



CONSULTORÍA ADIM-2030

Propuesta Preliminar de la ADIM 2030
Entregable 5 — Versión 1 actualizada

. . .

Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030
(ADIM-2030) Encargada por PNUD Perú en coordinación con la
Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI)
Ministerio de la Producción (PRODUCE)

Consultor responsable: Ricardo Pareja Soto

Versión 1 actualizada al 25 de septiembre de 2026

Índice

Sección	Página
RESUMEN EJECUTIVO	3
1. INTRODUCCIÓN	9
2. MARCO ESTRATÉGICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA	11
3. DIAGNÓSTICO DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LAS INDUSTRIAS MANUFACTURERAS PERUANA	20
4. VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA AGENDA	32
5. ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN	40
6. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INTERVENCIÓN	48
7. PORTAFOLIO DE ACCIONES ESTRATÉGICAS DE DESCARBONIZACIÓN	68
8. HABILITADORES PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIAS MANUFACTURERAS	74
9. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN	79
10. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y EVALUACIÓN	84
11. HOJA DE RUTA DE IMPLEMENTACIÓN	89
Anexos (FICHAS)	97

RESUMEN EJECUTIVO

Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030)

La Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030) es un instrumento público, voluntario y de carácter promocional que orienta la reducción progresiva de las emisiones de gases de efecto invernadero en la industria manufacturera peruana. Su finalidad es articular competitividad, modernización tecnológica, eficiencia energética, economía circular, innovación y acción climática, sin sustituir los instrumentos regulatorios ni las obligaciones ambientales vigentes.

La ADIM 2030 organiza la intervención en ocho líneas estratégicas, nueve acciones sectoriales y diecisiete acciones transversales. Esta arquitectura conecta los subsectores con condiciones habilitantes de regulación, información, tecnología, financiamiento, capacidades, infraestructura de calidad y gobernanza. Las ocho medidas de mitigación NDC bajo responsabilidad de PRODUCE constituyen la columna vertebral de la Agenda y permiten vincular sus resultados con el monitoreo de los compromisos climáticos al 2030.

La implementación requiere una conducción clara de PRODUCE, articulación con MINAM y participación de entidades públicas, empresas, gremios, academia, sistema financiero y cooperación internacional. La hoja de ruta se despliega por fases: un corto plazo de instalación y preparación, un mediano plazo de ejecución y consolidación, y un largo plazo de escalamiento, reporte y cierre del ciclo al 2030.

1. Relevancia estratégica y vínculo climático

La ADIM 2030 se enmarca en el Acuerdo de París y en las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), a través de las cuales el Perú ha establecido metas absolutas de emisiones al 2030 y una trayectoria hacia la neutralidad de carbono al 2050. La agenda traduce estos compromisos en acciones concretas de descarbonización industrial, articulando las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad del Ministerio de la Producción (PRODUCE) y complementándolas con acciones estratégicas transversales y sectoriales adicionales.

En el plano interno, la ADIM 2030 se alinea con la Ley Marco sobre Cambio Climático, la Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050), la Política Nacional del Ambiente, el Plan Nacional de Competitividad y Productividad y la Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030. Esta articulación asegura que la descarbonización industrial contribuya directamente al cumplimiento de las metas climáticas nacionales, mientras impulsa la productividad, innovación y acceso a mercados internacionales que exigen productos de baja huella de carbono.

Mensaje central: la descarbonización industrial se plantea como una oportunidad para mejorar eficiencia, innovación, acceso a financiamiento, resiliencia y competitividad, y no únicamente como una obligación climática.

2. Diagnóstico y proceso participativo

El diagnóstico de la ADIM 2030 se construye a partir del Inventario Nacional de GEI 2000-2021 y del Balance Nacional de Energía 2021, definiendo un perímetro analítico de 15.707,5 kt CO₂eq para la industria manufacturera en 2021, sin minería y con la construcción que el inventario no permite separar, que integra procesos industriales, combustión estacionaria y aguas residuales industriales. En este perímetro, los procesos industriales representan el 46,9 % de las emisiones, la combustión estacionaria el 46,4 % y las aguas residuales el 6,7 %, evidenciando el peso combinado de los procesos químicos y de la energía en la huella del sector.

