



Hoja de ruta de la industria cementera catalana para alcanzar la neutralidad climática en 2050

Cimentando el Acuerdo Verde Europeo



Ciment Català

Ciment Català, marca corporativa de la Agrupació de Fabricants de Ciment de Catalunya, centra su actividad en la defensa y representación de los intereses del sector y en el desarrollo de los profesionales de la industria cementera. Entre sus actividades, considera su responsabilidad principal la mejora de las condiciones de vida de la sociedad actual y la de las generaciones venideras, así como su compromiso con la Sostenibilidad del planeta y la protección medioambiental. Los esfuerzos del sector del cemento para reducir su huella ambiental y apoyar una economía neutra en carbono se explican con más detalle en esta **Hoja de ruta de la industria cementera catalana para alcanzar la neutralidad climática en 2050**.

Tabla de contenidos

	<p>La transición necesaria y posible</p>  <p>4</p>	<p>Climáticamente neutros para ser positivos con las personas y el planeta</p>  <p>5</p>	<p>El camino para frenar el cambio climático</p>  <p>6</p>	<p>Metodología del sector para conseguir la neutralidad en carbono en 2050</p>  <p>10</p>	
<p>El enfoque de las 5Cs</p>	<p>Clínker</p>  <p>16</p>	<p>Cemento</p>  <p>22</p>	<p>Hormigón</p>  <p>26</p>	<p>Construcción</p>  <p>30</p>	<p>(re)Carbonatación</p>  <p>34</p>
					2050

Fotografías de las páginas 13, 14, 16, 21, 30, 33, 34 y 37: Archivo de Ciment Català
 Fotografías de las páginas 1 y 23: Escofet 1886 SA
 Fotografía de la página 7: Patrick Lopez Jaimes
 Fotografía de la página 9: Empreinte
 Fotografías de las páginas 6, 10, 15, 26 y 29: Istock
 Fotografías de las páginas 27, 32 y 35: Pixabay
 Fotografía de la página 24: Ayuntamiento de Barcelona
 Fotografía de la página 22: creada por rawpixel.com - www.freepik.es

La transición necesaria y posible

La lucha contra la emergencia climática hace muchos años que es uno de los objetivos prioritarios del Gobierno de la Generalitat. Con la aprobación de la Ley del Cambio Climático y del Pacto Nacional para la Transición Energética, ya en 2017, se marcaron un conjunto de estrategias para hacer posible esta revolución tecnológica y social.

El objetivo para el horizonte 2050 es un modelo neutro en emisiones de gases de efecto invernadero, basado en la máxima eficiencia energética y una demanda de energía cubierta prácticamente al 100% con renovables.

Para ello, el Departamento de Empresa y Conocimiento se ha marcado cuatro ámbitos de actuación: en primer lugar, una transformación del sector del transporte, que tiene una elevadísima dependencia del petróleo (casi un 95%); en segundo lugar, la rehabilitación de edificios, para minimizar los consumos de energía; en tercer lugar, el empoderamiento de la ciudadanía, para desarrollar un nuevo modelo más democrático y participativo; y en cuarto lugar, una apuesta por la descarbonización de los procesos productivos en el sector industrial, potenciando la "industria 4.0" como elemento de mejora de la competitividad.

Ramon Tremosa i Balcells
Consejero de Empresa y Conocimiento
Generalitat de Catalunya



En este sentido, cabe destacar el compromiso de la industria del cemento con la reducción de la huella ambiental, mejorando procesos para incrementar la eficiencia y contribuir a los objetivos que se ha marcado el Gobierno. Si el uso del cemento ha sido durante décadas ejemplo de progreso tecnológico y bienestar en la sociedad que lo ha utilizado, ahora ha llegado el momento de volver a innovar en los procesos de transformación de la piedra caliza en cemento, con el fin de conseguir una Cataluña neutra de emisiones.

Por eso os invito a leer esta Hoja de Ruta para la neutralidad en carbono en 2050, en el que se analizan las herramientas que tenemos para transformar el sector. Por el futuro de la industria del cemento, por el planeta que nos acoge y, sobre todo, por los que vendrán, ahora es el momento de la transición energética.



Salvador Fernández Capo
Presidente de Ciment Català

Climáticamente neutros para ser positivos con las personas y el planeta

El cemento, y su derivado principal, el hormigón, son los materiales de construcción por excelencia. Ningún otro contribuye tanto a hacer más habitable y protegido nuestro planeta, y su uso es sinónimo de progreso. El cemento es un producto natural, económico y con unas propiedades técnicas que –hoy por hoy– lo convierten en irremplazable para un futuro sostenible.

Sin embargo, fabricar cemento genera también impactos negativos. La piedra caliza, que constituye su materia prima principal, exige explotar recursos naturales, y el proceso de transformación que lleva asociado un uso intensivo de energía. La industria cementera acumula años mitigando los efectos del primer impacto mediante la restauración de canteras, la protección y el fomento de la biodiversidad y el aprovechamiento de materiales residuales de otras industrias y actividades como materias primas alternativas. Para el segundo caso, hemos implantado la recuperación energética de residuos, que contribuye al ahorro de combustibles fósiles y a una mejor gestión de este problema social y medioambiental. El sector del cemento, por tanto, es un sector que está a la vanguardia de la economía circular.

Ahora, y en las próximas décadas, vamos a dar un gran paso más allá. Se trata de conseguir la neutralidad en carbono, o huella de carbono cero a lo largo del ciclo de

vida de cementos y hormigones. Entre otras acciones, vamos a intensificar el uso de biomasa y otras fuentes de energía libres, parcial o totalmente, de carbono y vamos a implantar tecnologías –todavía en desarrollo– para capturar y almacenar dióxido de carbono, que se podrá, después, utilizar en otras industrias. También vamos a reducir el consumo energético, optimizar actividades que producen emisiones, como el transporte, y mejorar la eficiencia energética de nuestros procesos industriales. A todo ello ayudará también la captación natural de carbono que se produce en los productos derivados del cemento a lo largo de su vida.

*Tenemos un plan. Nuestra **Hoja de Ruta para la neutralidad en carbono en 2050** exigirá esfuerzos e inversiones importantes, y requerirá también del apoyo de los poderes públicos. Pero estamos comprometidos con la neutralidad climática porque somos positivos con las personas y con el planeta y estamos de su lado.*

Les invito a conocer el camino a través de la lectura de esta Hoja de Ruta.

El camino para frenar el cambio climático

El *Pacto Verde Europeo* define un proyecto para alcanzar una sociedad equitativa en la que los ciudadanos, la industria y la biodiversidad puedan prosperar de la mano, transformando los retos climáticos y medioambientales en oportunidades en todos los ámbitos y logrando así una transición justa e integradora para todos.

Dentro de este compromiso, la industria cementera es reconocida como indispensable, ya que abastece a una serie de cadenas de valor esenciales que contribuyen al crecimiento de la economía, haciéndola más sostenible y

satisfaciendo las necesidades de la sociedad de manera más eficiente desde el punto de vista medioambiental, social y económico.

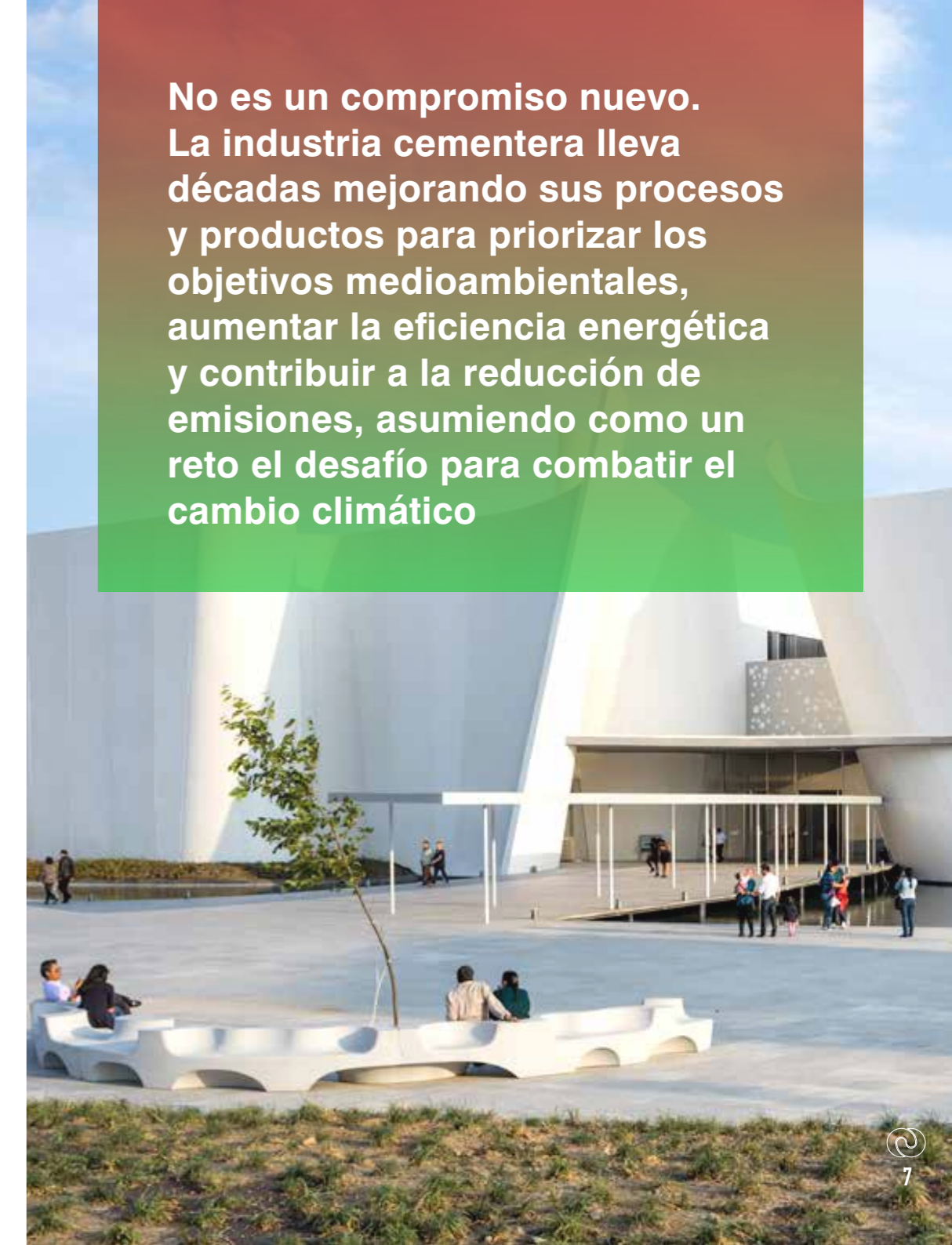
El principal producto derivado de la industria cementera, el hormigón, juega un papel protagonista al ser el material para la construcción de los edificios e infraestructuras del futuro como son, por ejemplo, y entre muchos otros, los activos de energía renovable (aerogeneradores, presas hidroeléctricas, ...). Además, otro rasgo que caracteriza al sector cementero es que es una industria local.

