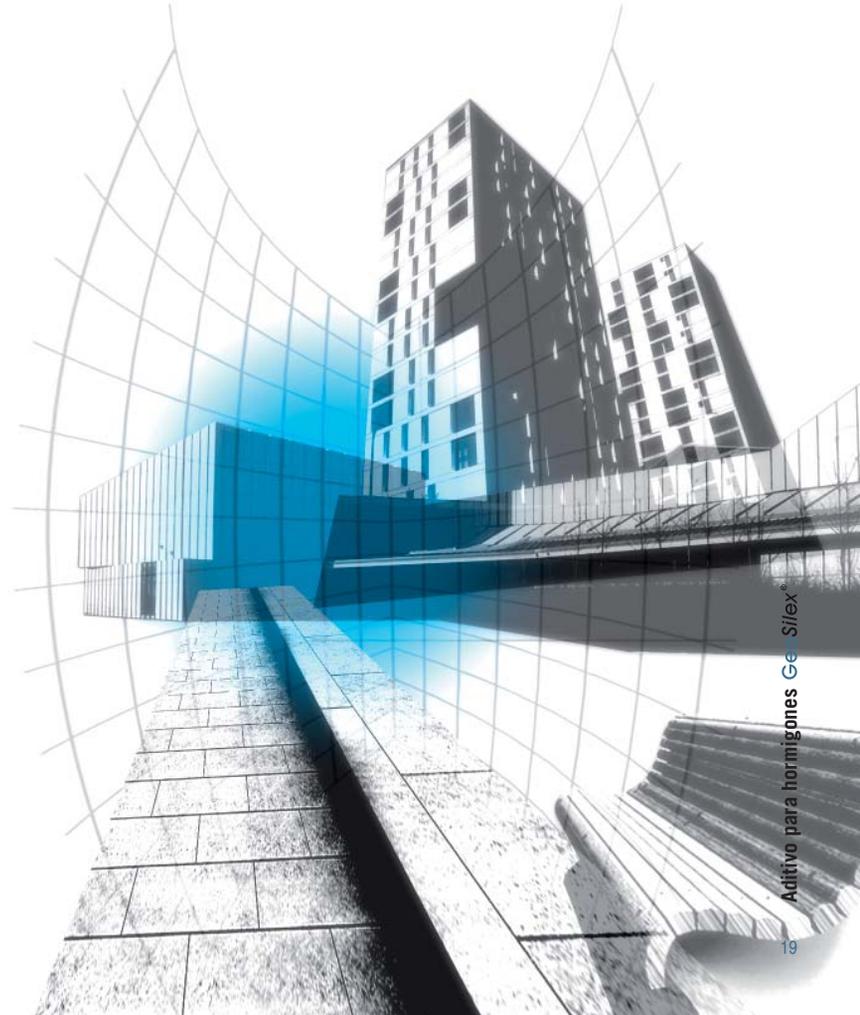
Directrices para la estrategia de medio ambiente urbano en el ámbito de la edificación sostenible

Estrategias tendentes a incrementar la eficiencia en el uso de los recursos y el mantenimiento de la biodiversidad.

4.14. Potenciación del uso de materiales reutilizados, reciclados y renovables, definiendo políticas de gestión de residuos y de inclusión de reciclado en los materiales de construcción.

APLICACIONES

Pavimentos · Fachadas · Prefabricados de hormigón



Pavimentos

Un mecanismo de compensación.

“El transporte —según el **PLAN DE ACCIÓN 2008-2012**— se mantiene, con un 36% del consumo total de energía final del país, como el primer sector consumidor por encima de la industria y el resto de sectores. Además, prácticamente, el 100% de los combustibles para el transporte tienen su origen en los derivados del petróleo. El sector del **transporte es responsable de la emisión del 32% de los gases de efecto invernaderos** (en especial CO₂).”

La **incorporación de GeoSillex®** en los pavimentos de calzadas y aceras urbanas **contribuiría muy eficazmente a la captación del CO₂** emitido por los motores de combustión dado que este gas, más pesado que el aire (aire:1,4; CO₂:1,8), tiende a concentrarse en las cotas más próximas al suelo.