La concentración de emisiones en procesos industriales (IPPU) es especialmente marcada: la producción de cemento explica alrededor del 70 % de las emisiones de proceso, mientras los refrigerantes hidrofluorocarbonos (HFC) asociados a refrigeración y aire acondicionado aportan cerca del 15,8 %, sumando juntos más del 85 % de las emisiones IPPU. A esto se añaden la cal, los metales (acero y zinc), las cerámicas y ladrilleras, el vidrio, el ácido nítrico y las aguas residuales de pulpa y papel, alimentos y bebidas, que configuran un conjunto de subsectores donde la descarbonización requiere combinar cambios tecnológicos, eficiencia energética, sustitución de combustibles, mejor gestión de residuos y fortalecimiento de la gobernanza.

La elaboración de la ADIM 2030 se sustenta en una base técnica robusta y en un proceso participativo amplio. Se realizaron ocho talleres en Lima y en regiones como Trujillo y Arequipa, con la participación de más de cien representantes de empresas, gremios, instituciones públicas y academia, así como encuestas y otros mecanismos de consulta.

Este proceso permitió contrastar la evidencia cuantitativa del inventario y del balance energético con la experiencia de los actores, identificar barreras (regulatorias, financieras, tecnológicas, de información y capacidades) y condiciones habilitantes, y recoger propuestas de acciones estratégicas sectoriales y transversales. La agenda fue retroalimentada por la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI) y se socializará con los actores, asegurando coherencia institucional, legitimidad y trazabilidad en la construcción de la hoja de ruta.

3. Visión y objetivos al 2030

La ADIM 2030 plantea una visión de industria manufacturera que, al año 2030, ha incorporado la descarbonización como eje estructural de su estrategia de negocio, integrándola con la competitividad, la modernización tecnológica y la economía circular.

El objetivo general de la agenda es orientar la transición de la manufactura hacia una producción baja en carbono, mediante un conjunto integrado de acciones estratégicas normativas, tecnológicas, financieras, de información, de capacidades y de medición, reporte y verificación (MRV). Los nueve objetivos específicos (4.3) son: fortalecer el marco normativo y la gobernanza; reducir las emisiones de proceso de cemento, cal y ladrillos; promover la eficiencia energética y la electrificación; acelerar la transición hacia refrigerantes de menor impacto climático; promover la economía circular; consolidar los sistemas de MRV; movilizar financiamiento e incentivos; fortalecer capacidades; y consolidar la articulación público-privada y el seguimiento de la Agenda.

4. Líneas estratégicas de intervención

Las ocho líneas estratégicas organizan el portafolio y permiten identificar la contribución de las acciones sectoriales y transversales a los resultados esperados:

Línea	Propósito
L1. Eficiencia energética industrial	Reducir consumo específico de energía e intensidad de emisiones, manteniendo o mejorando productividad y competitividad.
L2. Electrificación y energías limpias	Disminuir la intensidad de carbono del consumo energético mediante electrificación, electricidad de menor intensidad, renovables y combustibles de menor huella.
L3. Descarbonización de procesos industriales	Reducir emisiones de transformaciones físico-químicas y procesos intensivos mediante cambios en materias primas, tecnologías y configuraciones de proceso.
L4. Economía circular y uso eficiente de recursos	Usar residuos, subproductos y materiales secundarios como recursos y reducir materias primas vírgenes y generación de residuos.
L5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados	Reducir emisiones directas de gases fluorados e indirectas por consumo eléctrico, mediante sustitución, eficiencia, prevención de fugas y recuperación.
L6. Innovación y desarrollo tecnológico	Impulsar investigación aplicada, adaptación, demostración, validación y difusión de soluciones de descarbonización.
L7. Fortalecimiento de capacidades	Desarrollar capacidades técnicas, operativas, de gestión, medición, reporte, financiamiento y formulación de proyectos.
L8. Condiciones habilitantes y gobernanza	Asegurar regulación, información, MRV, financiamiento, coordinación e infraestructura de calidad para ejecutar y sostener las acciones.

5. Correlación entre acciones sectoriales y transversales

Las acciones sectoriales representan las intervenciones donde se materializan los cambios tecnológicos y operativos; las acciones transversales proveen las condiciones que permiten diseñarlas, financiarlas, implementarlas, medirlas y escalarlas. La siguiente matriz resume la correlación prioritaria definida por la Agenda.