Desde las materias primas que utiliza hasta el producto final están presentes en todo el territorio de la Unión Europea, desempeñando un importante papel tanto para la cohesión social y el reto demográfico, como para la economía en general.

De la misma forma, tanto el nuevo *Plan de Acción de la Unión Europea para una Economía Circular* como la *Estrategia Española de Economía Circular*, identifican al sector de la construcción como uno de los sectores prioritarios para modernizar y transformar nuestra economía, ya que una gestión adecuada de los residuos de construcción y demolición aporta grandes beneficios en términos de sostenibilidad y circularidad para alcanzar el reto de una economía climáticamente neutra.

La industria del cemento, que ya en 2017 firmó el *Pacto por una Economía circular: el compromiso de los agentes económicos y sociales 2018-2020*, lleva contribuyendo más de 30 años a la economía circular gracias al coprocesado, es decir, a través del uso de residuos como materia prima o como fuente de energía, o como ambas, con el fin de reemplazar los recursos minerales naturales (reciclado material) y los combustibles fósiles (valorización energética) por residuos que, de otro modo, requerirían su eliminación en vertedero.

No es un compromiso nuevo. La industria cementera lleva décadas mejorando sus procesos y productos para priorizar los objetivos medioambientales, aumentar la eficiencia energética y contribuir a la reducción de emisiones, asumiendo como un reto el desafío para combatir el cambio climático



Actualmente, en Cataluña, sólo el 35% del poder calorífico de los hornos de cemento procede de combustibles derivados de residuos. Este porcentaje es muy inferior a la media de la Unión Europea (46%) y está muy lejos de países como Austria, Suecia, Alemania y Noruega, donde las tasas de sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos son superiores al 60%. En España, Cataluña está por encima de la media (32%) pero por debajo de otras Comunidades Autónomas como Aragón (53%) o Cantabria (46%) que sí se encuentran en niveles parecidos o superiores a los medios europeos.

El **Programa general de prevención y gestión de residuos y recursos de Cataluña (PRECAT20)** hace suyos los objetivos de la Comisión Europea, e incluso va más allá en algunos aspectos. El objetivo es contribuir a la mitigación del cambio climático, la mejora de la calidad ambiental y el ahorro de los recursos. Además, el PRECAT20 recoge un ambicioso objetivo de reducción del 15% en la generación de residuos ya para 2020.

El impulso a la economía verde y a la economía circular del Gobierno de Cataluña promueve la sostenibilidad como eje para alinear su estrategia en materia de competitividad, de acuerdo con las líneas de crecimiento inteligente, sostenible e integrador que postula la Unión Europea.

Por otra parte, el sector de la producción de cemento es reconocido en el **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC)** como uno de los cuatro sectores que más energías renovables consume.

Lo mismo ocurre aguas abajo de la cadena de valor de la industria del cemento, ya que el hormigón es un producto 100% reciclable al final de la vida útil del bien construido. Además, parte del CO₂ emitido durante la fabricación del cemento es reabsorbido durante la cadena de valor debido al proceso de recarbonatación que se produce de manera natural en los hormigones en contacto con la atmósfera.



El Pacto Verde Europeo

El **Pacto Verde Europeo** crea un proyecto para una sociedad climáticamente neutra, innovadora, avanzada, justa y circular. Esboza una Unión donde ciudadanos, industria y biodiversidad puedan prosperar. Identifica el cambio climático como uno de los mayores desafíos sociales y consolida todos los elementos de una posible solución en una única y visionaria ambición.

El Pacto Verde también prevé una sociedad en 2050 que estará más urbanizada, más conectada, más automatizada y más inteligente. Una sociedad que necesitará cemento y hormigón para atender a sus necesidades. Además, reconoce explícitamente a la industria del cemento como una de las industrias esenciales para la economía de la UE, ya que suministra a varias cadenas de valor clave. Por último, identifica al sector de la construcción como esencial para la economía circular, enfatiza la importancia de políticas de productos sostenibles y anuncia una estrategia de biodiversidad.

Un compromiso de todos

La industria catalana del cemento está preparada para el cambio. Combinamos en este documento toda nuestra experiencia técnica para analizar opciones realistas y ofrecer cifras concretas.

Nuestra conclusión de este trabajo es que el objetivo de la neutralidad climática es ambicioso, pero posible: un esfuerzo concertado por la industria catalana del cemento y su cadena de valor con el apoyo de las administraciones públicas a nivel europeo, estatal y local pueden conseguirlo.



Metodología del sector para conseguir la neutralidad en carbono en 2050

Hace años que la industria del cemento trabaja activamente en la mejora de su comportamiento ambiental, habiendo conseguido reducir sus emisiones totales de CO₂ alrededor de un 27% respecto a las de 1990.

En 2017, el sector cementero europeo elaboró una hoja de ruta en la que se establecía un objetivo de reducción potencial de CO₂ del 80% para 2050.

La publicación del **Pacto Verde Europeo** para hacer de Europa el primer continente climáticamente neutro en 2050, supone un cambio radical que requiere que nuestra industria adopte una visión más ambiciosa. A raíz de estas iniciativas, la industria del cemento está acelerando su ritmo y adoptando medidas relativas a inversiones en eficiencia energética y reducción de emisiones de CO₂.

La estrategia sectorial de esta nueva Hoja de Ruta se basa en el **Enfoque de las 5Cs**, planteado por la asociación europea de fabricantes de cemento (Cembureau) y que promueve la colaboración de toda la cadena de valor **Clí**inker – **C**emento - **H**ormigón (**C**oncrete, en inglés) – **C**onstrucción - (re)**C**arbonatación para convertir en realidad la visión de la neutralidad climática.

Para cada una de las 5Cs se identifican las áreas en las que se puede reducir significativamente las emisiones, las tecnologías clave que permitirán hacerlo, así como los apoyos necesarios para impulsar esta transformación.

Se trata de un objetivo muy ambicioso, pero alcanzable. El esfuerzo conjunto de todos los actores implicados y la actuación en todas las fases conseguirán importantes reducciones de emisiones que harán que la cadena de valor del

El camino hacia la neutralidad climática en 2050 requiere cumplir una serie de objetivos intermedios. Según lo establecido en el Acuerdo de París, el sector cementero se ha fijado el objetivo de reducir sus emisiones en un 43% en 2030 a lo largo de toda su cadena de valor

cemento y el hormigón sea climáticamente neutra en 2050, lo que permitirá a nuestra sociedad disponer de un material de construcción sostenible con el que desarrollar todas las actuaciones de adaptación y mitigación necesarias.

El camino hacia la neutralidad climática en 2050 requiere cumplir una serie de objetivos intermedios. Según lo establecido en el Acuerdo de París, el sector cementero se ha fijado el objetivo de reducir sus emisiones en un 43% en 2030 a lo largo de toda su cadena de valor. Todos los ahorros de emisiones de CO₂ que se mencionan en la presente hoja de ruta se expresan en valores específicos.