La **legislación medioambiental** también se ha desarrollado intensivamente en las dos últimas décadas. Las más significativas son las siguientes: LEY 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera; La Estrategia de Medio Ambiente Urbano, Estrategia de Desarrollo Sostenible; Estrategia Temática Europea de Medio Ambiente Urbano, 11 de enero de 2.006 y el Libro Verde de Medio Ambiente Urbano.

Fabricantes de pavimentos captadores de CO₂ con GeoSillex®

UGP (United Global Paving) (País Vasco), **ICA Prefabricados** (Cataluña), **Mosaics Planas** (Cataluña), **Paviments Lloseta** (Baleares), **Prenalsa** (Asturias), **Prefabricados Roda** (Castilla la Mancha), **GLS** (Cataluña), **Conorsa** (Castilla y León).

Tipos de pavimentos activos con GeoSilex®

Pavimentos G-CO₂.

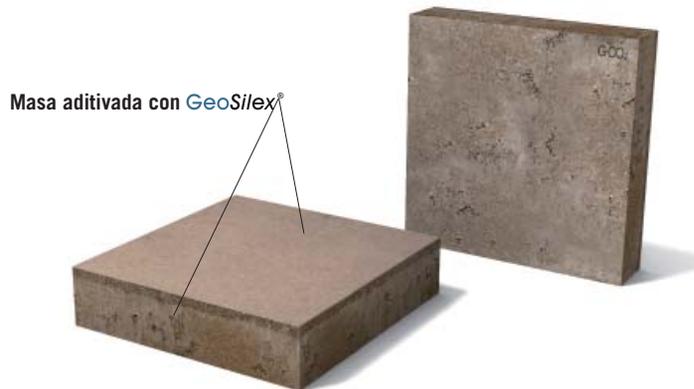
Captación de CO₂

GeoSilex® se fabrica a partir de residuos industriales generados en la fabricación del acetileno, optimizados y purificados, cuyo coste energético y medioambiental ha sido amortizado por el producto principal (acetileno). GeoSilex® tiene una elevada capacidad de captación del CO₂ ambiental necesario para su transformación en carbonato de calcio según la siguiente reacción: $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

100g 60g 135,68g 24,32g

Acción biocida

El hidróxido cálcico debido a su elevado Ph impide la fijación de microorganismos vivos e inertiza los sedimentos orgánicos.



Pavimentos G-CO₂- NOx.

Reducción de otros gases tóxicos. NOx

GeoSilex® es el material con saldo energético y medioambiental amortizado que reúne las mejores condiciones para combinarse con TiO₂ fotocatalítico. Aunque su mayor eficacia se ha demostrado en la reducción de NOx también tiene efectos depuradores de los compuestos orgánicos que forman los hidrocarburos no quemados.

Autolimpieza

El uso del TiO₂ fotocatalítico está ya generalizado en revestimiento de superficies exteriores por su efecto autolimpiante al impedir la fijación del polvo que generalmente aprovecha elementos orgánicos para adherirse.



Fachadas

Eficiencia energética de los edificios y captación de CO₂.

El Parlamento Europeo aprueba en mayo de 2010 la última modificación de la EPBD

El 18 de mayo de 2010 el Parlamento Europeo ha aprobado la **modificación de la Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios** (EPDB recast). Se establece de esta forma un **nuevo marco legislativo** para los Estados Miembros en el ámbito de la **eficiencia energética de los edificios**, con especial énfasis en las actuaciones en el parque de edificios existentes. Se destacan los siguientes apartados:

1. Los Estados Miembros deben establecer **requisitos mínimos para la mejora energética de los edificios existentes**.
2. Se **elimina el mínimo de 1.000 m²** de superficie para aplicar los requisitos mínimos **cuando se rehabilitan** edificios. De esta forma, los requisitos mínimos serán obligatorios para todos los trabajos de rehabilitación, independientemente de la superficie.
3. Los **Certificados de Eficiencia Energética deberán estar expuestos públicamente** en todos los edificios, incluidos los comerciales y públicos, con **superficie superior a 500m²**.
4. **Los gobiernos** deben impulsar la aplicación de las **mejoras** asociadas a la **certificación energética de los edificios existentes** del sector público de forma que estos edificios sean ejemplares.
5. Puesta en marcha de **sistemas más estrictos de control** para asegurar el cumplimiento de estas obligaciones.
6. Se establece el requisito a los propietarios de edificios de **informar** a los potenciales compradores de las mejoras obtenidas con la **rehabilitación energética y su nivel de certificación energética**.

