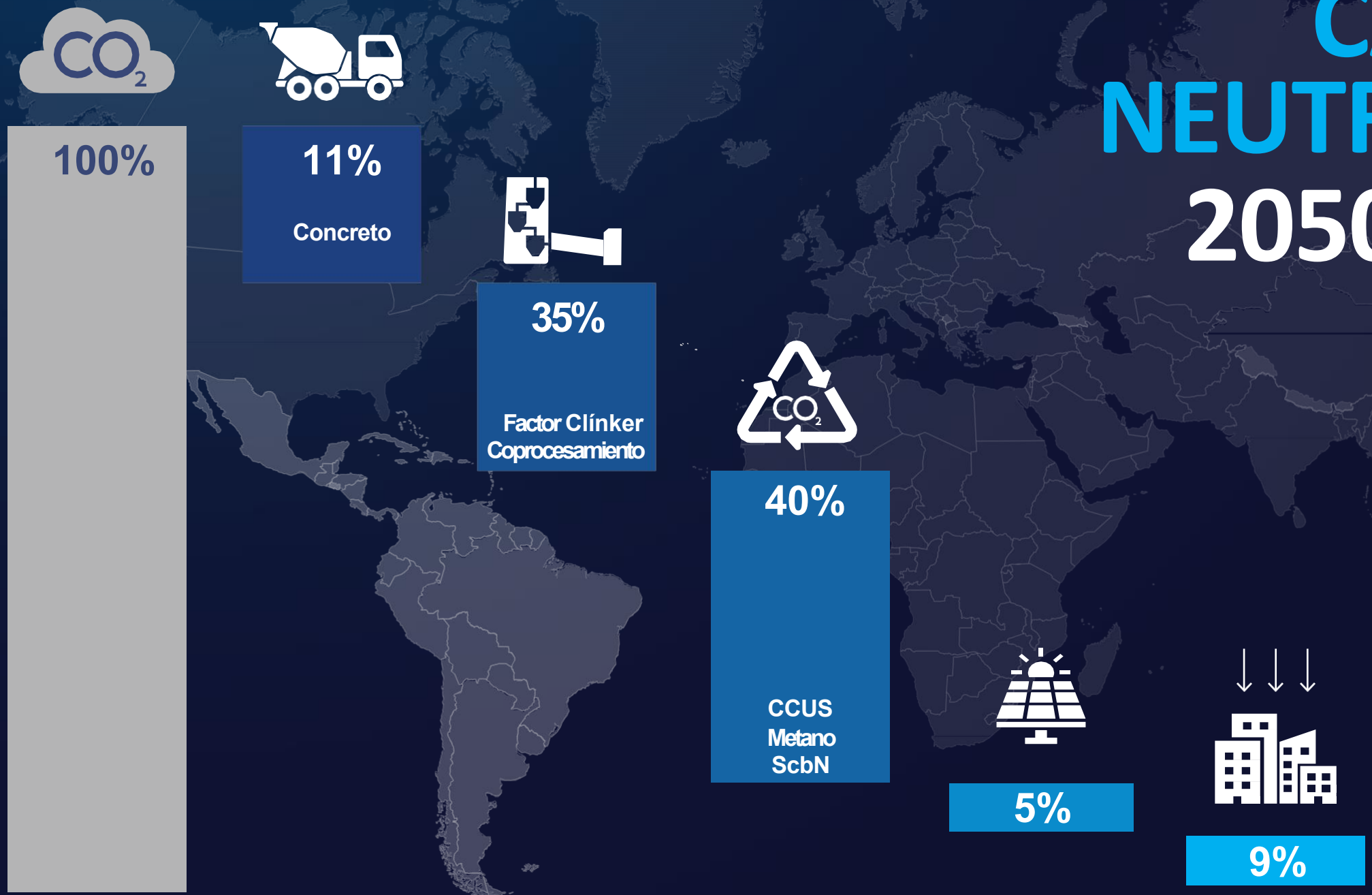


# HOJA DE RUTA

# CARBONO NEUTRALIDAD 2050 | PERU



Emisiones 2050

Diseño Construcción & Concreto Optimizado

Producción de Clínter & Cemento

Electricidad Carbono Neutral

Recarbonatación del Concreto



# Introducción



# INTRODUCCION

La industria del cemento y el concreto en el Perú se encuentra ante un desafío histórico: responder al imperativo global de la descarbonización y, al mismo tiempo, acompañar el desarrollo económico y social del país. Como motor clave para el cierre de brechas de infraestructura, vivienda y resiliencia climática, el sector tiene la responsabilidad de transformar su modelo productivo hacia la sostenibilidad, alineándose con los compromisos internacionales asumidos por el Perú en el marco del Acuerdo de París y sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (MINAM, 2018. Ley Marco sobre Cambio Climático).

La presente Hoja de Ruta proyecta un horizonte hasta el año 2050, articulando metas de mitigación y adaptación que integran innovación tecnológica, economía circular y un enfoque sistémico de ciclo de vida del cemento. Sobre la base de referencias globales como la GCCA Roadmap 2050 y la Hoja de Ruta FICEM, se establecen trayectorias nacionales para alcanzar la carbono neutralidad, contemplando ejes como la reducción del factor clínker, la eficiencia térmica y eléctrica, el incremento del coprocesamiento, el despliegue de tecnologías CCUS, el reconocimiento de la recarbonatación del concreto y la implementación de soluciones basadas en la naturaleza.

Este documento se basa en el trabajo desarrollado en 2022 para la Hoja de Ruta Perú 2DS al 2030, actualizando su enfoque a una trayectoria 1,5DS que incorpora las metas de carbono neutralidad al 2050 y amplía los ejes de acción para incluir CCUS, recarbonatación, diseño y construcción, así como eficiencia en la producción de concreto.

El documento también aborda los desafíos específicos de la realidad peruana: la necesidad de modernizar procesos productivos aún intensivos en carbón, la informalidad en la construcción y la limitada disponibilidad de adiciones minerales tradicionales. Frente a estas barreras, se plantea una visión de futuro en la que la industria lidera la transición hacia materiales de bajo carbono, desarrolla nuevas cadenas de valor en torno al coprocesamiento y la valorización de residuos, y promueve la resiliencia de las ciudades frente a los impactos del cambio climático.

Con esta hoja de ruta, el sector del cemento y concreto en el Perú reafirma su compromiso de alcanzar metas intermedias ambiciosas al 2030 —como la reducción de la intensidad de emisiones netas a 520 kgCO<sub>2</sub>/t de cemento— y de avanzar de manera progresiva hacia la carbono neutralidad en 2050. La transformación que aquí se traza no es solo técnica y ambiental, sino también social y económica: una apuesta por un futuro en el que el cemento y el concreto continúen siendo pilares de desarrollo, ahora bajo un paradigma de sostenibilidad, innovación y competitividad global.

Este esfuerzo ha sido posible gracias al trabajo conjunto de ASOCEM, FICEM y las tres principales compañías productoras de cemento en el país —Pacasmayo S.A.A., UNACEM S.A.A. y Yura S.A.— quienes, con visión compartida y compromiso sectorial, han diseñado una trayectoria consensuada hacia la carbono neutralidad al 2050.



1

**Industria del cemento y concreto**  
**Perú**



## PRESENTE Y FUTURO DE LA INDUSTRIA DEL CEMENTO Y CONCRETO

El cemento y el concreto han cumplido un rol fundamental en el desarrollo de nuestra civilización, siendo materiales clave en el progreso a lo largo de la historia hasta su uso masivo en la actualidad, transformándose en el segundo recurso más consumido después del agua, aportando a construcciones duraderas, seguras y sostenibles que han transformado la vida humana.

Actualmente el consumo global de cemento supera los 4.000 millones de toneladas anuales. Edificios, viviendas asequibles, carreteras, puentes, embalses y otras infraestructuras esenciales son la muestra del aporte del cemento y concreto, al desarrollo y mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad moderna.

En este contexto global, la industria del cemento y el concreto en el Perú se encuentra ante un desafío histórico: responder al imperativo global de la descarbonización y, al mismo tiempo, acompañar el desarrollo económico y social del país. Como motor clave para el cierre de brechas de infraestructura, vivienda y resiliencia climática, el sector tiene la responsabilidad de transformar su modelo productivo hacia la sostenibilidad, alineándose con los compromisos internacionales asumidos por el Perú en el marco del Acuerdo de París y sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (MINAM, 2018. Ley Marco sobre Cambio Climático).

Año tras año, el sector renueva sus esfuerzos para ofrecer un producto de alta calidad, incorporando mejoras continuas en la cadena de producción que garantizan la excelencia del cemento y concreto, de acuerdo con los más altos estándares internacionales.



---

De acuerdo al sMRV, la producción de cemento de las empresas participantes en esta Hoja de Ruta, para el año 2019 supera las 10 millones de toneladas anuales.

Con respecto a las emisiones de CO<sub>2</sub>, la principal fuente de emisión del sector PIUP (Procesos Industriales y Uso de Productos) en el Perú, correspondió a la industria de los minerales con 75,81 % de aporte. El GEI más generado fue el CO<sub>2</sub> (87,38 % del total de emisiones), el cual se debe a la calcinación de los carbonatos en la producción de cal y en la producción del clinker para el cemento (actividades de la subcategoría 2A) y al emitido durante la producción de hierro, acero y zinc (subcategoría 2C). Datos obtenidos desde INGEI 2019.

Otro indicador relevante corresponde a la emisión específica de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento, la que alcanzó los 588 kgCO<sub>2</sub>/tcemento netas (607 kgCO<sub>2</sub>/tcementicio) en 2019, cifra inferior a la media global (598 kgCO<sub>2</sub>/tcem) y superior al promedio de América Latina y el Caribe (580 kgCO<sub>2</sub>/tcem).

Esto fue logrado gracias a la implementación de acciones concretas por parte de la industria, tales como: reducción del contenido de clinker en el cemento, uso de combustibles bajos en emisiones de carbono, uso de energías renovables, valorización energética de residuos y mejoras tecnológicas, entre otras medidas.

En el segundo informe de sus Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), del año 2020, el Estado Peruano se comprometió a una meta no condicionada, aplicable a todos los sectores de la economía, de no exceder las 208,8 MtCO<sub>2</sub>e en el año 2030. Según el Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero del año 2019, el sector Procesos industriales y uso de productos, aporta con un 3,55% de las emisiones totales nacionales.