Acción sectorial	Acciones transversales prioritarias asociadas	Líneas Estratégicas de Intervención
C1. Reducción del factor clínker	1.1; 1.2; 3.3; 4.1; 5.1; 5.5	L3 y L4
C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa	1.2; 1.3; 3.2; 3.3; 4.1; 4.3; 5.3; 5.5	L2, L3 y L4
C3. Eficiencia energética en plantas cementeras	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.5	L1 y L2

Acción sectorial	Acciones transversales prioritarias asociadas	Líneas Estratégicas de Intervención
CA1. Combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal	1.2; 1.3; 3.1; 3.2; 3.3; 4.1; 4.3; 5.3; 5.5	L2, L3 y L4
CA2. Electricidad baja en carbono y gestión energética en cal	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.3; 5.5	L1 y L2
CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación	2.1; 2.2; 2.3; 3.3; 4.3; 5.3; 5.4	L3, L6 y L8
L1. Modernización de hornos ladrilleros y combustibles	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.3; 5.5	L1, L2 y L3
R1. Refrigerantes de bajo PCG y capacidades técnicas	3.3; 4.1; 4.3; 5.2; 5.5	L5 y L7
R2. Equipos de refrigeración de alta eficiencia	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3; 5.2; 5.5	L1, L2, L5 y L6

6. Medidas NDC bajo responsabilidad de PRODUCE

Las ocho medidas de mitigación NDC lideradas por PRODUCE se distribuyen entre procesos industriales y uso de productos (PIUP) y energía–combustión estacionaria (ECE). En conjunto, el documento estima una reducción de 3,635 Mt CO₂eq al 2030. La ADIM organiza acciones sectoriales y transversales que contribuyen a ejecutar estas medidas y sus condiciones habilitantes.

Código	Medida de mitigación
PIUP1	Sustitución de clínker para reducir la relación clínker/cemento.
PIUP2	Sustitución de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global.
PIUP3	Reducción de emisiones de óxido nítrico en la fabricación de ácido nítrico.
ECE14	Ventiladores y hornos de tiro invertido en ladrilleras artesanales.
ECE15	Hornos eficientes y cambio de combustible en ladrilleras industriales.
ECE16	Combustibles derivados de residuos en hornos de producción de clínker.
ECE17	Eficiencia energética en procesos de producción de cemento.
ECE18	Intervenciones integrales de eficiencia energética en la industria manufacturera.

7. Instancias de gobernanza

La gobernanza se organiza en cuatro niveles complementarios. Esta estructura separa orientación política, coordinación técnica, desarrollo especializado e implementación territorial y empresarial.

Instancia	Función principal
1. Instancia política de orientación y decisión	Liderada por PRODUCE en coordinación con MINAM. Aprueba prioridades anuales, valida ajustes, resuelve barreras intersectoriales, orienta recursos y revisa informes.
2. Secretaría Técnica de la ADIM 2030	Ejercida por PRODUCE. Coordina, gestiona información, convoca actores, sigue la hoja de ruta, consolida reportes, articula AP+L y brinda soporte a las mesas.
3. Mesas técnicas sectoriales y transversales	Abordan cemento, cal, ladrilleras, refrigerantes, energía, economía circular, financiamiento y MRV/infraestructura de calidad mediante agendas y acuerdos documentados.
4. Red de implementación territorial y empresarial	Integra gobiernos regionales y locales, gremios, empresas, CITE, universidades, centros de investigación, entidades financieras y cooperación internacional.

8. Horizonte de implementación

La hoja de ruta combina dependencias críticas y madurez de acciones. Para facilitar la gestión ejecutiva, el horizonte se presenta en tres momentos articulados:

Horizonte	Orientación
Corto plazo: 2026–2027	Instalación de gobernanza y mesas; validación de instrumentos; diseño normativo, de MRV y plataformas; preparación de programas, guías, pilotos y mecanismos financieros.
Mediano plazo: 2028	Ejecución y consolidación de pilotos y programas; ampliación de empresas participantes; fortalecimiento de datos, asistencia técnica, AP+L e infraestructura de calidad; evaluación intermedia.
Largo plazo: 2029–2030	Escalamiento de tecnologías y mecanismos maduros; ampliación territorial y empresarial; consolidación del financiamiento; reporte de resultados y evaluación final al 2030.

9. Mensaje clave para la competitividad

La ADIM 2030 plantea que descarbonizar la industria manufacturera es una condición para preservar y fortalecer la competitividad del sector y su aporte al desarrollo nacional. La reducción del factor clínker, el coprocesamiento, la modernización de hornos ladrilleros, la transición a refrigerantes de menor PCG, la eficiencia energética, la electrificación y la economía circular ofrecen oportunidades para reducir costos, modernizar procesos, movilizar inversión, fortalecer capacidades y generar proyectos replicables.