Fabricantes de fachadas captadoras de CO₂ con GeoSillex®

Trenzametal S.L.

Tipos de fachadas activas con GeoSilex®

Características del sistema de fachada ventilada GeoSilex®

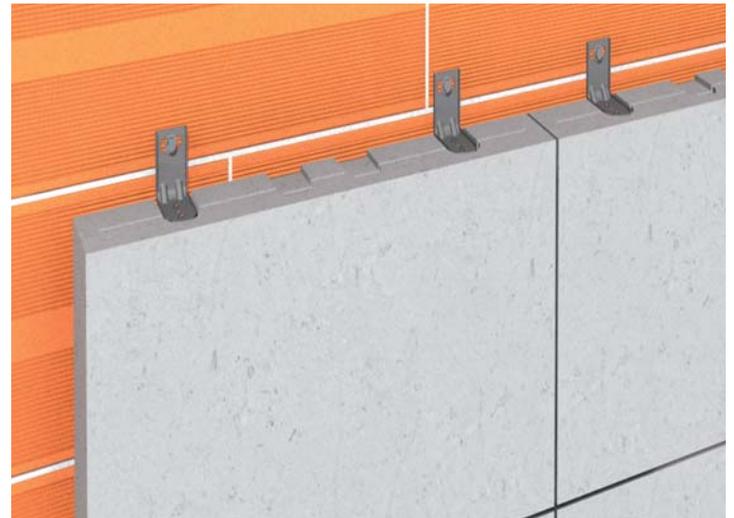
Se trata de un sistema de **fachada ventilada ligera** que permite invertir su función en los ciclos invierno-verano. **En verano disipa energía y en invierno la acumula.** Además, **el material de cerramiento exterior, en forma de placas prefabricadas autoportantes de 80x40x3 cm, incorpora GeoSilex®**, un aglomerante con elevada capacidad de captación de CO₂, obtenido a partir de residuos industriales con coste energético y medioambiental amortizado.

Las placas tienen aspecto de piedra arenisca, densidad muy baja (0,98), se comportan como un **buen aislante térmico** de elevada inercia térmica y **baja conductividad** (0,30), y respecto a las propiedades de técnica constructiva se caracterizan por incorporar **insertos metálicos que facilitan la fijación a los soportes**, sin tornillos, con seguridad antisísmica y reemplazables en caso de deterioro. Se pueden serrar, moldurar, taladrar, encolar, clavar, etc., con herramientas y operaciones sencillas en obra. Tienen **estabilidad dimensional** a temperaturas normales.



Características del sistema GeoSilex® de aplacado directo sobre fachadas existentes para rehabilitación energética de Edificios.

En el caso de que no sea posible la instalación de una fachada ventilada, este sistema está constituido por placas de gran espesor (10 cm) y **grapas de fijación a muro regulables que no necesitan rastreles.** Las placas son ligeras y por sí mismas **aportan aislamiento térmico suficiente dada su baja conductividad térmica.**



Preguntas frecuentes sobre GeoSilex®

1. Si hacemos un adoquín de 8 cm, la parte enterrada tiene muy poco flujo de aire. O sea, que principalmente carbonatará la capa superficial. Cuando empiece a carbonatar, progresivamente se irán cerrando los poros, o sea, reduciendo el paso de aire y a su vez la absorción de CO₂, por lo que la carbonatación se paralizará en la capa superficial. ¿Es esto cierto?

Esta pregunta se refiere a la cinética de carbonatación. Si los adoquines no presentasen resistencia al paso del aire y del agua se carbonatarían con mucha rapidez. El hidróxido de calcio es muy inestable y en contacto con el CO₂ se carbonataría inmediatamente, como pasa con las cales en polvo expuestas al aire. Los adoquines se humedecen debido a su porosidad y el espacio ocupado por el agua cuando se seca es reemplazado por el aire. Hay que tener en cuenta que gran parte del agua que se echa en una masa de hormigón se evapora en el proceso de secado dejando conductos capilares que

vuelven a llenarse y vaciarse en los procesos normales de humidificación y secado ambiental en la vida útil de los pavimentos. A medida que estos ciclos se alternan y se suceden, el adoquín se va carbonatando más lentamente. La propia carbonatación ejerce de barrera a la penetración de aire y de agua, lo que contribuye a disminuir la velocidad de carbonatación. La razón por la que el frente de carbonatación avanza aprox. 2 cm el primer año, pero mucho menos en los años siguientes, se debe precisamente a la baja velocidad de absorción de agua y de aire. Hay muchos factores que intervienen en la aceleración o en ralentización del proceso, pero las partículas de carbonato cálcico siempre están dentro de un rango de porosidad suficiente y son permeables a los gases, tanto al aire como al vapor de agua. Simplemente se reduce el tamaño del poro retardando el consumo total de GeoSilex® cuya acción depuradora puede durar hasta 20 o 25 años.