## Nuestra Hoja de Ruta Net Zero

Para seguir avanzando en la descarbonización del país, se ha desarrollado esta Hoja de Ruta Net Zero al 2050, siendo un esfuerzo colaborativo entre la Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM), la Federación Interamericana del Cemento (FICEM) y las tres principales compañías productoras de cemento en el país — Pacasmayo S.A.A., UNACEM S.A.A. y Yura S.A.— quienes, con visión compartida y compromiso sectorial, han diseñado una trayectoria consensuada hacia la carbono neutralidad al 2050.

Con esta hoja de ruta, el sector del cemento y concreto en el Perú reafirma su compromiso de alcanzar metas intermedias ambiciosas al 2030 —como la reducción de la intensidad de emisiones netas a 520 kgCO<sub>2</sub>/t de cemento— y de avanzar de manera progresiva hacia la carbono neutralidad en 2050. La transformación que aquí se traza no es solo técnica y ambiental, sino también social y económica: una apuesta por un futuro en el que el cemento y el concreto continúen siendo pilares de desarrollo, ahora bajo un paradigma de sostenibilidad, innovación y competitividad global.

Esta Hoja de Ruta se alinea con los objetivos climáticos del Acuerdo de París y representa el aporte a nivel local para evitar que la temperatura de la Tierra aumente por sobre los 2°C, y con los mayores esfuerzos posibles, limitarlo a 1.5°C, en referencia al promedio de la era preindustrial.

La visión utilizada para elaborar esta Hoja de Ruta se basa en la metodología aplicada por FICEM para la elaboración de su Hoja de Ruta 2050 hacia la Carbono Neutralidad y el Net Zero Accelerator Program, liderado por GCCA.



# 2

## Mitigación y Adaptación al Cambio Climático





## MITIGACIÓN Y ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO

El cambio climático aumenta la frecuencia e intensidad de eventos extremos como inundaciones, sequías, olas de calor, incendios, nevadas y cambios en lluvias. Estos fenómenos afectan gravemente a comunidades, ecosistemas y economías, comprometiendo la seguridad alimentaria, la salud, la infraestructura y el desarrollo económico sostenible a nivel global y local.

Según la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático (DS 012-2024/MINAM, 22.11.2024), Perú es un país altamente vulnerable debido a factores estructurales exacerbados por la pobreza e inequidad, que se suman a la condición de vulnerabilidad existente en ecosistemas de importancia global como la Amazonía y los Andes, los cuales presentan siete de las nueve características reconocidas por la CMNUCC:

- Zonas costeras bajas;
- Zonas áridas y semiáridas;
- Zonas expuestas a inundaciones, sequías y desertificación;
- Ecosistemas montañosos frágiles;
- Zonas propensas a desastres;
- Zonas con alta contaminación atmosférica urbana;
- Economías dependientes en gran medida de los ingresos generados por la producción y uso de combustibles fósiles

Lo anterior se manifiesta a través del retroceso de los glaciares, el proceso de deterioro del ecosistema amazónico, el incremento del nivel y la temperatura del mar, y la presencia de lluvias y sequías en algunas zonas.

Con respecto a mitigación, la NDC de Perú fija como compromiso que las emisiones netas no superen los 208,8 MtCO<sub>2</sub>eq en 2030. Este objetivo absoluto e incondicional se aplica a todo el territorio nacional y a todos los sectores económicos. Las principales fuentes de emisiones son Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (65,71%), Energía (28,32%), Deshechos (3,14%) y Procesos Industriales y Uso de Productos (2,84%), reflejando los principales desafíos de mitigación del país.

Esta Hoja de Ruta considera medidas para reducir emisiones, tanto en el sector de Procesos Industriales, como en el sector Energía, y además, el aporte a evitar y/o remover emisiones en los sectores de Residuos y Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra.

Con respecto a la adaptación al cambio climático, esto implica anticipar sus impactos para minimizar sus efectos negativos sobre cinco áreas temáticas priorizadas: i) Agricultura; ii) Bosques; iii) Pesca y acuicultura; iv) Salud; y, v) Agua, al mismo tiempo que se fortalecen las capacidades de respuesta del país mediante la implementación de políticas, medidas y acciones. Se considera la importancia de generar códigos de construcción que aseguren la adaptación de la infraestructura que incluyan los eventos extremos producto del cambio climático en Perú.

Para enfrentar esta problemática, se trabaja en marcos regulatorios, tales como la Ley N°30754, Ley Marco Sobre Cambio Climático, la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático, el Plan de Acción en Género y Cambio Climático, DS 003-2022 Declara de interés nacional la emergencia climática y las Medidas de Mitigación Apropriadas para cada país (NAMA).



# Trayectoria 2030





• **542**

kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> Emisiones Netas 2030

Proyecciones de la Industria

• **520**

kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> Emisiones Netas 2030

Meta No Condicionada

## METAS 2030 CEMENTO

### DESAFÍOS

**542 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> Net** son las proyecciones de la propia Industria al año 2030, lo que excede en 22 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> a lo establecido por la Agencia Internacional de Energía en su Roadmap para el sector cemento del año 2018. Esta meta se logrará con un nivel de coprocesamiento del 12% y un factor clínker de 70%.

**520 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> Net** se establece como meta alineada con la establecida por la AIE (2018), sin embargo, esta meta está condicionada a contar con marcos regulatorios habilitantes y el apoyo de inversiones internacionales para forzar el coprocesamiento o el factor clínker. Se considera llegar a los 500 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub>, en línea con la Hoja de Ruta FICEM, siempre y cuando se determine las medidas habilitantes necesarias y el financiamiento requerido para lograrlo.

### CONTEXTO

La emisión neta reportada en GNR por la industria del cemento en Perú el año 2010 fue de 598 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub> y el año 2019, de 588 kgCO<sub>2</sub>/t<sub>cem</sub>. Esta reducción corresponde a un 2% menos de emisiones de CO<sub>2</sub> por tonelada de cemento.

En este contexto, para alcanzar las metas, se debe seguir mejorando los niveles actuales de reemplazo de clínker en el cemento, uso de combustibles fósiles tradicionales bajos en carbono y seguir aumentando el coprocesamiento

- Implementar las acciones necesarias para alcanzar un nivel de emisiones netas de 520 kgCO<sub>2</sub> por tonelada de cementicio al año 2030.
- Promover los marcos regulatorios que permitan alcanzar, como mínimo, el 12% de Coprocesamiento comprometido por la industria al año 2030.
- Incentivar la aceptación del mercado, para seguir reduciendo el contenido de clínker en el cemento para llegar al 70% comprometido por la industria al año 2030, considerando la línea de base del 76% al año 2019.
- Implementar los estudios y medidas habilitantes necesarias para que el Coprocesamiento y/o el Factor Clínker aporten al logro de las metas climáticas de Perú.
- Desarrollar y mantener un sistema y una base de datos de monitoreo, reporte y verificación del sector del cemento (MRV) compatible con el estándar IPCC-2006.
- Elaborar un Plan de Comunicaciones para las partes interesadas, que resalte la importancia del sector cemento para el desarrollo del país. Asimismo, este Plan de Comunicaciones debe reafirmar que la Hoja de Ruta de la Industria del Cemento de Perú, está basada en el contexto nacional y de cada empresa de cemento peruana, y enfocada en el cumplimiento progresivo de los objetivos planteados.

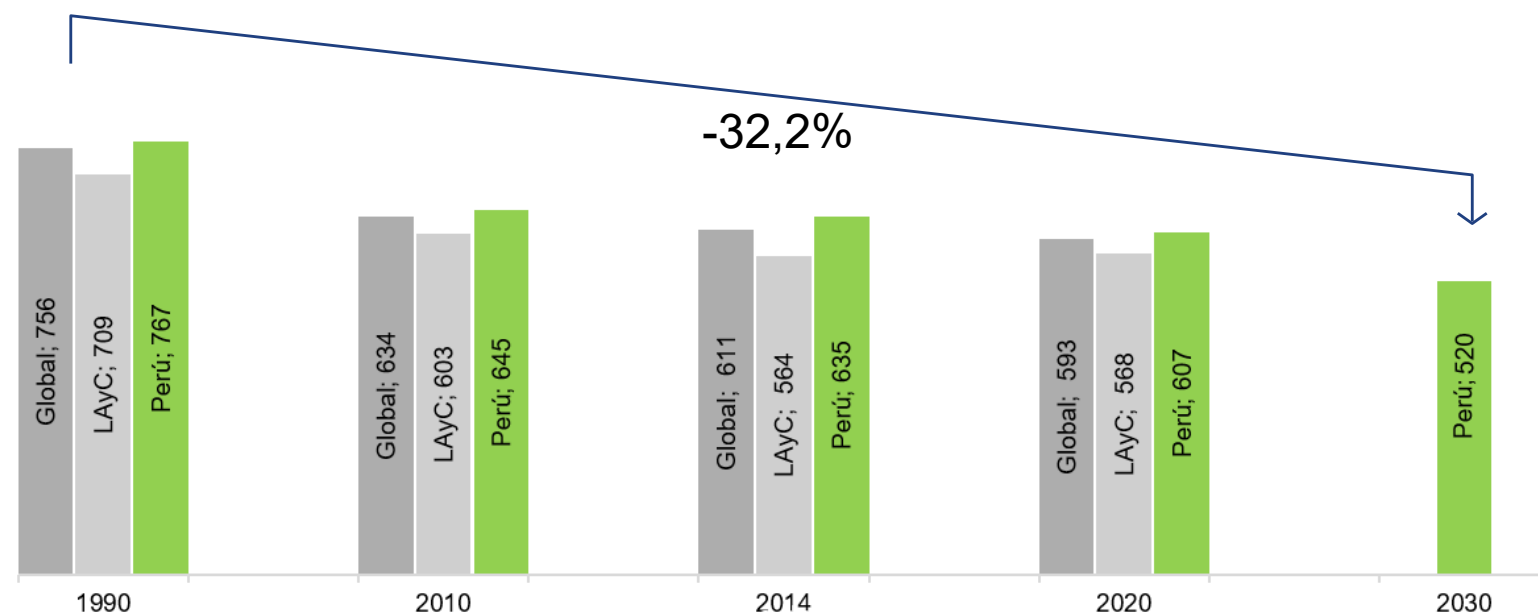




# METAS 2030 CEMENTO

## Oportunidades

- ▶ Liderar dentro del sector industrial las agendas de mitigación de GEI y de economía circular a nivel y nacional.
- ▶ Contribuir con el coprocesamiento a una solución segura e integral para el manejo de los residuos.
- ▶ Seguir modernizando las plantas con tecnologías más avanzadas y eficientes, permite reducir el consumo de energía; mejorar la productividad, reducir costos operativos, entre otros.
- ▶ Aportar con productos bajos en carbono para el sector construcción.