Su efectividad dependerá de convertir las líneas y acciones en una cartera implementable, con responsables, recursos, indicadores y acuerdos. La aprobación oficial, la Secretaría Técnica, las mesas y la red territorial y empresarial proporcionan el soporte institucional para articular acciones sectoriales y transversales, resolver barreras y alimentar el MRV de las medidas NDC bajo responsabilidad de PRODUCE.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Propósito de la Agenda

La Agenda de Descarbonización de las Industrias Manufactureras al 2030 (ADIM 2030) es un instrumento público, voluntario y promocional que orienta la reducción progresiva de emisiones de gases de efecto invernadero en la industria manufacturera peruana. No es una norma obligatoria ni sancionadora, sino una hoja de ruta que ordena prioridades, metas, líneas de acción e instrumentos de apoyo para que empresas, gremios e instituciones avancen en la transición hacia una industria baja en carbono, competitiva y alineada con los compromisos climáticos del país.

1.2 Alcance

El alcance de la ADIM 2030 cubre las emisiones de la industria manufacturera que, en el inventario nacional de gases de efecto invernadero, se distribuyen en tres grandes frentes: combustión estacionaria en instalaciones industriales (categoría 1.A.2 del sector Energía), procesos industriales y uso de productos (IPPU/PIUP, categorías 2.A–2.F) y aguas residuales industriales (categoría 5.D.2 del sector Desechos). La agenda se enfoca en los subsectores con mayor peso en las emisiones de proceso y de consumo energético – principalmente cemento, refrigerantes HFC, cal, ladrilleras, metalurgia, alimentos y bebidas, textiles, químicos, fertilizantes, cuero, agroindustria, cerámicos y vidrio, entre otros–, sin excluir la posibilidad de incorporar progresivamente otros rubros industriales conforme se disponga de mejor información y capacidades.

1.3 Metodología de elaboración

La ADIM 2030 se formula sobre una base técnica consolidada en el Informe de Diagnóstico, que responde a cinco preguntas clave: dónde están las emisiones del sector, qué está comprometido para reducirlas, qué las traba, qué señalaron los actores y cómo priorizar las medidas. Para ello se utilizó la taxonomía del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) y el Inventario Nacional de GEI como referencia central, complementados con el Balance Nacional de Energía y cálculos por planta que identifican emisores concretos en subsectores como cemento, metales, cal, vidrio y química, asegurando consistencia entre fuentes y trazabilidad de los datos. La formulación de la agenda también incorpora el análisis de las medidas NDC vigentes, los instrumentos de política sectorial y las condiciones habilitantes, de modo que las líneas de acción se apoyen en marcos regulatorios y económicos ya existentes.

El proceso de elaboración de la ADIM 2030 se organiza en cinco fases:

1. **Conceptualización de la agenda.** Definición del propósito, alcance y enfoque de la ADIM 2030, identificando los subsectores prioritarios, los tipos de emisiones a abordar y la relación con los compromisos nacionales e internacionales de cambio climático. En esta fase se precisan las preguntas clave del diagnóstico, los criterios de priorización y la estructura general del instrumento.

2. Organización y recopilación de información mediante un proceso participativo.

Levantamiento y consolidación de información técnica y sectorial a través de una combinación de fuentes: análisis del inventario nacional de GEI, del Balance Nacional de Energía y de datos por planta, complementados con un proceso participativo que incluye talleres con actores clave de la industria manufacturera, gremios, instituciones públicas, academia y cooperación internacional, así como encuestas y otros mecanismos de consulta. Esta fase permite contrastar la evidencia cuantitativa con la experiencia de los actores, identificar barreras y condiciones habilitantes y recoger propuestas de acciones estratégicas.

3. Retroalimentación con la Dirección General de Asuntos Ambientales de Industria (DGAAMI). Discusión y validación técnica de los hallazgos del diagnóstico y de los lineamientos preliminares de la agenda con la DGAAMI, como autoridad ambiental del sector industrial. Esta fase asegura que la ADIM 2030 se articule coherentemente con los instrumentos y responsabilidades sectoriales existentes, y que las propuestas de acciones estratégicas y habilitadores se ajusten a las capacidades y prioridades institucionales.

4. Redacción de la propuesta y devolución a los actores participantes. Elaboración del documento de propuesta de la ADIM 2030, estructurado en capítulos y acciones estratégicas, sobre la base de la información técnica y de la retroalimentación institucional. El borrador se devuelve a los actores que participaron en el proceso (empresas, gremios, instituciones públicas, academia y otros) para recoger comentarios, ajustes y aportes adicionales, reforzando el carácter participativo y colaborativo de la agenda.