2. ¿Si el propio cemento ya carbonata, por qué hemos de añadir GeoSilex®?

En ninguna de las fases del cemento se produce una actividad medioambiental positiva. En el proceso de fabricación del cemento el carbonato de calcio (calcáreo) se disocia en óxido de calcio y dióxido de carbono (CO₂) emitiendo grandes cantidades de este gas. En la zona de alta temperatura el óxido de calcio reacciona con los silicatos y forma silicatos de calcio (Ca₂Si y Ca₃Si). Se forma también una pequeña cantidad de aluminato tricálcico (Ca₃Al) y ferroaluminato tetracálcico (Ca₄AlFe). En esta fase ninguna de las reacciones químicas que se producen absorben CO₂ ambiental.

Posteriormente, durante el fraguado, el cemento en contacto con el agua se hidrata produciéndose una nueva cristalización, estable e irreversible, cuyo resultado es el endurecimiento del hormigón. Tampoco aquí se desencadenan procesos de captación de CO₂.

Durante la vida útil del hormigón sí se pueden producir pequeñas captaciones de CO₂, casi inapreciables, debido a la presencia muy residual de hidróxidos de calcio no carbonatados. Aún así, el escaso CO₂ que pueda captar no es más que una pequeña parte del CO₂ que antes han emitido en los hornos durante la calcinación de la calcita.

El GeoSilex®, sin embargo, es un hidróxido de calcio que procede de una ruta completamente distinta. Se parte de un hidróxido que se produce como residuo en la fabricación del acetileno a partir del carburo cálcico y cuyas emisiones y costes energéticos están totalmente amortizados medioambientalmente en la fabricación del acetileno.

3. ¿Se puede adulterar los pavimentos sustituyendo el GeoSilex® por una cal industrial?. ¿Hay algún método para detectar y combatir el fraude?

Se puede cometer fraude o adular el **GeoSilex**[®] utilizando hidróxidos de calcio (cales) comerciales pero el fraude es fácilmente detectable mediante diversos análisis de laboratorio. Las partículas de **GeoSilex**[®] tienen un tamaño y un hábito de cristalización, tanto en su fase de hidróxido como en su fase de carbonato, absolutamente distintos al resto de hidróxidos y carbonatos por lo que es fácil detectar la adulteración.

También se puede comprobar con facilidad el avance del frente carbonatación y la cantidad de **GeoSilex**[®] incorporada a un hormigón.

4. ¿Qué absorción de agua o porosidad debe tener el adoquín para que la circulación del aire sea suficiente para absorber el CO₂? ¿Durante cuánto tiempo puede absorber CO₂ un pavimento hasta llegar su saturación?

Cualquiera de las relaciones A/C que se usan en los prefabricados de hormigón garantizan una permeabilidad a los gases suficiente. No se pueden utilizar resinas y po-

límeros plásticos oclusivos, pero éstos no se suelen usar en prefabricados de hormigón, salvo en los hormigones polímeros.

Los hidrofugantes habituales basados en xilanos o xilosanos impiden la penetración del agua líquida pero no la del vapor de agua y el aire y mantienen el tamaño de los poros.

También pueden reducir la permeabilidad a los gases de los hormigones la excesiva cantidad de áridos o cargas muy finas.

Todos estos factores, unidos a las diferencias climatológicas, los distintos grados de saturación de CO₂ en el aire, etc. modifican la cinética de carbonatación haciendo imposible estimar de antemano el periodo exacto de duración de la carbonatación. A título orientativo se puede decir que un adoquín puede tardar en carbonatarse de 15 a 20 o 25 años. Una baldosa, entre 10 y 15 años.