El gráfico muestra las emisiones netas del cemento en distintos años, según reporte en GNR. Se puede observar que en LAC no sólo se ha ido reduciendo las emisiones; las emisiones reportadas el año 1990 ya eran menores en comparación al nivel global. Los porcentajes de reducción al año 2030 mostrados son respecto al año 1990 a nivel global y regional.

## MEDIDAS HABILITANTES

- Normas que permitan el aumento de adiciones en los distintos tipos de cemento, sin comprometer la calidad final.
- Regulación de gestión de residuos que reconozca e incentive el coprocesamiento, profundizando los avances de la actual Ley REP.
- Normas de compras públicas que incentiven el uso de los distintos tipos de cementos bajos en carbono
- Códigos de construcción que aseguren diseños, materiales y prácticas para la resiliencia climática.





# Trayectoria 2050





# TRAYECTORIA NZ PERÚ 2050

Proyecto Conjunto ASOCEM – FICEM

ASOCEM, en conjunto con FICEM, desarrollaron esta trayectoria 2050 con la participación de las 3 principales compañías productoras en Perú (Pacasmayo, UNACEM y YURA).

A continuación, se destacan las principales actividades realizadas para la elaboración de esta trayectoria.

**Investigación académica y tecnológica:** este trabajo se basó en investigaciones y asesorías de expertos en materias y tecnologías clave para la descarbonización en la producción de cemento, como valorización de residuos y economía circular, metano evitado en rellenos, soluciones basadas en la naturaleza, recarbonatación, entre otras.

- **Modelo para la trayectoria carbono neutral:** Para asegurar un análisis sistémico y que incluyera el ciclo de vida completo del cemento y el concreto, con relación a sus emisiones de CO<sub>2</sub>, se utilizó como base la metodología GCCA Roadmap Template ECRA y adaptado a la realidad regional y local, implementada en la Hoja de Ruta FICEM.
- **Referencias internacionales :** La trayectoria se basó en documentos publicados por organizaciones tales como: el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC), la Agencia Internacional de Energía (AIE), GCCA (Global Cement and Concrete Association), Mission Possible Partnership (MPP) y Getting the Numbers Right (GNR).
- **Estadísticas:** La trayectoria consideró la data disponible en la base de datos global GNR, data proporcionada por las Compañías y otras fuentes de información relevantes.



**Pacasmayo**

**UNACEM**

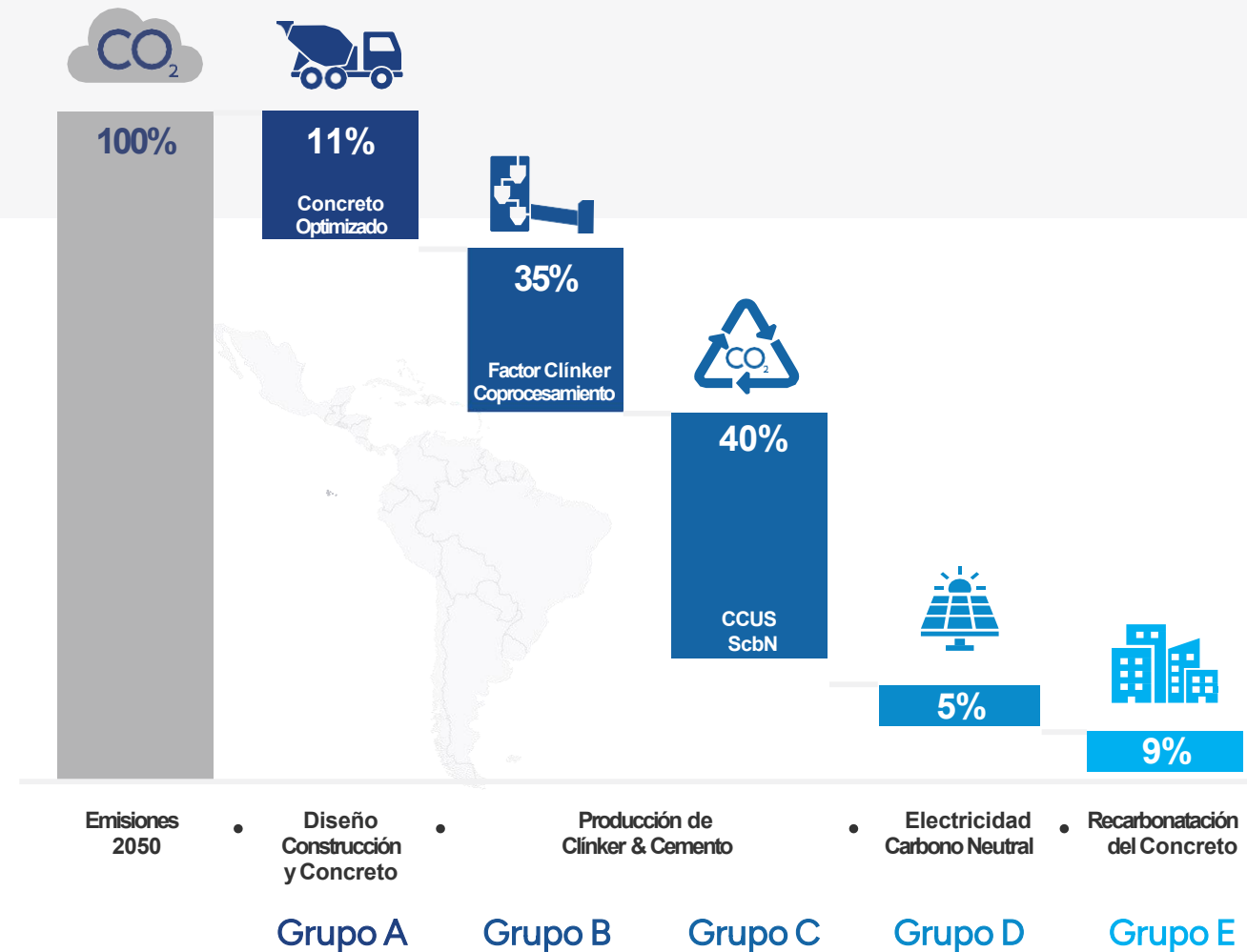
**YURA**





# TRAYECTORIA CARBONO NEUTRALIDAD 2050

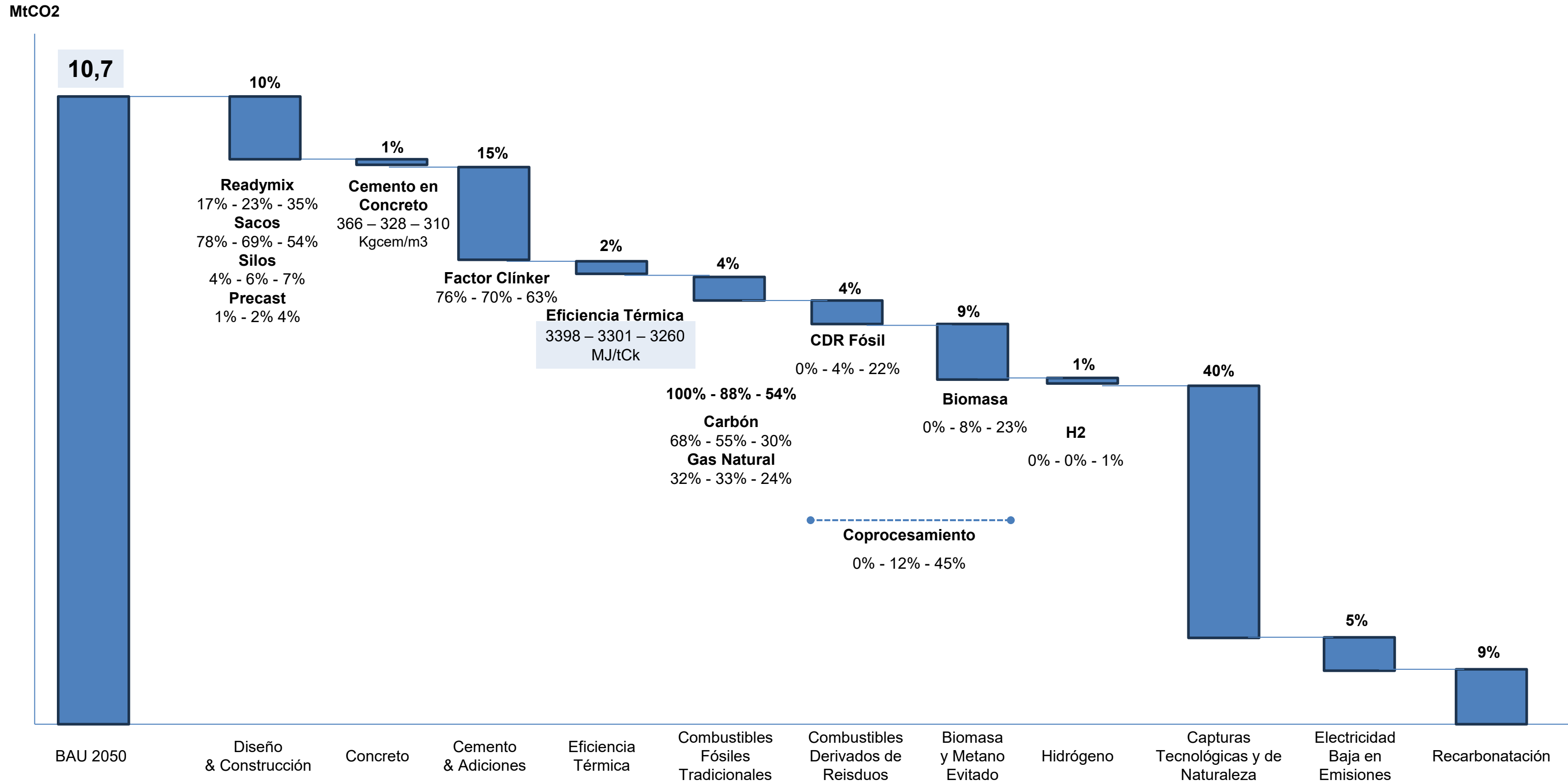
Gráfico Cascada Trayectoria FICEM 2050



- ▶ **Grupo A ▶ 11 %**
  - Diseño&Construcción ▶ 10%
  - Producción Concreto ▶ 1%
  
- ▶ **Grupo B ▶ 35 %**
  - Cemento y Adiciones ▶ 15%
  - Eficiencia Energética ▶ 2%
  - Combustibles Fósiles ▶ 4%
  - Combustibles Alternativos Fósiles ▶ 4%
  - Uso de Biomásas y metano evitado ▶ 9%
  - Hidrogeno ▶ 1%
  
- ▶ **Grupo C ▶ 40 %**
  - Captura Uso y Almacenamiento de CO<sub>2</sub> y Soluciones Basadas en la Naturaleza
  
- ▶ **Grupo D ▶ 5 %**
  - Electricidad Carbono Neutral para el uso en Cemento, CCUS y Concreto
  
- ▶ **Grupo E ▶ 9 %**
  - Recarbonatación del Concreto Natural + Activa



# TRAYECTORIA HR NZ PERU 2050





## ESCENARIO EMISIONES CO<sub>2</sub>e 2050

Las emisiones proyectadas al año 2050 se calculan a partir de la línea base de emisiones al año 2020(\*), y el incremento de producción de cemento al 2050 sin eficiencias (57%), según escenario BAU (Business as Usual), que significa producir y utilizar bajo las mismas condiciones actuales en el 2050.