En la elaboración de este camino a seguir, sólo se ha tenido en cuenta el ahorro de emisiones directas de la industria del cemento. Sin embargo, es importante subrayar que el hormigón, como material de construcción, permite importantes ahorros de emisiones de CO₂ gracias a su

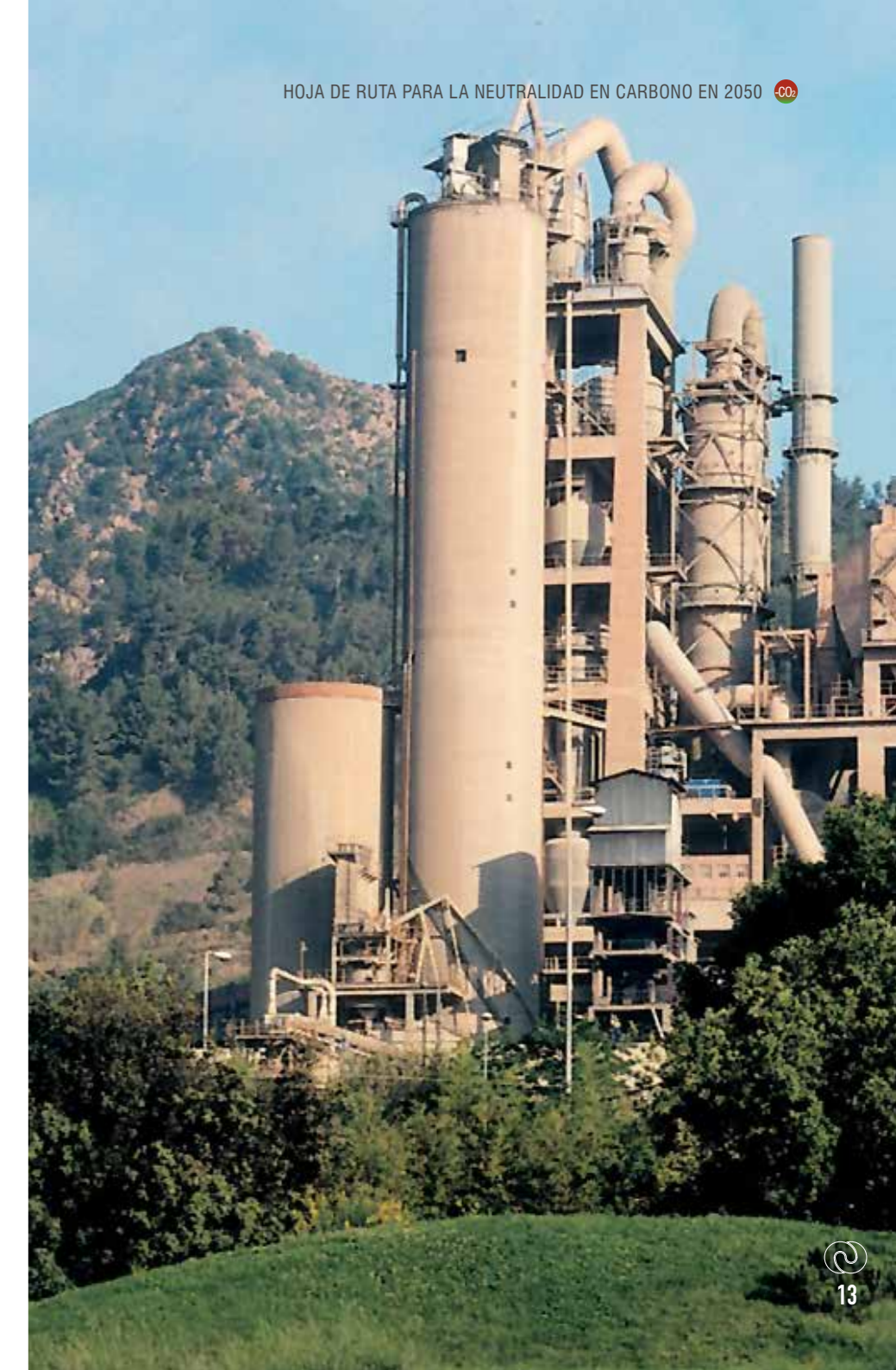
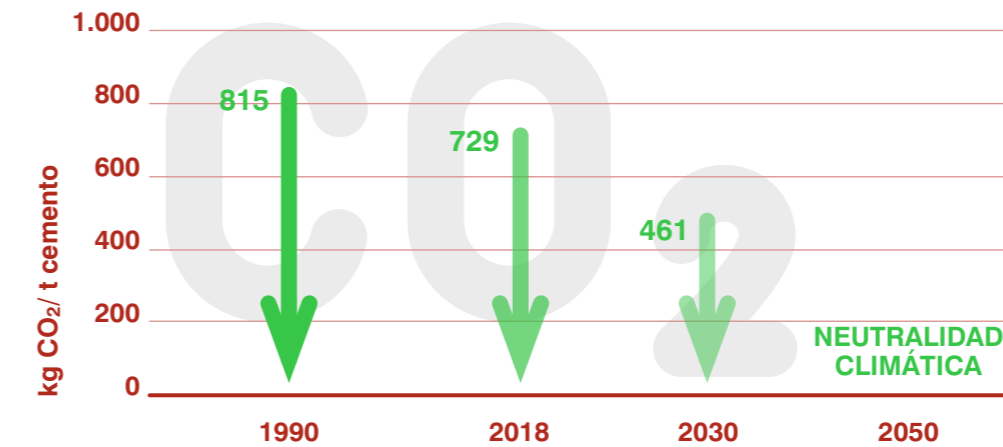
inercia térmica y a su durabilidad. La inercia térmica es la capacidad de los materiales pétreos y pesados, como el hormigón, para almacenar energía, que más tarde se libera, evitando el sobrecalentamiento de edificios y manteniendo temperaturas confortables en el interior. Además, es un material utilizado en infraestructuras de energías renovables y sistemas de transporte público. Estos ahorros indirectos no se contabilizan en la presente hoja de ruta.

En la siguiente tabla se resume la senda de cumplimiento para que el sector y su cadena de valor alcancen la neutralidad climática en 2050. Para cada una de las etapas de la cadena de valor se describen los objetivos medios estimados de las diferentes palancas de reducción de emisiones, su punto de partida, el objetivo para conseguir en 2030 el 43% de reducción respecto al nivel de emisiones de 1990 y, finalmente, la neutralidad climática en 2050.

Objetivos medios estimados para el desarrollo de la estrategia de las 5Cs				
Cadena de valor del cemento - 5Cs	Áreas que permiten una reducción significativa de las emisiones de CO ₂	Objetivos		
		2018	2030	2050
5C - Clínter	Uso de materias primas descarbonatadas	3,15%	5%	8%
	Uso de combustibles biomasa	12%	20%	40%
	Mejora de la eficiencia energética	3.602MJ/t clínter	3.400MJ/t clínter	3.000MJ/t clínter
	Reducción de emisiones de proceso por clínteres bajos en carbono	0%	2%	5%
	Reducción de emisiones de combustión por uso de hidrógeno y electrificación	0%	0%	10%
	Tecnologías de almacenamiento, captura y uso de carbono. Porcentaje de penetración	0%	1%	50%
5C - Cemento	Adiciones. Reducción de clínter en el cemento	83%	75%	70%
	Origen renovable de la electricidad		50%	100%
	Transportes internos neutros (eléctricos y/o propulsados por hidrógeno)	0%	0%	100%
5C - Hormigón (Concrete, en inglés)	Reducción de la cantidad de cemento por m ³ de hormigón de idénticas prestaciones	0%	5%	10%
	Transporte neutro (eléctricos y/o propulsados por hidrógeno)	0%	0%	100%
5C - Construcción	Eficiencia en el uso del hormigón: mejora en la eficiencia energética de las construcciones (no se contabilizan estas reducciones en CO ₂ , ya que se estima que en 2050 toda la energía de los edificios provendrá de fuentes renovables)	-	-	-
5C - (re)Carbonatación	Recarbonatación del hormigón. Según metodología científica publicada y consenso multigeográfico, pendiente de evaluar por IPCC, se considera que, en la vida útil del hormigón, un 20% de las emisiones de proceso del clínter son reabsorbidas. Adicionalmente, si el hormigón se tritura al final de su vida útil, se recarbonata un 3% más	0%	20%	23%

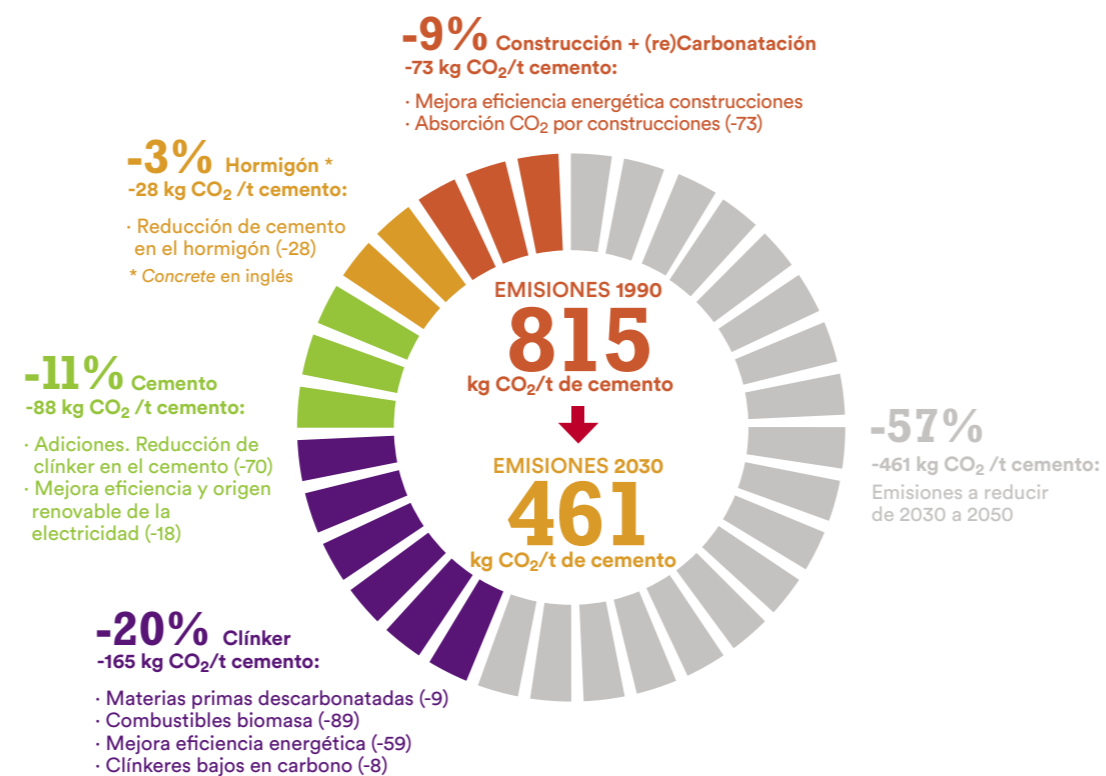
El cumplimiento de estos objetivos está sujeto al desarrollo de un marco de políticas que facilite la aplicación de estas tecnologías y las inversiones necesarias.