5. Si el **GeoSilex[®] es tan buen filtro de CO₂, podemos instalarlo en la salida de gases de una fábrica de cemento y transformar el CO₂ que sale directamente en CaCO₃.**

El **GeoSilex**[®] no es un filtro de CO₂ sino que es un material que absorbe CO₂ para transformarse en un carbonato. Lamentablemente esta reacción, que es estequiométrica (no catalítica), necesita en primer lugar disolver el CO₂ en agua y después recristalizar al mismo tiempo que precipita otros elementos. Esta operación no se puede realizar a la misma velocidad que se producen las emisiones y además exigiría disponer de grandes cantidades de residuos, que no es el caso de ningún país.



6. ¿El **GeoSilex[®] puede provocar eflorescencias en el hormigón fraguado?**

Las partículas de hidróxido de calcio que constituyen el **GeoSilex**[®] una vez secas adoptan agregaciones organizadas irreversibles que impiden su lixiviación y en consecuencia las eflorescencias. Para evitar que se produzcan eflorescencias las piezas fabricadas con **GeoSilex**[®] deben estar bien secas antes de exponerse a la intemperie. Las eflorescencias habituales que se producen en el hormigón después de seco se deben mayoritariamente al yeso (sulfato de calcio) que contiene el cemento. Normalmente en el momento de fabricar el cemento, para retardar el fraguado, al clinker se le agrega aproximadamente el 2% de yeso.

7. ¿Tiene efectos negativos la carbonatación del **GeoSilex[®] en el hormigón?**

La reacción entre el $\text{CO}_2(\text{gas})$ y el $\text{Ca}(\text{OH})_2$ del **GeoSilex**[®] en medio acuoso, la llamada carbonatación, da como resultado la formación

de CaCO_3 . La carbonatación es de suma importancia en la durabilidad a largo plazo de hormigón, donde el $\text{Ca}(\text{OH})_2$, es decir, la portlandita, es una de las fases que se forman durante su hidratación. Sin embargo, la portlandita del cemento acaba carbonatándose con el tiempo. La adición de cal hidratada (**GeoSilex**[®]) al cemento potencia y alarga dicho efecto, contribuyendo a su durabilidad. Ello contribuye a la estabilidad química del cemento a largo plazo. El CaCO_3 resultante del proceso de carbonatación actúa como agente de enlace o cementante debido a su microestructura interconectada y su adhesión al resto de los elementos de fábrica.

8. ¿GeoSilex**[®] aumenta la corrosión de las armaduras de hierro del hormigón?**

Uno de los productos del fraguado del cemento Portland es el hidróxido de calcio, la fase denominada portlandita, que puede llegar a formar entre el 15 y el 25 % de un cemento (Bache et al. 1966 Morphology of calcium hydroxide in cement paste. Symp. Struct. Port-

land Cement Paste and Concrete. Sp. Report 90, 154-174). Esta fase contribuye notablemente a las propiedades mecánicas del cemento, pero además otorga un elevado pH (alrededor de 12) al mismo. Tal efecto es clave en hormigones armados, ya que a tal pH se inhibe la corrosión de los elementos metálicos.



TRENZA METAL ÁREA

DEUTSCHLAND

Trenza Metal Área
Friedrichstraße 50
10117 Berlín
DEUTSCHLAND
Tel.: +49-30-20659-414
Fax: +49-30-20659-200
e-mail: info.de@trenzametall.com

FRANCE

Trenza Metal Área
Le Dôme
1, rue de La Haye – BP 12910
95731 ROISSY CDG CEDEX
FRANCE
Tél.: +33 (0)1 49 19 21 75
Fax: +33 (0)1 49 19 21 00
e-mail: info.fr@trenzametall.com

ITALIA

Trenza Metal Área
Viale Luca Gaurico, 9/11
00143 Roma
ITALIA
Tel.: +39 06 5483 2835
Fax: +39 06 5483 4000
e-mail: info.it@trenzametall.com

ESPAÑA

Trenza Metal Área
Polígono Industrial Valcabado
Ctra. N-630, Km. 272. Fase IV - Nave 1.
49024 Zamora
ESPAÑA
Tel.: (+34) 980 509 219
Fax: (+34) 980 530 692
e-mail: info@trenzametall.com

**Oficina Técnica de
Atención al Cliente**

902 114 142
www.geosilex.com



UNIÓN EUROPEA
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
Una manera de hacer Europa