Las emisiones LB2020 fueron 6,9 MtCO<sub>2</sub>, considerando emisiones directas (6,6 MtCO<sub>2</sub>) e indirectas del uso de energía eléctrica (0,3 MtCO<sub>2</sub>). Al año 2050, se consideró un aumento del 57% del consumo de cemento, llegando a 16,4 Mt de cemento, lo que significaría 10,7 MtCO<sub>2</sub> de emisiones totales BAU.

### CONTEXTO

En 2020, las emisiones de la industria cementera en Perú alcanzaron aproximadamente 7,0 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>, reflejando la magnitud del desafío climático nacional. Ese mismo año, la producción fue de 10,5 Mt de cemento y el consumo per cápita se situó en 301 kg, cifra aún distante del promedio mundial de 540 kg cem/hab.

Según el GNR 2019, la intensidad neta de emisiones se estimó en 588 kgCO<sub>2</sub>e/tcem, levemente inferior a la media global de 594 kgCO<sub>2</sub>e/tcem.

\* Nota: El año de comparación establecido por la industria, y otros sectores, es el año 2020, pero por ser un año particular, producto de la pandemia del COVID, los datos corresponden al año 2018.



### DESAFÍOS

- ▶ Reconocer a la industria del cemento en las políticas públicas climáticas de Perú como un sector difícil de descarbonizar e intensivo en CO<sub>2</sub>, dando un tratamiento adecuado a este sector estratégico para el desarrollo del país. Lo anterior, acorde con las experiencias internacionales de referencia, protegiendo la competitividad de la industria y para evitar la fuga del carbono.
- ▶ Avanzar en un MRV reconocido por la autoridad que cumpla con los estándares internacionales que refleje las emisiones reales del sector.



## OPORTUNIDADES

Mejorar los inventarios nacionales de GEI mediante la aplicación de los MRV del sector cemento y concreto.

Poder determinar en forma más precisa los efectos de la fuga de carbono al desplazar la producción local por importaciones.

Acelerar los marcos regulatorios habilitantes para descarbonizar el sector dado lo relevante de las emisiones en un escenario BAU.

<b>Factor de Emisión Clínker Ponderado</b>	<b>kg CO<sub>2</sub>/t clínker</b>	<b>824</b>
FE Clínker Local Bruta	kg CO <sub>2</sub> /t clínker	824
FE Clínker Importado Bruta	kg CO <sub>2</sub> /t clínker	865
Participación Clínker Importado	%	0%
<b>Emisiones Clínker 2020</b>	<b>Mt CO<sub>2</sub></b>	<b>6,6</b>
Factor Eléctrico	[g CO <sub>2</sub> /kWh]	175
Consumo eléctrico Total	TWh	1,58
<b>Emisiones Eléctricas</b>	<b>Mt CO<sub>2</sub></b>	<b>0,3</b>
<b>EMISIONES TOTALES DE CO<sub>2</sub> LINEA BASE</b>	<b>Mt CO<sub>2</sub></b>	<b>6,9</b>





• **10%**  
Reducción  
CO<sub>2</sub> 2050 D&C

Aumentar la eficiencia en el uso de concreto en la construcción, a través de la inclusión de etapas y actividades aguas arriba y aguas abajo de la industria del cemento y concreto – como diseño, planificación, especificación y construcción – significa, entre otros, encontrar la forma de obtener una mejor solución con los materiales disponibles (especialmente locales). En tal escenario, reducir volúmenes, aumentar resistencias, u otras medidas son diferentes caminos para lograr mejoras en eficiencias en la construcción.

Este eje requiere de un compromiso compartido entre todos los actores de la cadena de valor de la construcción. Algunas aplicaciones son: elementos de fachada tipo sándwich; diseño de elementos estructurales; cálculos de diseño lineal/elásticos hasta cálculos basados en plasticidad, reutilización de residuos de concreto, entre otros. Projectistas, diseñadores, especificadores, inspectores y directores de obra, contratistas y el Sector Público tienen un rol central para su despliegue.

### CONTEXTO

En Perú, la reducción del uso de cemento en sacos en más de 20 puntos porcentuales refleja un avance hacia prácticas más sostenibles en la construcción. Sin embargo, persiste la informalidad y el empleo de técnicas artesanales, que limitan la eficiencia en el uso de materiales y aumentan la generación de residuos.

La gestión del CO<sub>2</sub>e embebido en edificaciones sigue siendo incipiente y poco incentivada. Además, las normas técnicas y reglamentos, de carácter prescriptivo, priorizan seguridad estructural pero se actualizan con baja frecuencia, restringiendo la innovación.

# DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN



GRUPO A > 11%

### DESAFÍOS

- ▶ Mayor industrialización en el uso del cemento y del concreto en la construcción.
- ▶ Mayor coordinación en toda la cadena de valor, para estructuras bajas en carbono.
- ▶ Actualizar normas técnicas y códigos de construcción.
- ▶ Promover decisiones de clientes, proyectistas y especificadores basadas en reducción de CO<sub>2</sub>e
- ▶ Difusión y capacitación en nuevas tecnologías, sistemas estructurales, optimización del diseño y la construcción: y gestión de obra más eficientes.



## OPORTUNIDADES

Mejorar la calidad de vida, de la construcción y del trabajo, incrementando la resiliencia y eficiencia de las construcciones en alineación con el objetivo de carbono neutralidad.

Alcanzar una integración a gran escala de los residuos de construcción y demolición, a la cadena de valor de la industria.

Mayor control de calidad y eficiencia de los materiales utilizados, y de los procesos constructivos.

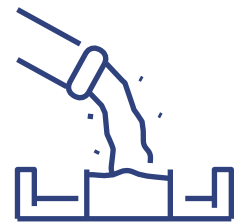
MEDIDA DE D&C	Potencial Reducción CO <sub>2</sub> e	Factibilidad de Aplicación
Extender la vida útil de las estructuras (reúso, refuncionalización, etc)	Alto	Bajo
Optimización estructural (pretensado / postensado, sistemas estructurales mixtos e híbridos, lean design, BIM, AI para diseño estructural, etc)	Alto	Media
Industrialización (incluye prefabricación)	Medio	Medio
Reducción y reciclaje de RCD	Medio	Alta
Especificación de concreto (solicitud sin exceso; desagregar especificación por tipos de elementos; 56 o 90 días como edad de diseño; P2P; uso de concreto de alta resistencia en elementos comprimidos )	Medio	Media

Tabla 2: Canales Distribución del Cemento

## MEDIDAS HABILITANTES

- Actualizar normas técnicas y códigos de construcción, facilitando el despliegue de nuevas soluciones de bajo carbono, el diseño por desempeño y para larga vida en servicio, entre otros aspectos.
- Establecer métricas de CO<sub>2</sub>e progresivas por superficie construida y tipologías.
- Facilitar la validación técnica de materiales y sistemas constructivos innovadores.
- Promover políticas públicas de compras verdes y construcción sostenible.
- Capacitar a profesionales y estudiantes de nivel técnico y universitario.





• **366**

kg cem/m<sup>3</sup>  
Cemento en Concreto  
2020

• **310**

kg cem/m<sup>3</sup>  
Cemento en Concreto  
2050

# EFICIENCIA PRODUCCIÓN CONCRETO

GRUPO A > 11%



El indicador para determinar la eficiencia en la producción de concreto, es la relación del cemento en el metro cúbico de concreto, y el objetivo es reducir sistemáticamente esta proporción.

Esta mejora se debe lograr sin comprometer la calidad del producto, aumentando el nivel de industrialización, pues el hormigón producido en el país incluye el preparado fuera de plantas hormigoneras, así como todo el abanico de morteros y pastas de cemento, que en su gran mayoría hoy se preparan a pie de obra, en forma artesanal y sin optimización.

## CONTEXTO

Es importante considerar que, de acuerdo a estadísticas recientes, el porcentaje de CO<sub>2</sub> que aporta el cemento en el concreto se encuentra entre el 80% y 95%. De aquí la importancia de reducir el contenido de cemento en el concreto.

El año 2020, el contenido unitario de cemento por m<sup>3</sup> de concreto fue de 366 kgcem/m<sup>3</sup>. Esto incluye todas las aplicaciones del cemento en mezclas producidas a pie de obra e industrializadas (sacos, readymix, silos en obra y elementos prefabricados).

## DESAFÍOS

- ▶ Disminuir la dosis de cemento en el concreto, a través, de mayor industrialización en el uso del cemento y elaboración de concretos con menor contenido de cemento, sin alterar los requisitos técnicos y de calidad del producto.
- ▶ Aumentar la penetración y aceptación del mercado de nuevos cementos y concretos bajos en carbono.



**1%**

es el aporte del aumento en la Eficiencia de Producción del Concreto en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.

## OPORTUNIDADES

Elaborar concretos especializados que optimicen el uso del cemento.

Entregar los productos necesarios para las construcciones que puedan hacer frente a eventos climáticos y desastres naturales.

Optimización y reutilización de materiales en línea con la vida útil de cada proyecto y con las condiciones de agresividad previstas.