Hitos hacia la neutralidad climática en 2050. Niveles de emisión

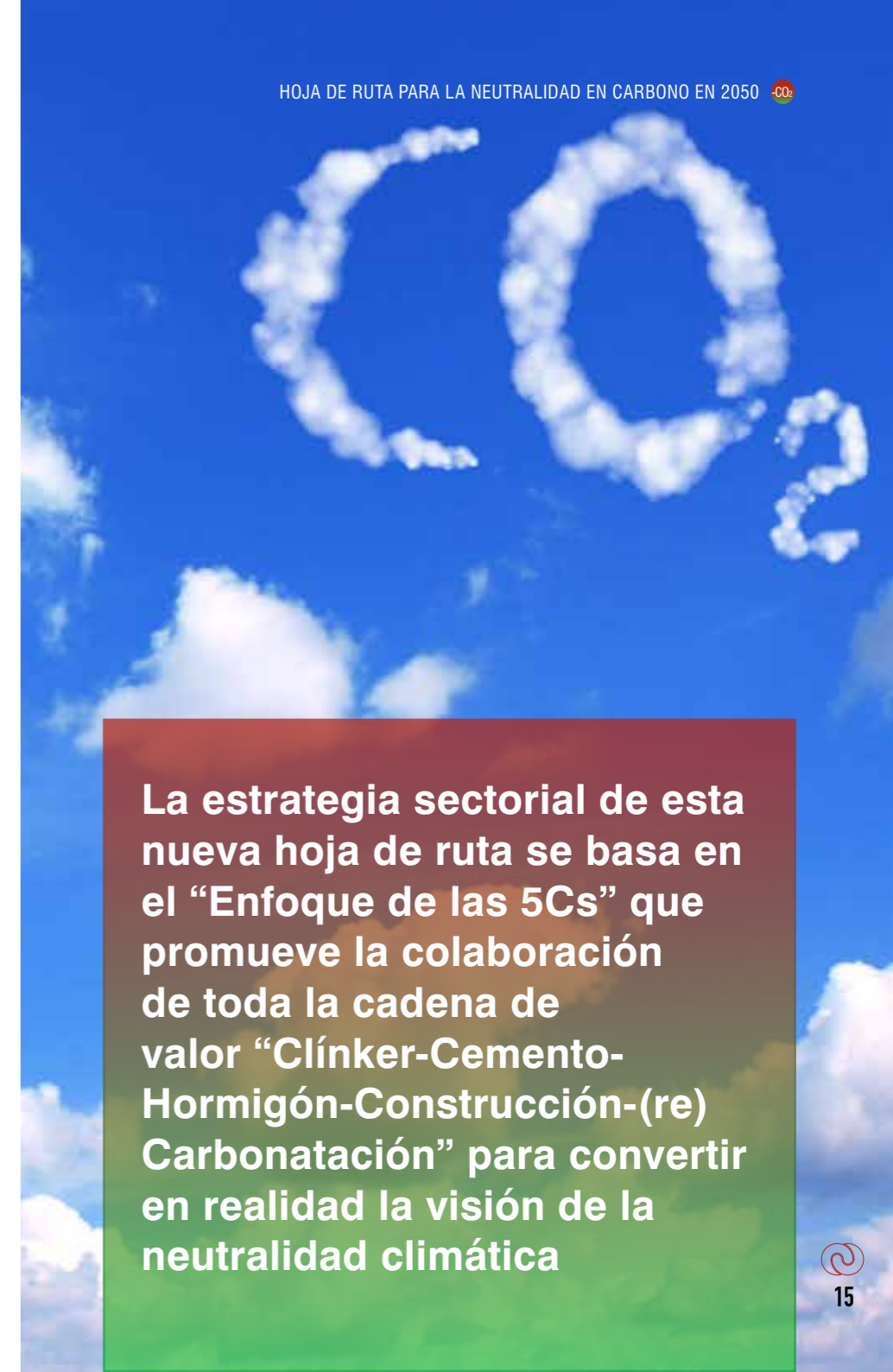
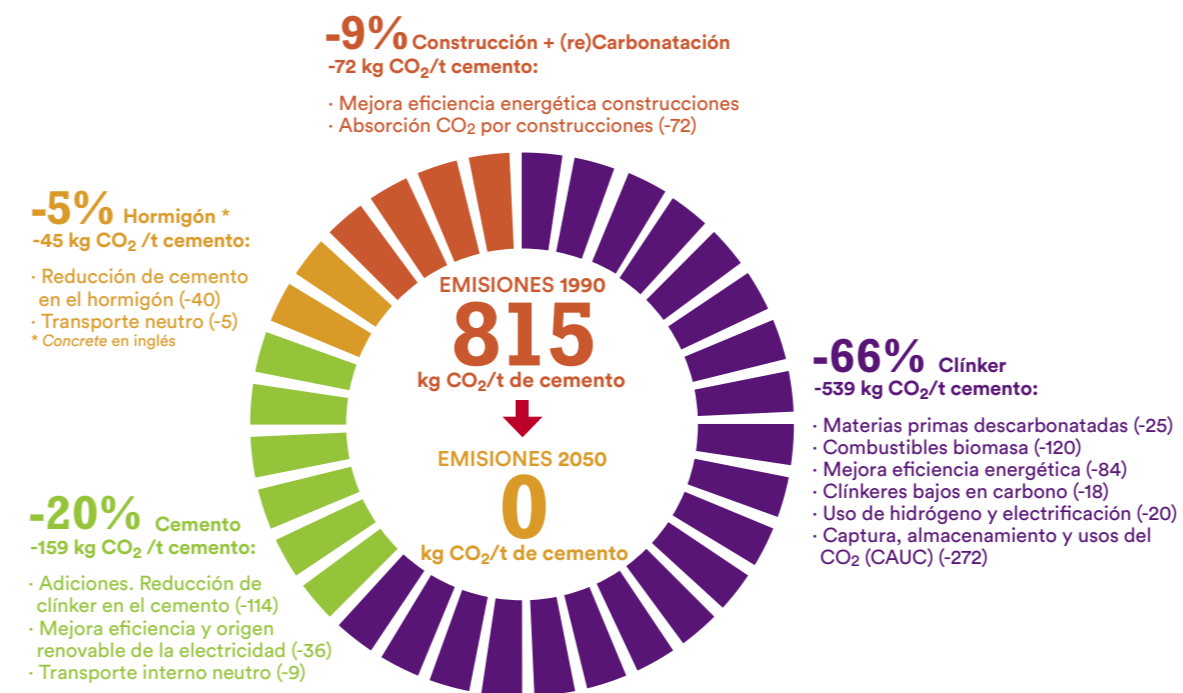




Objetivo a 2030 Alcanzar un nivel de reducción de emisiones de CO₂ de un 43% aplicando las 5Cs



Objetivo a 2050 Neutralidad climática aplicando las 5Cs



La estrategia sectorial de esta nueva hoja de ruta se basa en el “Enfoque de las 5Cs” que promueve la colaboración de toda la cadena de valor “Clínter-Cemento-Hormigón-Construcción-(re) Carbonatación” para convertir en realidad la visión de la neutralidad climática



EL ENFOQUE DE LAS 5Cs

Clínker

El clínker es el producto intermedio con el que se fabrica el cemento. Se trata de un producto con forma de gránulos o pequeñas bolas, de entre 5 y 25 mm aproximadamente, que se forma a partir de la calcinación de piedra caliza, arcilla y otros minerales a temperaturas elevadas (>1.400 °C) en grandes hornos rotatorios. Estos gránulos triturados y mezclados con diferentes aditivos permiten fabricar los distintos tipos de cemento y, posteriormente, hormigón.