5. Documento final y diagramado de la ADIM 2030. Integración de la retroalimentación recibida, cierre técnico de la propuesta y preparación del documento final, incluyendo edición y diagramación para su publicación y difusión. Esta fase culmina en una versión de la ADIM 2030 que combina rigor técnico, claridad comunicacional y trazabilidad del proceso, lista para ser utilizada como hoja de ruta de descarbonización de la industria manufacturera al 2030.

1.4 Proceso participativo

La elaboración de la ADIM 2030 se sustenta en un proceso participativo que incluyó ocho talleres con más de cien participantes de empresas, gremios, instituciones públicas y academia, tanto en Lima como en regiones como Trujillo y Arequipa. Estos talleres permitieron recoger aportes sobre diagnóstico, barreras, condiciones habilitantes y propuestas de acciones, incorporando perspectivas sectoriales (cemento, refrigerantes HFC, cal, ladrilleras, metalurgia, alimentos y bebidas, textiles, químicos, fertilizantes, cuero, agroindustria, cerámicos y vidrio, entre otros) y temas transversales como economía circular, huella de carbono, MRV, financiamiento y gobernanza. Los resultados fueron sistematizados y utilizados para validar y enriquecer la priorización técnica, asegurando que la agenda refleje tanto la evidencia cuantitativa como la experiencia y expectativas de los actores involucrados.

2. MARCO ESTRATÉGICO Y DE POLÍTICA PÚBLICA

2.1 Contexto internacional

Acuerdo de París

La ADIM 2030 se inscribe en el marco del Acuerdo de París, que establece la meta global de limitar el aumento de la temperatura media mundial muy por debajo de 2 °C y proseguir esfuerzos para limitarlo a 1,5 °C, mediante contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) revisadas periódicamente. Este acuerdo exige que los países fortalezcan sus sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones y diseñen estrategias de largo plazo para alcanzar la neutralidad de carbono hacia mediados de siglo, lo que otorga a la descarbonización industrial un rol clave en la trayectoria peruana de reducción de emisiones.

Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC)

Las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC), por sus siglas en inglés, son el instrumento central mediante el cual cada país expresa su compromiso climático en el marco del Acuerdo de París. A través de las NDC, los Estados establecen metas y trayectorias para reducir emisiones de gases de efecto invernadero, fortalecer la adaptación frente a los impactos del cambio climático y avanzar hacia la neutralidad de carbono a mediados de siglo. En el caso del Perú, la actualización de las NDC define metas absolutas de emisiones al 2030 y un conjunto de medidas específicas por sector, entre ellas las ocho bajo responsabilidad de PRODUCE que la ADIM 2030 toma como referencia para estructurar su agenda de descarbonización industrial. En el contexto internacional de la ADIM 2030, las NDC funcionan como el “puente” entre la política global del Acuerdo de París y las decisiones concretas de inversión, regulación y tecnología en la industria manufacturera: lo que la agenda industrial haga o deje de hacer se medirá, en última instancia, contra el cumplimiento de estos compromisos climáticos nacionales.

Las NDC abarcan distintos tipos de acción climática. Por un lado, recogen medidas de mitigación, que buscan reducir o evitar emisiones de GEI en sectores como energía, industria, transporte, agricultura y residuos; la ADIM 2030 se inscribe principalmente en este componente, al ordenar medidas para procesos industriales, consumo de energía y gestión de refrigerantes en la manufactura. Por otro lado, incluyen medidas de adaptación, orientadas a disminuir la vulnerabilidad frente a eventos extremos, estrés hídrico, cambios en patrones de temperatura y precipitación, y otros impactos, lo que para la industria se traduce en mejor gestión del agua, infraestructura resiliente y diversificación de fuentes de energía y materias primas. Además, las discusiones sobre daños y pérdidas (loss and damage) reconocen que, aún con mitigación y adaptación, habrá impactos inevitables que requieren mecanismos de apoyo financiero y técnico, especialmente para países vulnerables; este marco refuerza la necesidad de que la industria reduzca sus propias emisiones y aumente su resiliencia para no agravar estos daños. En este entramado, el Artículo 6 del Acuerdo de París abre la puerta a la cooperación internacional basada en resultados de mitigación transferidos y mercados de carbono, lo que implica que las medidas de descarbonización industrial que la ADIM 2030 impulse podrían, si cuentan con

un sistema robusto de medición, reporte y verificación, acceder a esquemas de financiamiento y créditos de carbono, reforzando la viabilidad económica de proyectos en cemento, ladrilleras, eficiencia energética y otras áreas. De este modo, la agenda industrial peruana se vincula no solo con las metas internas de las NDC, sino también con las oportunidades y exigencias de un régimen climático internacional cada vez más centrado en resultados verificables y cooperación basada en carbono.