CANALES / FACTOR CLINKER		LB	2030	2050
<b>Hormigón Premezclado</b>	%	<b>17%</b>	<b>23%</b>	<b>35%</b>
Factor clíinker	%	80%	72%	67%
<b>Sacos</b>	%	<b>78%</b>	<b>69%</b>	<b>54%</b>
Factor clíinker	%	75%	69%	59%
<b>Silo en Obra</b>	%	<b>4%</b>	<b>6%</b>	<b>7%</b>
Factor clíinker	%	82%	75%	69%
<b>Prefabricados</b>	%	<b>1%</b>	<b>2%</b>	<b>4%</b>
Factor clíinker	%	84%	75%	65%

Tabla 3: Dosis materias primas en el concreto

## MEDIDAS HABILITANTES

- Actualizar normas técnicas de productos premoldeados de concreto.
- Promover certificaciones y normas técnicas que reconozcan la menor huella de carbono embebida basada en una clasificación por resistencia del concreto.
- Apoyar un despliegue amplio de herramientas de contabilidad del CO<sub>2</sub> en la producción de concreto elaborado, basadas en estándares internacionales, de acceso universal y baja complejidad técnica.
- Incentivar la publicación y uso de declaraciones ambientales de producto para concreto elaborado, elementos prefabricados de concreto y mezclas predosificadas.
- Incrementar la formación y certificación de competencias laborales para técnicos y profesionales que se desempeñan en la industria del concreto y en empresas de servicios de control de calidad del concreto.





## CEMENTOS & ADICIONES

→ **GRUPO B > 35%**

El cemento es un conglomerante hidráulico basado en clínker, yeso y diversas adiciones, como la puzolana, escoria, cenizas, entre otras. El parámetro más importante para determinar las emisiones de CO<sub>2</sub>e del cemento es el contenido o porcentaje de clínker en el cemento, que se conoce como factor clínker.

El cemento utilizado para producir el hormigón, de acuerdo a los canales específicos para ello, pueden tener metas de reducción de FC diferenciadas y en función a las necesidades técnicas que implica cada aplicación según el desempeño requerido.

### CONTEXTO

En Perú, el porcentaje de clínker es de 76%, lo que se encuentra por sobre la media global.

Los porcentajes de composición del cemento en Perú son los siguientes: clínker (76%), yeso (5%), caliza (6%), puzolana (11%) y escoria (2%).

### DESAFÍOS

- ▶ Contar con nuevas adiciones debido a la potencial menor disponibilidad de cenizas y escorias (residuos o subproductos de las industrias termoeléctricas y siderúrgicas), que son esenciales para reducir el contenido de clínker.
- ▶ Lograr el reconocimiento normativo y de mercado de los nuevos cementos adicionados.
- ▶ Asegurar la calidad del cemento con menor contenido de clínker

**15%**

es el aporte del reemplazo del clínker en el cemento en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

Entregar cementos bajos en carbono para construcciones más sostenibles y resilientes.

Promover mayor uso de adiciones minerales (puzolanas, escorias, no tradicionales) y derivadas de residuos (escoria granulada de alto horno y ceniza volante) como una estrategia para reducir la permeabilidad del cemento y mejorar durabilidad del concreto en la construcción.

MATERIAS PRIMAS CEMENTO		LB	2030	2050
<b>Clínker</b>	%	<b>76%</b>	<b>70%</b>	<b>63%</b>
Yeso	%	5%	5%	5%
Caliza	%	7%	9%	10%
Escoria	%	2%	2%	2%
Puzolana	%	10%	14%	20%

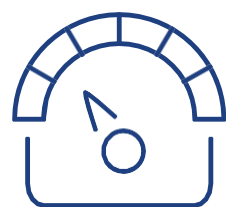
Tabla 4: Componentes del Cemento



## MEDIDAS HABILITANTES

- Promover normas técnicas (ya sean prescriptivas y/o por desempeño) que permitan el aumento de adiciones en los distintos tipos de uso de cemento, sin comprometer la calidad final.
- Facilitar la reutilización productiva de los residuos mediante normas que permitan su desclasificación y/o la implementación de residuos-insumo como adiciones para el cemento.
- Actualizar normas técnicas, reglamentos de construcción, con un enfoque habilitante para alcanzar las metas de reducción de factor clínker.
- Promover modelos de etiquetado de cementos bajos en carbono
- Normas de compras públicas que incentiven el uso de cemento bajo en carbono, por tipo de cemento.
- Facilitar medios de financiamiento para la implementación de nuevas tecnologías de molienda separada, sistemas de mezcla para cementos, separadores y silos dedicados para diversificación de tipos de cemento disponibles por planta.
- Capacitación a usuarios del cemento en relación con el uso de cementos de contenido medio y alto de adiciones.





→ **GRUPO B > 35%**

La eficiencia térmica es el consumo de energía térmica por cada tonelada de clínker producido. Este eje depende de varios factores, entre los que se destacan la preparación de materias primas y combustibles, el aumento en la capacidad de los hornos, el cambio de hornos largos a hornos con 6 etapas y precalcinador, uso de enfriadores de clínker con tecnología eficiente.

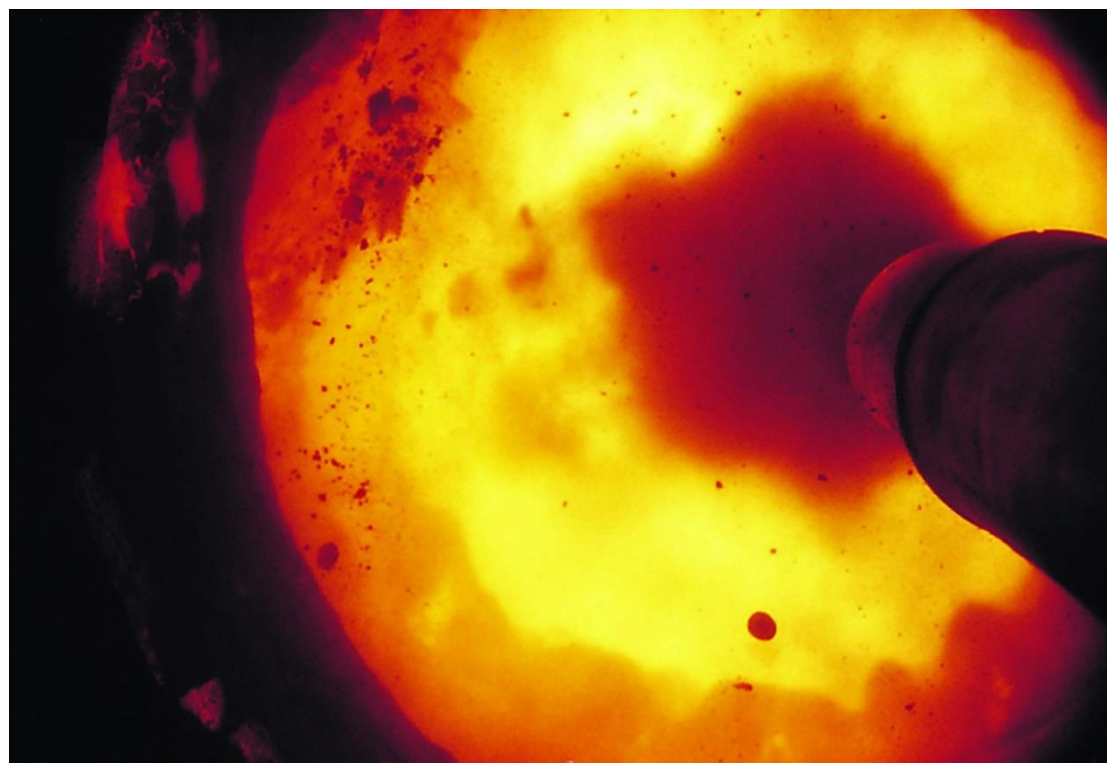
### CONTEXTO

El consumo térmico promedio en Perú alcanza 3458 MJ/t clínker, indicador clave para evaluar la eficiencia energética del sector. Este valor, aplicable únicamente a plantas integradas, se ubica entre 3137 MJ/t clínker (2016) y 3545 MJ/t clínker (2010). En 2019, Perú registró 3398 MJ/t, por debajo del promedio latinoamericano (3589 MJ/t) e inferior al global (3489 MJ/t). La heterogeneidad es marcada: mientras la planta más eficiente opera con 3076 MJ/t, la menos eficiente supera los 5231 MJ/t clínker.

### DESAFÍOS

- ▶ Mejorar la eficiencia térmica, a pesar de la mayor participación de los combustibles alternativos, con menor poder calorífico que los combustibles fósiles convencionales.
- ▶ Investigar mejores tecnologías en el proceso de producción del clínker, para equilibrar el aumento en la demanda energética específica por tonelada de clínker producido.

**2%** es el aporte del aumento de la Eficiencia Térmica en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

El tipo de hornos y el proceso de producción del clínker abre el espacio al mayor uso de combustibles alternativos bajos en carbono, no solo en volumen sino en variedad.

En la medida que estos hornos sean más modernos, se podrá seguir incrementando el uso de combustibles alternativos que la sociedad demande, como una solución eficaz y segura.

Lograr menor consumo de combustibles fósiles convencionales.

EFICIENCIA TERMICA / COMBUSTIBLES		LB	2030	2050
<b>Eficiencia Térmica</b>	[MJ/tck]	<b>3398</b>	<b>3301</b>	<b>3260</b>
<b>Matriz de Combustibles</b>				
Fósiles Tradicionales	%	100%	88%	54%
Coprocesamiento	%	0%	12%	45%
Hidrógeno	%	0%	0%	5%

Tabla 5: Matriz Combustibles y Eficiencia Térmica

## MEDIDAS HABILITANTES

- Normas de eficiencia energética que incentiven el uso de biomasa y combustibles derivados de residuos, hidrógeno y otras alternativas viables técnica y económicamente.
- Impulsar incentivos que faciliten (menores tasas, impuestos y gravámenes; o líneas de crédito específicas) la adquisición de nuevas tecnologías para mejora de la eficiencia energética (cambio de quemadores, enriquecimiento con oxígeno, uso de mineralizantes, cogeneración, entre otros).
- Acompañamiento para la certificación de sistemas de gestión de la energía (ISO 50001).





**100%**  
Fósiles Tradicionales  
2020

**54%**  
Fósiles Tradicionales  
2050

## COMBUSTIBLES FÓSILES TRADICIONALES

GRUPO B > 35%

En la industria cementera, los combustibles fósiles tradicionales aún representan la principal fuente energética de los hornos, destacando el carbón con un 49%, seguido del petcoke con un 33% y, en menor medida, el gas natural con un 10%. Estos combustibles, aunque efectivos en términos energéticos, constituyen la segunda fuente más significativa de emisiones de CO<sub>2</sub> del sector.

La hoja de ruta global hacia la carbono neutralidad enfatiza la sustitución gradual de estos combustibles por alternativas bajas en carbono y/o derivados de la valorización de residuos. A nivel global (GNR 2023), la participación de **combustibles fósiles tradicionales alcanza el 76%**.