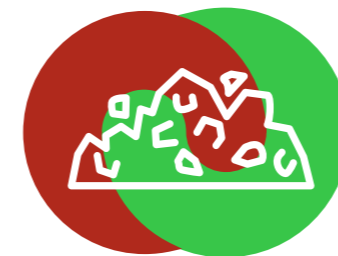
Al calentar las materias primas en el horno, verdadero corazón del proceso productivo, tiene lugar la descarbonatación de la piedra caliza a través de una reacción química denominada calcinación, que la transforma en cal y CO₂.

Esta reacción química origina el 60-65% de las emisiones de CO₂ de la fabricación del cemento, que se denominan emisiones de proceso.

El resto de las emisiones de CO₂ provienen de los combustibles necesarios para calentar el horno, es decir, son emisiones de combustión.

Dado que la producción de clínker representa la mayor parte de las emisiones, también es el área que ofrece mayores oportunidades para reducir las de CO₂.

Así podremos reducir las emisiones de CO₂ en el clínker



Uso de materias primas alternativas descarbonatadas

Como la mayor fuente de CO₂ proviene de la calcinación de las materias primas en el horno, el uso de fuentes alternativas de materiales descarbonatados es una opción para reducir significativamente las emisiones de CO₂.

Residuos y subproductos de otros procesos industriales pueden usarse para sustituir parte de la caliza, un buen ejemplo de simbiosis industrial. Estos materiales, entre otros, pueden incluir hormigón reciclado procedente de residuos de construcción y demolición, escoria enfriada por aire y residuos de la producción de cal.



Biomasa y cero emisiones de combustión (uso de hidrógeno y electrificación)

Las emisiones de combustión representan aproximadamente del 35% al 40% del total de las emisiones de CO₂ del proceso de fabricación. Al producir cemento tiene lugar un doble aprovechamiento energético y material de diferentes flujos de residuos, también llamado coprocesado. El coprocesado pone a la industria del cemento en el eje central de la economía circular, ya que juega un papel clave en la gestión de los residuos en el ámbito local y municipal.

El uso de combustibles alternativos, que están compuestos total o parcialmente por biomasa, en fábricas de cemento, tiene un

impacto positivo inmediato sobre su huella de carbono. A diferencia de los combustibles fósiles, el CO₂ emitido por combustibles procedentes de biomasa ha sido absorbido previamente de la atmósfera, por lo que se consideran neutros a la hora de contabilizar las emisiones.

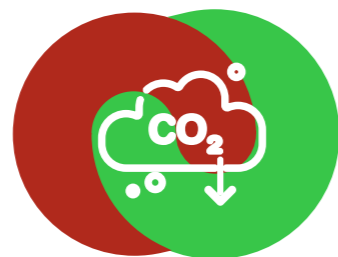
Por otra parte, de no aprovecharse en hornos de cemento, los residuos no reciclables se destinarían a vertederos o a incineradoras, y producirían mayores emisiones de gases de efecto invernadero. Hay que tener en cuenta que, en vertederos, la fermentación de la materia orgánica produce metano, un gas con un potencial de calentamiento global 21 veces mayor que el del CO₂.

No existen impedimentos técnicos para poder alcanzar porcentajes de uso de combustibles derivados de residuos superiores al 90%. En Europa hay varias fábricas de cemento que ya alcanzan estos niveles gracias a un marco normativo adecuado, a la aceptación pública y social, y al apoyo de las inversiones.

Además, actualmente hay investigaciones, todavía en fase temprana, para utilizar electricidad, energía solar o de plasma, como fuente energética para calcinar las materias primas, lo que, en un futuro, podría ahorrar el 55% de las emisiones de CO₂ de combustión si se utiliza electricidad procedente de fuentes renovables. En combinación con el uso de hidrógeno y biomasa para la fabricación del clínker podría suponer que las emisiones de CO₂ de combustión fueran prácticamente cero.

Gracias al uso de materias primas descarbonatadas, la industria del cemento prevé una reducción de hasta un 5% de las emisiones de CO₂ de proceso en 2030 y de hasta un 8% de reducción en 2050

Se prevé alcanzar el uso de un 45% de combustibles alternativos en 2030, de los que el 20% sea biomasa; y un 70% en 2050, de los que un 40% sea biomasa



Nuevos clínkeres bajos en carbono

Se están desarrollando nuevos tipos de clínker de cemento que químicamente son diferentes al convencional. Estos nuevos clínkeres suponen un ahorro de entre un 20 y un 30% de las emisiones de CO₂ debido a que necesitan menos caliza en su formulación y porque requieren menos aporte de energía. A este respecto, se debe señalar que, al tratarse de cementos con propiedades diferentes, sólo se pueden utilizar para aplicaciones específicas. Algunos ejemplos de estos nuevos tipos de clínker son el clínker de sulfoaluminato de calcio (SAC) y los clínkeres belíticos.

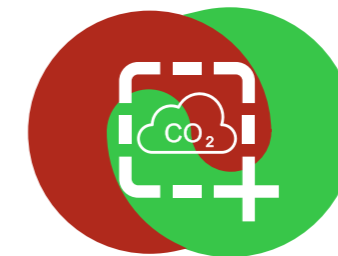


Eficiencia térmica

Gracias a la utilización de las mejores tecnologías disponibles, los hornos de cemento en Cataluña y España se encuentran entre los más eficientes del mundo. No obstante, aún se pueden conseguir mejoras en la eficiencia térmica de algunos mediante la conversión del precalentador, el desarrollo de precalcinadores de alta eficiencia y recuperando calor del enfriador. Para ello, hasta 2050 se estima que serían necesarias inversiones de entre 50 y 80 millones de euros por fábrica.

Gracias al desarrollo de nuevos clínkeres, la industria del cemento se ha fijado como objetivo una reducción del 2% en las emisiones de CO₂ de proceso en 2030 y del 5% en 2050

En 2050, el uso de las diferentes tecnologías de captura de carbono reducirá las emisiones de CO₂ en un 37%



Captura, almacenamiento y usos del carbono (CAUC)

La tecnología CAUC será un elemento clave para que las fábricas de cemento reduzcan sus emisiones de CO₂. En los últimos años, se han llevado a cabo, a escala piloto, importantes investigaciones para desarrollar técnicas de captura por oxidación y postcombustión. Se están realizando ensayos para encontrar soluciones que permitan concentrar el CO₂ en la corriente de gases para que la captura sea más eficiente y económica. Una vez capturado el CO₂ puede ser transportado hasta formaciones geológicas profundas (yacimientos de petróleo y gas agotados, o en vías de agotamiento, o acuíferos salinos profundos) donde se almacena de forma permanente. Otras técnicas de captura permanente de CO₂ incluyen el uso de áridos de hormigón reciclado y minerales (como olivino y basalto), denominadas tecnologías de mineralización. También se pueden utilizar microalgas para absorber CO₂ y cultivar biomasa que luego puede usarse como combustible para el horno o para aplicaciones agrícolas o bioquímicas.

Si bien hay planes para el desarrollo de las tecnologías CAUC a gran escala, alguna en España, su implantación dependerá en gran medida del desarrollo de una infraestructura de tuberías para el transporte de CO₂, así como de la elaboración de un estudio general de viabilidad. El desarrollo de políticas apropiadas jugará un papel clave a este respecto. El sector del cemento español está colaborando con la Plataforma Tecnológica Española del CO₂ (PTECO₂) en la identificación de posibles usos y formaciones geológicas adecuadas para el almacenamiento de carbono en relación con la ubicación de las fábricas de cemento y determinar así qué infraestructuras de transporte de CO₂ serían necesarias.

Apoyos necesarios para impulsar esta transformación

Reducir las emisiones de clínker requerirá importantes inversiones en tecnologías de baja emisión de carbono. Para que estas inversiones se lleven a cabo, será fundamental crear un marco favorable, a través de la igualdad de las condiciones en materia de carbono respecto a otros productores de fuera de la Unión Europea, la financiación adecuada para la investigación y una visión a largo plazo.

La política de la UE también desempeñará un papel fundamental en la reducción de emisiones de clínker a través de dos políticas que están en el centro del Pacto Verde: la economía circular y el desarrollo de tecnologías líderes para la descarbonización como las CAUC.

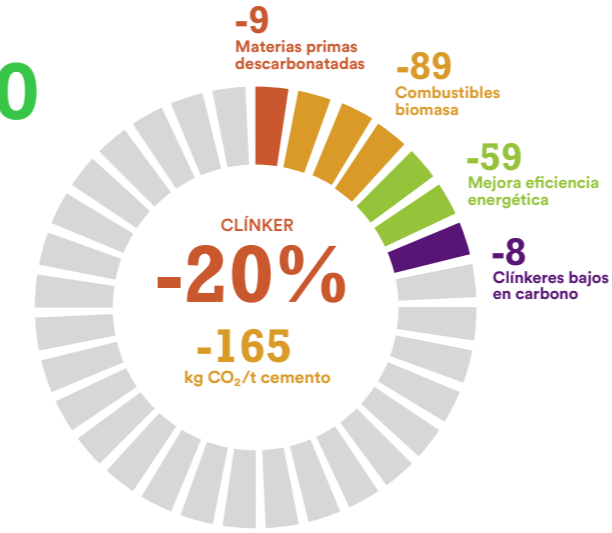
Será necesario también un mayor acceso a residuos no reciclables y a residuos de biomasa para eliminar gradualmente el uso de combustibles fósiles, unas políticas que faciliten el traslado de los residuos entre países, desincentivar el vertido y prohibir exportaciones de residuos fuera de la Unión Europea. Además, debe garantizarse el acceso suficiente a biomasa y a residuos no reciclables para su coprocesado en hornos de cemento, como la solución más ecológica para la mayoría de los materiales.

Las industrias intensivas en energía, incluida la del cemento, necesitarán infraestructuras suficientes para transportar, reutilizar y almacenar el CO₂ que se capture. La Unión Europea debería considerar urgentemente el desarrollo de una red paneuropea de transporte de CO₂ que responda a las necesidades de la industria. De igual forma, a nivel nacional se pueden desarrollar estrategias que permitan visualizar soluciones de transporte, uso y almacenamiento que eviten depender de soluciones equivalentes que se están desarrollando en otros países de la Unión. En concreto, se considera necesario impulsar un proyecto estatal con financiación público-privada para el desarrollo de estas capacidades.

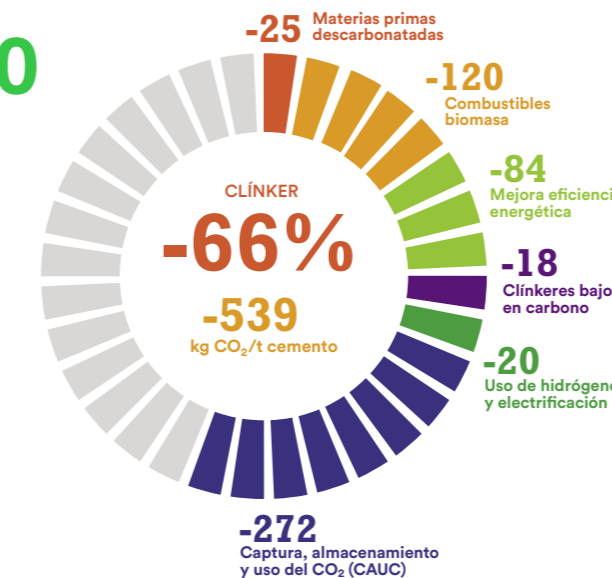


Oportunidades para reducir CO₂ en Clínker

2030



2050



La industria cementera prevé que se alcance un 5% de mejora de la eficiencia térmica en 2030, que ascenderá hasta el 16% en 2050

EL ENFOQUE DE LAS 5Cs

Cemento

Así podremos reducir las emisiones de CO₂ en el cemento



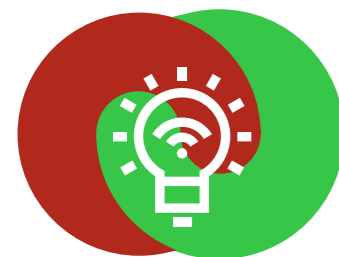
Cementos de bajo contenido en clínker

En España, en 2018, la proporción del contenido de clínker en el cemento fue del 83%. Esto significa que, de media, el 17% del clínker fue sustituido por materiales alternativos como escorias de horno alto procedentes de la industria del acero y cenizas volantes procedentes de centrales eléctricas de carbón. La industria del cemento es consciente de que la eliminación gradual de las centrales eléctricas de carbón limitará el suministro de cenizas volantes —el 22% del total de materiales autorizados y con características puzolánicas—, y de que el uso de escorias de horno alto de acerías —el 7% del total de materiales autorizados y con características puzolánicas— disminuirá.

Por otro lado, ya hoy, un 40% de los componentes utilizados para sustituir parcialmente el clínker del cemento son puzolanas naturales (materiales volcánicos naturales) y piedra caliza. Otros materiales sustitutivos no tradicionales como las arcillas calcinadas y la sílice están siendo evaluados, pero queda un amplio recorrido para su reconocimiento y uso seguro. Se están llevando a cabo más investigaciones para examinar otros materiales que podrían utilizarse en el futuro, como materiales puzolánicos de corrientes de residuos o escorias de otras industrias. De acuerdo con la legislación de producto armonizada en la Unión Europea es necesario garantizar unas condiciones de seguridad y de respeto ambiental según lo regulado en la Directiva de Productos de Construcción.

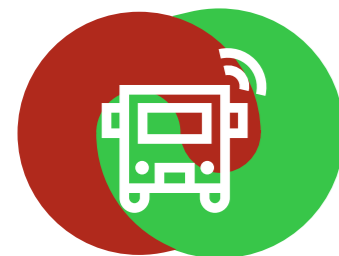
La industria cementera estima pasar de una media del 83% al 75% del contenido de clínker en el cemento en 2030 para llegar hasta el 70% en 2050





Consumo eléctrico eficiente y renovable

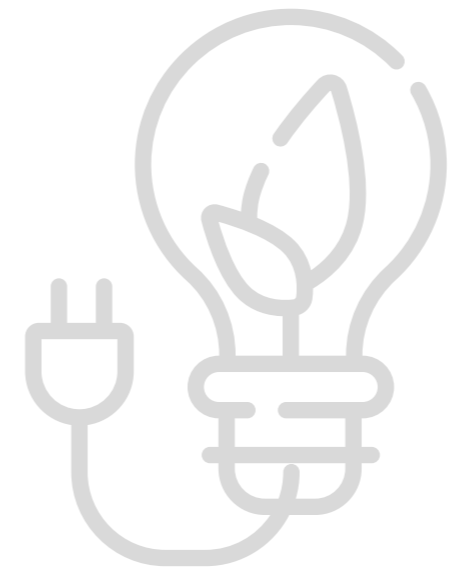
En 2018, la energía eléctrica representó el 13% del consumo energético total y un 6% del total de las emisiones de CO₂ asociadas a la fabricación de cemento. La eficiencia eléctrica se puede mejorar mediante cambios en el diseño del precalentador de los hornos y optimizando el proceso de la molienda. En algunas situaciones, parte de los terrenos de las fábricas de cemento se podrían destinar a la generación de energía renovable. En 2050, se espera que el consumo eléctrico de las plantas de cemento se duplique debido a la implantación de las tecnologías de captura y almacenamiento de carbono.



Transporte de cemento neutro en carbono

El transporte representa actualmente el 1,5% de las emisiones totales de CO₂ asociadas a la fabricación de cemento. Incluye el transporte interno de cantera y fábrica, el transporte de materias primas y combustibles y el transporte de productos hasta los consumidores finales. En la actualidad, se están llevando a cabo importantes investigaciones sobre vehículos a escala industrial, tanto para la cantera como para carreteras, que incluyen vehículos híbridos que utilizan electricidad, eco combustible e hidrógeno; también se están probando vehículos operados eléctricamente. De manera gradual, se sustituirán las actuales flotas por vehículos con motores eléctricos, de hidrógeno o ambos. Se estima que para 2050 todo el transporte de materiales y combustibles será neutro en carbono.

La utilización de un 100% de energía procedente de fuentes renovables supondrá un ahorro total del 6% de las emisiones de CO₂



Apoyos necesarios para impulsar esta transformación

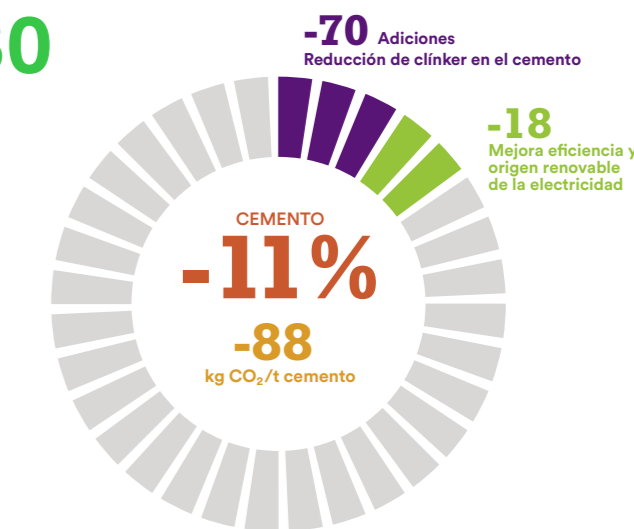
La disponibilidad de electricidad renovable a un precio asequible y la necesaria mejora de infraestructuras que garanticen la creciente demanda eléctrica serán fundamentales. Todavía son precisos avances significativos que permitan que los vehículos industriales se puedan impulsar por electricidad o hidrógeno, y un suministro suficiente de cada fuente de energía para satisfacer esta demanda.

La contratación pública ecológica y la próxima política europea de productos sostenibles ofrecen oportunidades clave a este respecto. Las autoridades nacionales y europeas deben trabajar con los organismos de normalización para garantizar la aprobación oportuna de normas de productos que permitan la comercialización de cemento y hormigón con bajo contenido de carbono, y tratar de facilitar el acceso a las materias primas que permitan cementos más bajos en CO₂.