### CONTEXTO

Actualmente, el uso de carbón es predominante en Perú, representando el 68% debido a su bajo costo.

A nivel nacional el 100% de la matriz de combustibles de la industria cementera corresponde a fósiles tradicionales, distribuidos de la siguiente manera: carbón 68% y gas natural 32%.

### DESAFÍOS

- ▶ Seguir priorizando el uso de combustibles fósiles tradicionales con menor huella de carbono,
- ▶ Lograr cambios culturales en la plantas cementeras para disminuir la dependencia en estos combustibles.

**4%**

es el aporte de reducir los  
Combustibles Fósiles  
Tradicionales en la reducción  
total hacia la Carbono  
Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

Disminuir la emisión de metano derivado de la producción y transporte de combustibles fósiles tradicionales

Aumentar el reemplazo de combustibles tradicionales por combustibles derivados de la valorización energética de residuos

COMBUSTIBLE		LB	2030	2050
<b>FOSILES TRADICIONALES</b>	<b>%</b>	<b>100%</b>	<b>88%</b>	<b>54%</b>
Carbón	%	68%	55%	30%
Gas Natural	%	32%	33%	24%

Tabla 6: Matriz de Combustibles y Fósiles Tradicionales

## MEDIDAS HABILITANTES

- Normas que reconozcan y promuevan el uso de los combustibles tradicionales bajo carbono en el marco de la transición energética.
- Impulsar una transición gradual y sostenible hacia los combustibles alternativos.





# COPROCESAMIENTO DE COMBUSTIBLES DERIVADOS DE RESIDUOS FÓSILES

GRUPO B > 35%

Corresponden al aporte energético de la fracción fósil de combustibles derivados de residuos. Entre ellos se pueden destacar la fracción fósil de los neumáticos fuera de uso, plásticos, solventes, aceites industriales usados, entre otros, lo que permite el desplazamiento del uso de combustibles fósiles tradicionales. La energía aportada por este tipo de combustibles corresponde a la suma de la participación de cada uno de ellos. Según datos GNR del año 2020, a nivel global, se reporta un 0% de combustibles derivados de residuos fósiles.

## CONTEXTO

El nulo despliegue del coprocesamiento (0%), se debe, entre otros factores, a:

- Marco legal-normativo desactualizado, que dificulta licenciamiento y circularidad de residuos, por ejemplo, las leyes de Responsabilidad Extendida del Productor (Ley REP)
- Ausencia de una política pública proclive a una mayor circularidad para los residuos sólidos urbanos
- Bajo o nulo costo de disposición de residuos debido a prácticas inadecuadas

## DESAFÍOS

- ▶ Reconocimiento del coprocesamiento como una solución ambientalmente adecuada para el uso de combustibles alternativos.
- ▶ Contar con los marcos regulatorios que hagan efectiva la internalización de los costos de una gestión segura para los residuos
- ▶ Invertir en las actividades de preparación, transporte y alimentación de combustibles derivados de residuos
- ▶ Alcanzar, al menos, un 45% de coprocesamiento, que incluya un 22% de CDR Fósil al año 2050.

**4%**  
es el aporte al aumentar los Combustibles Derivados de Residuos Fósiles en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

Disminuir emisiones en otros sectores, al evitar la quema al aire libre de residuos o disposición en rellenos sanitarios.

Reducir los plásticos en diversos ecosistemas; la contaminación de suelos y cuerpos de agua superficiales o subterráneos.

Evitar los impactos sanitarios negativos del manejo inadecuado de residuos, como por ejemplo, la proliferación del dengue y otras enfermedades generadas por los neumáticos fuera de uso.

COMBUSTIBLE		LB	2030	2050
<b>CDR FOSIL</b>	<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>4%</b>	<b>22%</b>
FOSILES TRADICIONALES	%	100%	88%	54%
BIOMASA	%	0%	8%	23%
HIDROGENO	%	0%	0%	1%

Tabla 7: Matriz de Combustibles y Derivados de Residuos Fósiles

## MEDIDAS HABILITANTES

- Normas de gestión de residuos que reconozcan e incentiven la economía circular e incluyan al coprocesamiento en el marco de la jerarquía de residuos.
- Seguir avanzando en el despliegue de la Ley REP peruana con reglamentos adicionales al de NFUs como el de Envases y Embalajes, para residuos prioritarios para el Perú y valorizables energéticamente.
- Impulsar el reconocimiento de la carbono neutralidad de los combustibles derivados de residuos fósiles en el marco del coprocesamiento.
- Desincentivar el envío de residuos valorizables a rellenos sanitarios.
- Fomentar asociaciones como el de ciudad de México para los RSU y utilizando, por ejemplo, el mecanismo APP (Asociaciones Publico Privadas) de Perú.
- Impulsar modelos subnacionales de gestión sostenible como los de Ciudad de México o Quito.





0%

Biomasa  
2020

23%

Biomasa  
2050



## COPROCESAMIENTO DE BIOMASAS Y METANO EVITADO

GRUPO B > 35%

El coprocesamiento de biomasa corresponde al aporte energético de la fracción de biomasa proveniente de los combustibles derivados de residuos para la producción de clínker. El metano evitado corresponde al porcentaje de reducción indirecta de emisiones en rellenos sanitarios por el coprocesamiento de las biomasa disponibles en los residuos sólidos urbanos.

Las emisiones de metano tienen un alto poder de calentamiento global: 28 tCO<sub>2</sub>e/tCH<sub>4</sub> en el largo plazo; pero 85 en un periodo de 20 años, por lo que reducir dichas emisiones es crítico para viabilizar la trayectoria de descarbonización del Acuerdo de París.

Actualmente, la biomasa en el total de energía utilizada en los hornos alcanza, a nivel global, un 9% (GNR-2022). En específico, los residuos agrícolas aportan un 3%, los residuos de maderas un 2%, las harinas de origen animal 1%, lodos un 1% y el 2% restante, corresponde a otras biomasa.

### CONTEXTO

En Perú el **coprocesamiento aún no ha sido desplegado**, escenario similar al uso de combustibles alternativos fósiles.

De lo anterior, aumentar significativamente la participación de combustibles derivados de biomasa, requerirá marcos regulatorios habilitantes y el reconocimiento legal del aporte del metano evitado en los rellenos sanitarios por el uso de estas biomasa.

### DESAFÍOS

- Asegurar el reconocimiento oficial de la biomasa como combustible carbono neutral y contabilizar el metano evitado en rellenos sanitarios como aporte a la mitigación climática.
- Garantizar el acceso estable y creciente a combustibles derivados de biomasa que sustituyan fuentes fósiles.
- Promover la aceptación formal de la metodología FICEM para el metano evitado.
- Incrementar la participación de la biomasa generada a partir del tratamiento de la FORSU (Fracción Orgánica de los RSU) en la composición de los CDR

9%

es el aporte de la biomasa (5%) más el metano evitado en rellenos sanitarios (4%)



## OPORTUNIDADES

Aportar a la gestión de residuos integral de los países mediante los los distintos beneficios del coprocesamiento de biomasa, tales como: evitar emisiones de metano en los rellenos sanitarios y el CO<sub>2</sub> proveniente de quemas al aire libre, entre otras.

Disminuir el riesgo de incendios agrícolas y forestales, al evitar quemas al aire libre.

Reducir la huella en el transporte de combustible pues las biomasa valorizables se encuentran en el entorno cercano a las plantas.

COMBUSTIBLE		LB	2030	2050
<b>BIOMASA</b>	<b>%</b>	<b>0%</b>	<b>8%</b>	<b>23%</b>
FOSILES TRADICIONALES	%	100%	88%	54%
CDR FOSIL	%	0%	4%	22%
HIDROGENO	%	0%	0%	1%

Tabla 8: Matriz Combustibles y Biomasa

## MEDIDAS HABILITANTES

- Reconocer el coprocesamiento de biomasa en los marcos regulatorios como una solución segura y carbono neutral para estos residuos.
- Considerar la fracción de biomasa disponible en los neumáticos fuera de uso (NFU), como en otros residuos con contenido mixto.
- Lograr el reconocimiento de la metodología actualizada del metano evitado en rellenos sanitarios por el coprocesamiento de biomasa en hornos de cemento
- Integrar cadenas productivas que generen residuos de biomasa, o gestionen desechos urbanos/sanitarios con la industria cementera del Perú
- Incentivar la simbiosis industrial y colaboraciones público-privadas, evitando mayores cargas impositivas y asignando responsabilidades a productores para una gestión eficiente y circular.
- Promover acuerdos privados o público-privados (APP) entre operadores de rellenos sanitarios y la industria cementera para viabilizar reducciones de metano y la generación de créditos correspondientes.
- Impulsar la suscripción de nuevos acuerdos bajo el Artículo 6 del Acuerdo de París e implementar los acuerdos ya suscritos por Perú con Suiza y Singapur, para acelerar la adopción de estas prácticas a nivel nacional.



# HIDRÓGENO BAJO/NULO EN CARBONO (LCH)

GRUPO B > 35%



Corresponden al aporte energético del uso de hidrógeno bajo o nulo en carbono en el total de energía para la fabricación de clínker.

El hidrógeno se obtiene mediante el proceso de electrólisis, el cual consume aproximadamente 44 MWh para producir 1 tonelada de LCH con un 75% de eficiencia, generando un combustible que alcanza un poder calorífico del orden de 120 MJ/kg hidrógeno.

Para el sector cemento, existen usos a baja escala y pruebas industriales con altos niveles de reemplazo, siendo la más relevante, la realizada en Reino Unido, que empleó 40% de hidrogeno inyectado por el quemador principal en un corto período de tiempo.

## CONTEXTO

El costo de producción actual, fluctúa entre los 4 y 8 USD/kg aproximadamente, y se proyecta que a futuro, se reduzca entre 1,5 a 2 USD/kg, todo lo anterior dependiendo de los costos y disponibilidad de energías eléctricas renovables.

Actualmente en Perú se encuentra aprobada la Ley del fomento al hidrógeno verde (Ley N° 31992) que tiene como objetivo fomentar la investigación, el desarrollo, la producción, la transformación, el almacenamiento, el acondicionamiento, el transporte, la distribución, la comercialización, la exportación y el uso del hidrógeno verde como combustible y como vector energético en el país.

## DESAFÍOS

- ▶ Determinar los requerimientos para la adecuación de hornos para la utilización del LCH a gran escala.
- ▶ Disponer de la energía eléctrica necesaria que sea baja o nula en emisiones de CO<sub>2</sub>e para la producción de LCH.