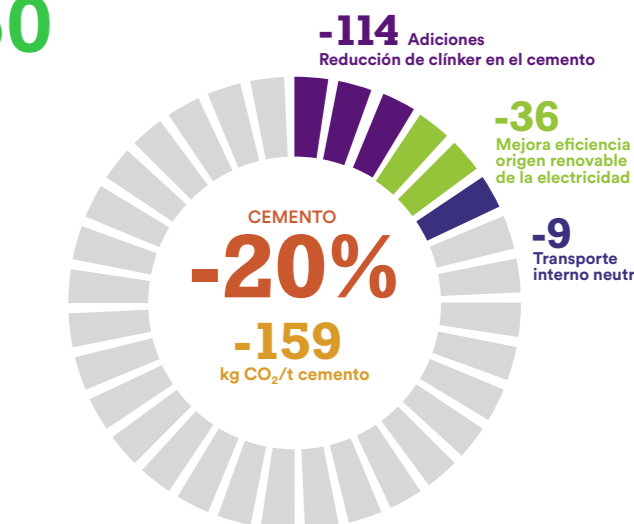
La electrificación de la industria debe fomentarse mediante exenciones fiscales para el uso de la electricidad en los procesos industriales (Directiva sobre fiscalidad energética) o mecanismos de compensación adecuados (Directrices sobre ayudas de estado en materia de medio ambiente y energía y de compensación de costes indirectos en el marco de la Directiva de Comercio de Emisiones de CO₂).

Oportunidades para reducir CO₂ en Cemento

2030



2050





EL ENFOQUE DE LAS 5Cs

Hormigón

El hormigón, principal producto derivado del cemento, es el segundo producto más consumido en el mundo por detrás del agua: el 70% de la población mundial vive en edificaciones con estructuras de hormigón y es el pilar básico de las infraestructuras de transporte (viaductos, pavimentos, puentes, aeropuertos, ...), de las infraestructuras necesarias para una correcta gestión del agua (red de tuberías, canales, presas, plantas de abastecimiento y de depuración, ...), del sector energético (plantas eólicas, térmicas y nucleares) y de los edificios.

El hormigón es también el material de construcción más durable y resistente por excelencia. Su durabilidad permite construcciones con una vida útil muy superior a los 100 años. Sus propiedades mecánicas se mantienen en cualquier tipo de ambientes, incluso bajo el agua, así como cuando se le somete a condiciones climatológicas adversas o a fenómenos naturales extremos como los huracanes, las tormentas y las inundaciones.

El hormigón se fabrica mezclando cemento con agua, áridos y pequeñas cantidades de aditivos químicos para mejorar sus propiedades y para satisfacer los requisitos específicos de cada usuario. Hoy en día, podemos encontrar hormigones reciclados, con fibras y ligeros, descontaminantes, o con sensores en su estructura. En línea con lo anterior, no cabe duda de que el hormigón será uno de los materiales que experimente mayores innovaciones en los próximos años.

El cemento representa alrededor del 10-15% de la mezcla para fabricar hormigón. La mayoría de las emisiones directas de CO₂ asociadas al hormigón provienen de la producción de cemento, mientras que la mayor parte de las emisiones indirectas de CO₂ provienen de su transporte hasta el cliente final.

Como ya se ha mencionado, durante el proceso de producción del cemento se emite CO₂ como resultado de la descarbonatación de la caliza. Posteriormente, a consecuencia del proceso opuesto (recarbonatación), el hormigón captura CO₂ durante el transcurso de su vida útil.

Así podremos reducir las emisiones de CO₂ en el hormigón



Digitalización, mejora del diseño de la mezcla y nuevos aditivos

La digitalización ofrece importantes oportunidades para reducir las emisiones de CO₂ en el hormigón. La mejora de los datos y su tratamiento permitirá a los constructores saber la cantidad exacta de cemento y hormigón entregada a pie de obra para realizar cada trabajo y evitar restos de producción. La digitalización también ayudará a controlar el hormigón durante el transporte y garantizará que se vierta correctamente manteniendo sus prestaciones y evitando posibles excesos de consumo.

Los contratistas y promotores del edificio podrán tener a su disposición los datos del cemento y del hormigón en tiempo real para poder determinar su huella de carbono y, también, para mostrar el origen de los materiales utilizados en la construcción, así como para controlar el rendimiento energético de los edificios durante su vida útil. La digitalización también puede ayudar a mejorar la clasificación de los áridos y optimizar las mezclas.



Transporte

Una de las mayores fuentes de emisiones de CO₂ relacionada con la fabricación de hormigón es el transporte a obra y la energía necesaria para su bombeo hasta donde se necesite. Se estima que en 2050 todo el transporte será realizado por vehículos de cero emisiones (eléctricos, de hidrógeno o una combinación de ambos).

Gracias a la digitalización, la mejora del diseño de la mezcla y los nuevos aditivos, se podría disminuir la cantidad de cemento en el hormigón en torno a un 5% en 2030 y a un 10% en 2050, sin reducir las prestaciones



Apoyos necesarios para impulsar esta transformación

Además de fomentar el desarrollo de mercados para productos con bajas emisiones de carbono, las políticas públicas también pueden desempeñar un papel destacado a la hora de incentivar y promover la digitalización en toda la industria del hormigón. Fundamentalmente, las políticas deben basarse en un enfoque de ciclo de vida completo y también buscar la formación adecuada de todos los actores de la cadena de valor.

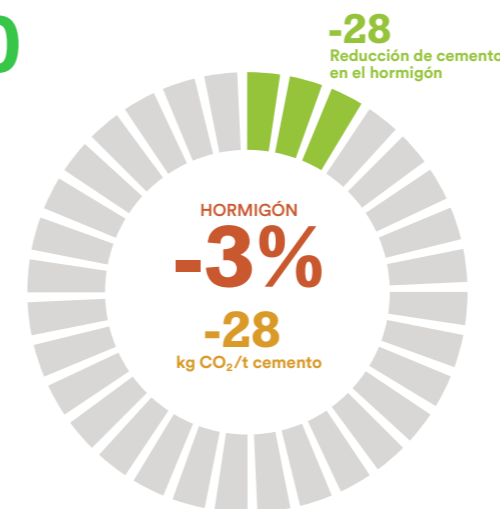
La legislación de la Unión Europea debería fomentar las políticas públicas en las prestaciones de los productos durante todo su ciclo de vida. La huella de CO₂ de los productos debería contemplar un enfoque “de la cuna a la tumba”, que va más allá de la comercialización de un producto y debe tener en cuenta también el rendimiento durante su uso y al final de su vida útil.

Alcanzar la neutralidad de carbono en el sector de la construcción requerirá habilidades adecuadas y nuevas técnicas de construcción. La próxima estrategia para un entorno construido sostenible debe promover la cooperación entre prescriptores y autoridades locales, así como fomentar las habilidades y la formación para ofrecer diseños energéticamente eficientes que usen mezclas de hormigón con bajo contenido de carbono.

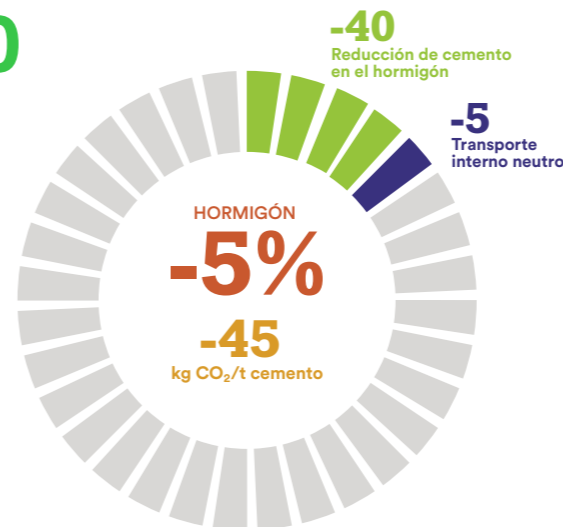


Oportunidades para reducir CO₂ en Hormigón

2030



2050



El hormigón es 100% reciclable para su utilización en nuevos hormigones. En su fabricación se utilizan también residuos de otras industrias, convirtiéndose en un material esencial en el camino hacia la economía circular



EL ENFOQUE DE LAS 5Cs

Construcción

Tal y como se establece en la iniciativa *Oleada de renovación* en el sector de la construcción del Pacto Verde Europeo, el entorno construido del mañana debe cimentarse en los tres pilares de la sostenibilidad:

- social: las estructuras construidas tendrán que ser seguras, duraderas y económicamente accesibles, y el sector de la construcción deberá generar empleo estable y de calidad.
- ambiental: los bienes construidos necesitarán responder al reto del CO₂ y de la eficiencia tanto energética como material, aparte de minimizar su impacto con un enfoque de ciclo de vida completo.
- económico: la construcción y la renovación tendrán que seguir siendo un motor clave para el crecimiento a un coste razonable con la consecuente generación de puestos de trabajo.

El hormigón es un material con una serie de características específicas (es barato, resistente, durable, versátil, de bajo mantenimiento, eficiente energéticamente, ...) que lo hacen indispensable para que el sector de la construcción afronte con garantías los retos de cada uno de estos tres pilares. Ofrece grandes oportunidades para reducir emisiones y es idóneo para incrementar la sostenibilidad de las ciudades, teniendo un papel esencial en la cadena de valor de la construcción de infraestructuras y en edificación.

Así podremos reducir las emisiones de CO₂ en la construcción



Eficiencia energética en edificación

Entre el 80 y el 90% de los impactos ambientales de un edificio se producen durante su fase de uso. El 72% de las emisiones totales de CO₂ relacionadas con un edificio medio provienen de la energía utilizada durante su vida útil.

Los edificios que aprovechan las propiedades de inercia térmica del hormigón pueden reducir el uso de energía entre un 25% y un 50%. Esta inercia térmica puede integrarse, así mismo, en las obras de rehabilitación de edificios.

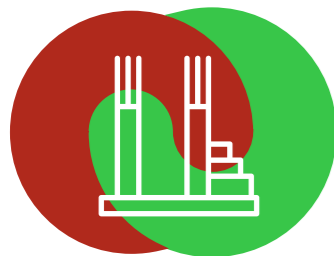
El hormigón es también el material de construcción clave para la activación térmica de estructuras y para el uso de energías renovables como la geotermia.



Hormigón utilizado en edificios

Actualmente se está investigando la forma de poder reducir el carbono embebido en los materiales de construcción. Esto debe hacerse asegurando que no se comprometa la seguridad de la estructura y que no se produzcan fallos estructurales prematuros, garantizando su durabilidad y vida útil. Investigaciones preliminares han demostrado que, mediante el uso de un diseño estructural eficiente, en algunos tipos de edificios se puede reducir hasta en un 30% el carbono embebido. Las mejoras en la construcción de edificios también se pueden realizar mediante la impresión 3D. Además, estudios recientes señalan que un uso más eficiente del hormigón en edificios y otras construcciones puede reducir el hormigón utilizado en estas estructuras.

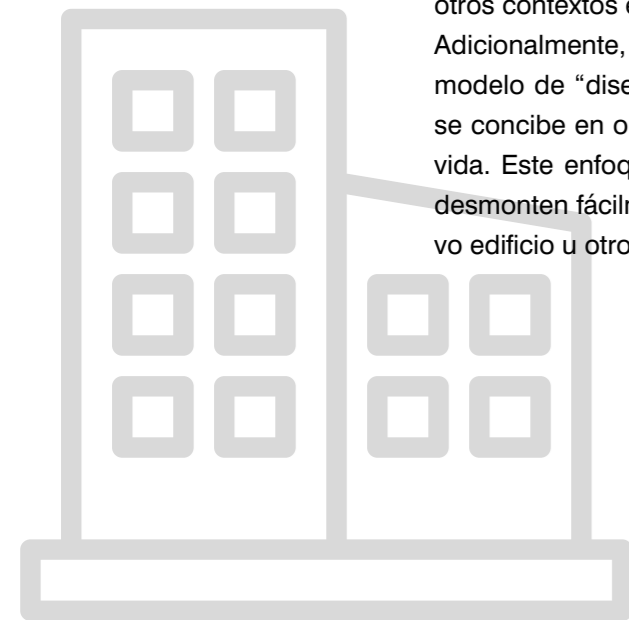
En los objetivos de esta hoja de ruta se incluye una reducción de la cantidad de hormigón en las estructuras de un 5% a un 10% para 2030 y de un 10% a un 30% en 2050. Los ahorros específicos de emisiones de estas reducciones no se han tenido en cuenta, ya que pueden verse compensadas por el aumento de la demanda de hormigón para proyectos de adaptación, como infraestructuras de protección frente inundaciones y agentes meteorológicos, proyectos de infraestructuras de transporte o aumento de energías renovables. Por otro lado, en un contexto realmente neutro en carbono, el mayor o menor uso de hormigón no afecta a las emisiones de CO₂ totales producidas.



Diseño para adaptabilidad y desmontaje

Muchos de los actuales edificios no residenciales están diseñados para un uso múltiple, por lo que un bloque de oficinas se puede convertir en un edificio de apartamentos si la demanda de espacio de oficina en la zona disminuye. Algunos edificios se diseñan utilizando estructuras de hormigón que se pueden adaptar a las necesidades del usuario, dando como resultado un edificio de uso mixto. La durabilidad y la longevidad del hormigón se prestan perfectamente a este tipo de adaptaciones y a las necesidades cambiantes del mercado. En la actualidad existe una corriente de pensamiento que, en el caso de los edificios más antiguos, aboga por la reutilización de la estructura de hormigón con otros fines o en otros contextos en lugar de su completa demolición.

Adicionalmente, el sector también está interesado en explorar el modelo de “diseño para la desconstrucción”, en el que el edificio se concibe en origen con el objetivo de desmontarlo al final de su vida. Este enfoque permite que los materiales y componentes se desmonten fácilmente y se puedan reutilizar para construir un nuevo edificio u otro tipo de estructura.



El hormigón ofrece grandes oportunidades para reducir las emisiones y es idóneo para incrementar la sostenibilidad de las ciudades, teniendo un papel esencial en la cadena de valor de la construcción de infraestructuras y en la edificación



Apoyos necesarios para impulsar esta transformación

El Pacto Verde Europeo hace hincapié en el sector de la construcción y en la idea de circularidad en los edificios.

Para reducir las emisiones es crucial adoptar un enfoque más circular a la hora de abordar la edificación. Las políticas deben maximizar las distintas propiedades de los materiales de construcción, su durabilidad, reciclabilidad, inercia térmica o potencial de recarbonatación.

Los edificios que aprovechan las propiedades de inercia térmica del hormigón pueden reducir el uso de energía entre un 25% y un 50%. La inercia térmica también se puede integrar en la rehabilitación de edificios



EL ENFOQUE DE LAS 5Cs

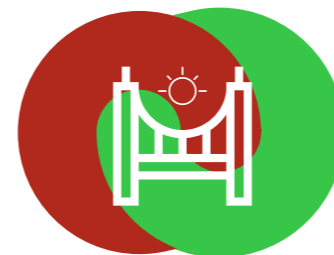
(re)Carbonatación

La Ley Europea del Clima reconoce el papel de la absorción de las emisiones de gases de efecto invernadero por sumideros naturales o de otro tipo para poder alcanzar la neutralidad climática. El cemento y el hormigón juegan un papel clave en este aspecto a través del fenómeno denominado recarbonatación.

La recarbonatación es el proceso mediante el cual el hormigón reabsorbe parte del CO₂ que se liberó durante la producción de clínker. Ocurre de manera natural y es conocido desde hace más de medio siglo. Todas las estructuras de hormigón y mortero absorben CO₂ permanentemente durante su vida útil.

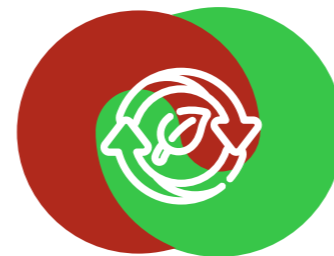
Gracias a la recarbonatación, las ciudades actúan como auténticos sumideros de carbono, lo que permite una mayor reducción de las emisiones en toda la cadena de valor del cemento y el hormigón.

Así podremos reducir las emisiones de CO₂ mediante la (re)carbonatación



Recarbonatación en el entorno construido

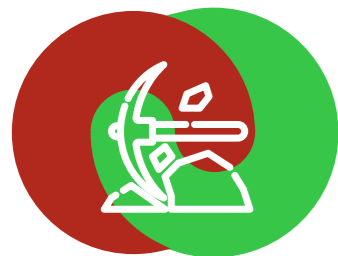
En los bienes construidos, la recarbonatación se produce de forma natural en todas las infraestructuras de hormigón y mortero. Según recientes investigaciones, puede estimarse que el 20% de las emisiones de CO₂ de proceso del cemento utilizado son absorbidas durante la vida de la estructura. A esta cantidad se le puede sumar un 3% adicional al final de su vida útil debido a la trituración del hormigón.



Optimización de la recarbonatación del hormigón reciclado

Los áridos de hormigón reciclado tienen una mayor superficie de contacto con la atmósfera y pueden absorber más fácilmente CO₂. Se ha demostrado que este proceso puede acelerarse utilizando gases de emisión procedentes del horno de clínker que tienen una mayor concentración de CO₂ y también están a una temperatura más elevada, aumentando su absorción hasta el 50% de las emisiones de CO₂ de proceso.





Carbonatación de minerales naturales

Algunos minerales naturales como el olivino y el basalto, cuando se trituran, también pueden recarbonatarse al exponerlos al aire o a los gases del horno, pudiendo absorber hasta un 20% de las emisiones de CO₂ de proceso. Una vez carbonatados, estos materiales se pueden utilizar como sustitutos del clínker.



La recarbonatación es el proceso mediante el cual el hormigón reabsorbe parte del CO₂ que se liberó durante la producción de clínker. Ocurre de manera natural y es conocido desde hace más de medio siglo. Todas las estructuras de hormigón y mortero absorben CO₂ permanentemente durante su vida útil



Apoyos necesarios para impulsar esta transformación

El hormigón absorbe CO₂ durante toda su vida útil: la Unión Europea debe utilizar este potencial todavía sin explotar. La recarbonatación de los bienes construidos de hormigón a lo largo de su ciclo de vida debe ser reconocida en la contabilidad de emisiones de CO₂, las metodologías de cálculo de huella de carbono y los sistemas certificados de reducción de CO₂.

El proceso requiere que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de la ONU reconozca, desde el punto de vista científico-técnico, el concepto de carbonatación de los materiales derivados del cemento (mortero y hormigones). Para ello, es necesario el firme apoyo de los estados y gobiernos sobre la base de las numerosas publicaciones científicas existentes a nivel mundial.



Ciment Català

© 2021 Ciment Català · Todos los derechos reservados

C/ València, 245. Barcelona 08007

Teléfono: (+34) 93 487 22 83

afcc@ciment-catala.org

www.ciment-catala.org