**1%**  
 es el aporte del uso de LCH en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

- > Incrementar el uso de combustibles alternativos de bajo poder calorífico, debido a las cualidades energéticas del H<sub>2</sub>.

Mejorar la combustión de los hornos al utilizar el O<sub>2</sub> remanente del proceso de electrólisis.

Además, de acuerdo a los Papers ECRA, tiene los siguientes beneficios operacionales: (i) radiación de la llama significativamente menor; (ii) velocidad de inyección permite regular temperatura y radiación; (iii) no afecta al consumo térmico; (iv) se reduce demanda de O<sub>2</sub>; (v) requiere menos aire para la combustión; (vi) no afecta la calidad del clínker.

MATRIZ COMBUSTIBLES	2020	2030	2050
Fósiles Tradicionales	100%	88%	54%
Derivados Residuos Fósiles	0%	4%	22%
Biomasa	0%	8%	23%
<b>Hidrógeno</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1%</b>
Energía producción H <sub>2</sub> (MWh/tH <sub>2</sub> )	44	44	44
Poder Calorífico (MJ/kgH <sub>2</sub> )	120	120	120

Tabla 9: Matriz Combustibles e Hidrógeno bajo en Carbono

## MEDIDAS HABILITANTES

- Fomentar el uso de Hidrógeno a través de normas y políticas nacionales.
- Regular las autorizaciones para el uso y funcionamiento de instalaciones de producción de Hidrogeno.
- Impulsar el financiamiento internacional para proyectos de hidrógeno.
- Incentivar los Hub industriales, o similares, para hacer más competitivo este combustible.





# CAPTURAS TECNOLÓGICAS (CCUS) Y DE LA NATURALEZA (SbN)



GRUPO C > 40%

## CONTEXTO

**40%**

es el aporte del eje  
 CCUS y SbN.

La descarbonización en la industria del cemento y concreto requiere integrar dos pilares complementarios: las **capturas tecnológicas (CCUS)** y las **capturas naturales (SbN)**. Ambos enfoques constituyen una estrategia convergente para reducir las emisiones residuales del sector y alcanzar la neutralidad climática.

En el ámbito CCUS, la European Cement Research Academy (ECRA) identifica cuatro tecnologías principales aplicables a la producción de clínker: post-combustión, basada en absorción química con aminas y técnicas de adsorción física; oxicombustión, mediante reformado de gas con captura previa de CO<sub>2</sub>; pre-combustión, que captura CO<sub>2</sub> antes del proceso de combustión; y calcinación indirecta, como la tecnología LEILAC, que separa directamente el CO<sub>2</sub> durante la calcinación. Actualmente, existen 26 proyectos piloto en operación en plantas de cemento de América, Europa y Asia, lo que refleja un proceso de aprendizaje global en marcha.

En paralelo, las SbN, definidas por la UICN, actúan como soluciones de captura a gran escala a través de la gestión sostenible de ecosistemas. Sus tipologías más relevantes incluyen la reforestación y restauración (ARR), la gestión forestal mejorada (IFM) y el manejo regenerativo de tierras agrícolas (ALM), todas con potencial de generar sumideros permanentes de carbono y co-beneficios para la biodiversidad.

De manera integrada, este eje estratégico permitirá alcanzar una reducción del 40% del total de emisiones BAU 2050 FICEM.

Con una meta de 40% de reducción de emisiones BAU al 2050 integradas, la opción de CCUS en Perú aún no registra proyectos de captura y almacenamiento de carbono debido, principalmente, a sus elevados costos, que para soluciones tecnológicas probadas (TRL 9), superan los 110 USD por tonelada de clínker – sin considerar adicionalmente los costos de transporte y almacenamiento –. Por ello, se estima que su adopción ocurrirá en el largo plazo.

En contraste, Perú ofrece condiciones óptimas para el desarrollo de sumideros forestales, tanto a nivel de costos, como de posibilidades de escalamiento.

## DESAFIOS

### Para el caso de CCUS:

- Contar con recursos y modelos de financiamiento necesarios para catalizar proyectos tipo CCUS.
- Lograr el nivel de maduración tecnológica (TRL) necesaria de los proyectos CCUS que serán incorporados a las plantas de cemento
- Identificar los destinos del carbono capturado en las plantas de cemento

### Para el caso de SbN:

- Lograr la aceptación de las SbN dentro de las políticas climáticas de Perú para la descarbonización de la industria del cemento
- Realizar pilotos de implementación para sumideros permanentes por parte de la industria
- Identificar modelos de financiamiento de largo plazo para el desarrollo de proyectos de SbN reconocidos internacionalmente y de alta integridad



## OPORTUNIDADES

### Asociadas a uso del CO<sub>2</sub> capturado tecnológicamente:

**Producción de combustibles sintéticos:** Power-to-Gas (PtG) - Producción de metano mediante la reacción de CO<sub>2</sub>e con hidrógeno; Power-to-Liquids (PtL) - Producción de combustibles líquidos como metanol o hidrocarburos

**Producción de productos químicos:** Síntesis de productos como urea, metanol, o polímeros mediante la reacción de CO<sub>2</sub>e con otros compuestos

**Fotosíntesis artificial y microalgas:** Uso de CO<sub>2</sub> en la fotosíntesis de microalgas para producir biomasa o biocombustibles

**Recuperación mejorada de petróleo (EOR) y gas (EGR):** inyección de CO<sub>2</sub> para aumentar la extracción de petróleo o gas y almacenarlo al mismo tiempo

**Producción de materiales de construcción:** uso de CO<sub>2</sub> en la fabricación de hormigón y otros materiales de construcción mediante carbonatación

### Asociadas a Soluciones Basadas en la Naturaleza:

**Compensaciones para cementos y hormigones** bajos o nulo en carbono, para demanda de segmentos de mercado especializados

**Posibilidad co-financiar los desarrollos,** al acceder al mercado CORSIA u otros de alta integridad para las etapas tempranas de los proyectos

**Co-Beneficios Sociales y Ambientales,** tales como generación de empleos, mejoramiento de paisajes productivos, conservación de biodiversidad, regulación hidrológica y posibilidad de generar biocombustibles sin competencia con el sector alimentos

**Doble dividendo en adaptación,** al recuperar suelos degradados y mejorar la resiliencia climática de los territorios

## MEDIDAS HABILITANTES

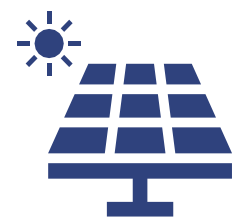
### CCUS

- Marco legal y permisología para proyectos en el subsuelo continental o marino.
- Promoción de tecnologías CCUS adecuadas y viables económicamente (Capex y Opex) a cada tipo de instalación o planta.
- Desarrollo de infraestructura para transporte del CO<sub>2</sub> desde captura hasta sitios de uso o almacenamiento.
- Promoción de subsidios para el desarrollo de pilotos en el país.
- Incentivos para uso o desarrollo de estas tecnologías y cadenas productivas que integren el uso del CO<sub>2</sub> capturado para la producción de nuevos productos.

### SbN

- Impulsar el reconocimiento en el país de estos proyectos, como mecanismo válido para el cumplimiento de las metas ambientales del sector y del país, como lo establece la Ley Marco sobre Cambio Climático del Perú.
- Impulsar la suscripción de nuevos acuerdos bajo el Artículo 6.2 del Acuerdo de París e implementar los acuerdos ya suscritos por Perú con Suiza y Singapur, para aprovechar el potencial de Perú en esta materia.
- Canalizar adecuadamente los incentivos para concretar la implementación de proyectos SbN.
- Integrar las SbN en los planes nacionales de acción climática, de manera que no afecten los criterios de adicionalidad de los proyectos.





• **1,2**  
TWh  
Consumo Total 2020

• **2,3**  
TWh  
Consumo Total 2050

## CONSUMO ELÉCTRICO BAJO EN CARBONO

El consumo eléctrico corresponde a la cantidad total de energía eléctrica que se necesita para la producción de cemento, y se mide en kilovatios hora (kWh). De la misma manera, en las plantas de concreto existe consumo eléctrico, el que es menor en comparación al cemento. De acuerdo a los datos reportados en GNR 2020, el consumo total de electricidad es de 1,2 TWh. El factor promedio de emisión de la red para el año 2019 fue de 175 gCO<sub>2</sub>/kWh, donde una parte significativa de la electricidad todavía proviene de combustibles fósiles.

### CONTEXTO

En Perú, se encuentra aprobada la Ley N°32249, Ley que modifica la Ley 28832, para asegurar el desarrollo eficiente de la generación eléctrica, a fin de garantizar el abastecimiento seguro, confiable y eficiente del suministro eléctrico y promover la diversificación de la matriz energética.

Adicionalmente se aprobó un proyecto de ley para mantener el beneficio fiscal concedido a la energía renovable, la iniciativa, aprobada en 2008, consiste en una depreciación acelerada para promover la inversión en generación de energía derivada de recursos hídricos y de otros renovables. El incentivo se extenderá hasta el 31 de diciembre de 2030.

### DESAFÍOS

- ▶ Transición hacia una matriz energética eléctrica 100% renovable para neutralizar la huella de CO<sub>2</sub>e.
- ▶ Disponer de la energía adicional que se requerirá por el aumento en el consumo eléctrico al año 2050, al incorporar tecnologías de CCUS y LCH como combustible, aumento que dependerá de la magnitud de la adopción tecnológica y las políticas energéticas de la región.

**5%**

es el aporte al reemplazar la matriz energética eléctrica actual por una red 100% carbono neutral en la reducción total hacia la Carbono Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

- Disminuir la dependencia de fuentes convencionales de energía eléctrica reemplazándolas por energía renovable, sea de forma interna o por conexión a una matriz nacional baja en carbono.

Modernizar la infraestructura eléctrica y promover uso de redes inteligentes.

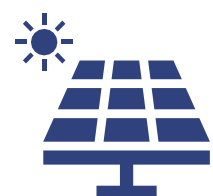
Generar proyectos propios de generación eléctrica renovable no convencional.

EMISIONES INDIRECTAS (ALCANCE 2)	2020	2030	2050
Emisión Red Eléctrica [gCO <sub>2</sub> /kWh]	175	160	0
Consumo Eléctrico Cemento [TWh]	1,2	1,2	1,48
Consumo Específico (kWh/tcem)	115	100	100
Consumo Eléctrico concreto [TWh]	0,02	0,03	0,09
Consumo Eléctrico CCUS [TWh]	0	0	0,8
Consumo Eléctrico Total [TWh]	1,22	1,23	2,34

Tabla 10: Consumo Eléctrico

## MEDIDAS HABILITANTES

- Normas que faciliten la compra directa de energía eléctrica renovable de largo plazo, o en su defecto, de los atributos de renovabilidad de la energía eléctrica que va a la red (por ejemplo, IRECs).
- Facilitar los permisos para las plantas in situ de generación eléctrica renovable.
- Fomentar la conexión a matrices de generación eléctrica renovables.
- Mejoramiento de las redes de transmisión eléctrica e implementar tecnologías de redes inteligentes, que permitan la gestión eficiente del suministro de energía eléctrica.
- Promover incentivos para la generación de proyectos de energías renovables.



# RECARBONATACIÓN



Es equivalente al 20% del CO<sub>2</sub> emitido por el proceso de descarbonatación de la caliza durante la producción de clínker en hornos, lo anterior, de acuerdo al modelo establecido por GCCA en su Roadmap 2050

La carbonatación natural es una reacción química espontánea con el CO<sub>2</sub> del aire ambiental que penetra y se reabsorbe en sustratos expuestos de naturaleza cementicia, reaccionando con los productos de hidratación del cemento, formando carbonatos estables que se integran en la estructura del material, siendo común en estructuras de concreto a lo largo del tiempo.

## CONTEXTO

El eje de recarbonatación se considera actualmente como una estrategia para reducir la huella de carbono en la industria de la construcción, lo cual ha sido indicado en el 6° Informe del IPCC (AR).

El año 2018, el Instituto de Investigación Ambiental de Suecia, elaboró el documento Antecedentes y modelos de cálculo para la implementación del IPCC, sobre la recarbonatación.

A nivel nacional se requiere una metodología local y el reconocimiento de este proceso, para que sea considerado, en los inventarios nacionales de GEI y otros instrumentos similares.

## DESAFÍOS

- ▶ Realizar mediciones locales y/o estimaciones de recarbonatación.
- ▶ Buscar reconocimiento de la recarbonatación a nivel de políticas climáticas y en la contabilidad de emisiones de GEI.
- ▶ Maximizar la carbonatación natural en el caso de concretos estructurales sin deteriorar las propiedades durables frente a la corrosión de la armadura de refuerzo; utilización de concreto reciclado o aplicación tecnologías que aceleren recarbonatación.



**9%**  
aporta el eje  
Recarbonatación  
en la reducción  
total hacia la  
Carbono  
Neutralidad 2050.



## OPORTUNIDADES

- > Integrar la recarbonatación en estrategias de sostenibilidad, pudiendo diferenciarse con otros sectores de la construcción, en un mercado donde la demanda de soluciones bajas en carbono está en aumento.

Desarrollo de nuevas soluciones innovadoras en el campo de la carbonatación forzada y la mineralización de CO<sub>2</sub>e en estado fresco y joven de concretos, morteros y pastas de cemento, incluidos sus posibles beneficios económicos de nuevas cadenas de valor.

RECARBONATACIÓN	2020	2030	2050
Factor Recarbonatación	20%	20%	20%
Factor Emisión Calcinación (kgCO <sub>2</sub> /kgCk)	0,525	0,525	0,525
Volumen Producción Clínger (MtCk)	8,0	8,8	10,0
Sumidero Emisiones (MtCO <sub>2</sub> )	0,84	0,93	1,05

Tabla 12: Recarbonatación del Concreto



## MEDIDAS HABILITANTES

- Reconocimiento de la carbonatación natural como medida de captura y sumidero de CO<sub>2</sub>e a todo nivel, incluyendo los inventarios nacionales.
- Normas técnicas que incentiven la maximización de la recarbonatación en el concreto.
- Adecuada contabilización de la recarbonatación a nivel de declaraciones ambientales de producto (DAPs/ EPDs).
- Promover una estrategia y sus medidas de acción para lograr que los residuos de construcción y demolición carbonatables tengan ese tratamiento, previo a su reutilización en la producción de nuevos concretos u otras cadenas productivas.
- Promover mayor conocimiento en la comunidad técnica de diseñadores, proyectistas y constructores sobre el fenómeno, y brindar herramientas para optimizar la carbonatación natural como estrategia contributiva a la reducción de la huella de carbono de las edificaciones base concreto/cemento.

# 5

**Ideas Fuerza**  
**Conclusiones**  
**Acciones / Compromisos**



## IDEAS FUERZA

- **Compromiso climático nacional y global:** La Hoja de Ruta se alinea con el Acuerdo de París, aportando a las NDC y contribuyendo al objetivo de limitar el aumento de la temperatura a 1,5 °C.
- **Innovación tecnológica y circularidad:** El desarrollo de nuevas adiciones minerales y el despliegue del coprocesamiento, integrando la economía circular como eje estructural.
- **Gobernanza sectorial y articulación:** El trabajo conjunto entre empresas, ASOCEM y FICEM garantiza legitimidad técnica y una visión compartida para la transformación del sector.
- **Cadena de valor ampliada:** La hoja de ruta no se limita a la producción, sino que integra diseño, construcción, normativas y políticas públicas como habilitadores de cambio estructural.
- **Capturas de CO2:** La reforestación, manejo forestal y regeneración de suelos complementan las capturas tecnológicas, aportando co-beneficios sociales, ambientales y económicos.
- **Instrumento para políticas públicas:** El documento constituye una base técnica robusta para normar, regular y financiar la descarbonización del sector, potenciando la competitividad de Perú en mercados internacionales.



## CONCLUSIONES

- Con una estrategia integral, la industria puede alcanzar la carbono neutralidad en 2050, combinando reducción de clínker, eficiencia energética, combustibles alternativos, electrificación, capturas tecnológicas y de la naturaleza para el CO2 y recarbonatación.
- Las soluciones de captura (tecnológicas y basadas en la naturaleza) representan el 40% de la reducción total requerida, por lo que deben ser analizadas en una perspectiva de mediano y largo plazo.
- La eficiencia en diseño y uso del hormigón ofrece una oportunidad inmediata, con potencial de reducción del 10% al 2050 mediante industrialización, normas por desempeño y certificaciones accesibles, pero depende de todas la cadena de valor de la construcción.
- El reconocimiento del metano evitado en rellenos sanitarios y la biomasa como combustibles carbono-neutrales es crítico para acelerar la descarbonización y potenciar la economía circular.
- La industria ya demuestra resultados tangibles: reducción del 21% de la intensidad de emisiones desde 1990.
- Para consolidar estos avances, se requieren marcos regulatorios habilitantes, financiamiento climático y un MRV de alta integridad que respalde las contribuciones del sector en las NDC.



## ACCIONES / COMPROMISOS

### Acciones / compromisos al 2030

- Implementar las acciones necesarias para alcanzar un nivel de emisiones netas de 542 kgCO<sub>2</sub>/tonelada cementicio al año 2030 como meta No Condicionada y 520 kgCO<sub>2</sub>/tonelada Cementicio como meta condicionada a marcos regulatorios y financiamiento correspondiente
- Promover los marcos regulatorios que permitan alcanzar, como mínimo, el 12% de Coprocesamiento comprometido por la industria al año 2030.
- Incentivar la aceptación del mercado, para seguir reduciendo el contenido de clínker en el cemento para llegar al 70% comprometido por la industria al año 2030, considerando la línea de base del 76% al año 2019.
- Implementar los estudios y medidas habilitantes necesarias para que el Coprocesamiento y/o el Factor Clínker aporten al logro de las metas climáticas de Perú.
- Apoyar y desarrollar otros ejes, como la eficiencia energética térmica y eléctrica; metanización de residuos o soluciones basadas en la naturaleza que mitiguen, eviten o capturen CO<sub>2</sub>, etc.
- Desarrollar y mantener un sistema y una base de datos de monitoreo, reporte y verificación del sector del cemento (MRV) compatible con el estándar IPCC-2006.
- Realizar una gestión eficiente como Industria en los siguientes ejes: Implementación de tecnología y equipos para la utilización y abastecimiento de combustibles alternativos
- Elaborar un Plan de Comunicaciones para las partes interesadas, que resalte la importancia del sector cemento para el desarrollo del país en los próximos años como, por ejemplo, su aporte para cubrir la brecha de infraestructura y vivienda.
- ASOCEM conformará en conjunto con la industria del cemento en Perú, una instancia que realice el seguimiento a las acciones y metas descritas en esta Hoja de Ruta.



## ACCIONES / COMPROMISOS

### Acciones / compromisos al 2050

- Disminuir el contenido de clínker en el cemento del 76 % (2019) al 63 % en 2050, mediante mayor uso de adiciones minerales (puzolanas, escorias, adiciones no tradicionales) y tecnologías de molienda y separación más eficientes.
- Mejorar la eficiencia térmica de los hornos, pasando de 3.398 MJ/t clínker (2019) a 3.260 MJ/t clínker (2050), apoyando inversiones en hornos modernos, precalcinadores de 6 etapas, enfriadores de alta eficiencia y sistemas de gestión energética ISO 50001.
- Alcanzar al menos un 45 % de sustitución térmica con coprocesamiento de residuos, de los cuales un 22 % provendrá de CDR fósil, y un 23 % de biomasas con reconocimiento formal del metano evitado en rellenos sanitarios.
- Integrar gradualmente el hidrógeno verde en la matriz energética, alcanzando un 1 % de participación en 2050, y electrificar procesos auxiliares usando energía 100 % renovable.
- CCUS (Captura, Uso y Almacenamiento de CO<sub>2</sub>): Implementar proyectos piloto en la industria hacia 2035 y escalarlos a nivel comercial en 2040-2050, contribuyendo, en conjunto con las Soluciones basadas en la Naturaleza, con un 40% de la reducción total de emisiones BAU 2050.
- Desarrollar proyectos de reforestación, manejo forestal mejorado y regeneración de suelos agrícolas como sumideros permanentes, integrándolos en las NDC y generando créditos de carbono de alta integridad.
- Optimización del uso de concreto: Reducir la dosis de cemento en el concreto de 366 kg/m<sup>3</sup> a 310 kg/m<sup>3</sup> al 2050, mediante industrialización, diseño por desempeño, prefabricación e innovación en sistemas constructivos.
- Transición energética: Reemplazar el 100 % de la electricidad usada en el sector por energía de origen renovable hacia 2050, complementada con contratos de suministro de largo plazo e infraestructura de transmisión inteligente.
- MRV de alta integridad: Establecer un sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación sectorial alineado con IPCC-2006, asegurando la trazabilidad de reducciones de emisiones.