Balance Global

El mecanismo de Balance Global del Acuerdo de París revisa cada cinco años el progreso colectivo hacia las metas climáticas, lo que implica para el Perú la necesidad de demostrar avances concretos en la reducción de emisiones de sectores intensivos como la industria manufacturera. La ADIM 2030 ayuda a organizar la respuesta del sector industrial frente a este escrutinio internacional, definiendo líneas de acción, indicadores y posibles contribuciones empresariales voluntarias que puedan ser cuantificadas y reportadas en futuros ciclos de balance global.

Climate Club

A nivel internacional han surgido iniciativas como el “Climate Club” y otros esquemas de cooperación y presión regulatoria que vinculan el desempeño climático de los sectores industriales con acceso a mercados, financiamiento y tecnologías. La ADIM 2030 busca posicionar a la industria manufacturera peruana en esta nueva geografía regulatoria, reduciendo riesgos de medidas de ajuste en frontera y aprovechando oportunidades de inversión e innovación asociadas a la producción baja en carbono.

Transición industrial baja en carbono

La transición industrial baja en carbono se apoya en palancas tecnológicas como la eficiencia térmica y eléctrica, la sustitución de combustibles fósiles por alternativas de menor huella, el uso de materiales cementicios suplementarios, la electrificación de procesos y la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS). La ADIM 2030 incorpora estas rutas tecnológicas, inspirándose en hojas de ruta sectoriales internacionales y adaptándolas al contexto peruano, de manera que la industria pueda mantener su competitividad al tiempo que reduce sus emisiones.

Otros

Además del Acuerdo de París, la agenda se enmarca en instrumentos internacionales como el Protocolo de Montreal y su Enmienda de Kigali para la reducción de HFC, las directrices del IPCC para inventarios nacionales y protocolos corporativos como el GHG Protocol y las guías sectoriales del cemento. Estos referentes proporcionan metodologías, estándares de MRV y experiencias de reducción de emisiones que la ADIM 2030 aprovecha para definir criterios de medición, líneas de acción y mecanismos de cooperación técnica con organismos internacionales y redes sectoriales.

2.2 Marco nacional

Ley Marco sobre Cambio Climático

La Ley Marco sobre Cambio Climático N.° 30754, promulgada en 2018, establece los principios, enfoques y disposiciones generales para la gestión integral, participativa y transparente de las medidas de mitigación y adaptación al cambio climático en el Perú, definiendo obligaciones para todos los sectores, incluido el industrial. Su reglamento, aprobado en 2019, detalla las funciones del Ministerio del Ambiente (MINAM) como autoridad nacional y de las autoridades sectoriales, regionales y locales, precisando que cada sector debe formular políticas, estrategias y planes de acción climáticos en el marco de sus competencias. Para la industria manufacturera, este marco significa que PRODUCE tiene la responsabilidad de diseñar e implementar medidas de reducción de emisiones y de gestión de riesgos climáticos, y que instrumentos como la ADIM 2030 operan como piezas sectoriales que contribuyen al cumplimiento de la Ley, aportando insumos técnicos y programáticos para la actualización de planes como el Plan Nacional de Mitigación y Adaptación y otros instrumentos sectoriales vinculados.

ENCC 2050 y procesos industriales

La Política Nacional: Estrategia Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050), aprobada mediante Decreto Supremo N.° 012-2024-MINAM, es el principal instrumento de largo plazo del país para enfrentar el cambio climático y es de cumplimiento obligatorio para las entidades públicas y aplicable a actores privados. Entre sus siete objetivos prioritarios, la ENCC 2050 incluye expresamente la reducción de emisiones de GEI en los procesos industriales y en el uso de sustancias químicas refrigerantes, lo que coloca al sector manufacturero y al uso de HFC bajo un paraguas de política nacional claro y vinculante. En este contexto, la ADIM 2030 funciona como la traducción sectorial de ese objetivo prioritario: concreta acciones específicas en cemento, cal, ladrillos, metales y refrigerantes, y se articula con acciones de otros sectores —energía, residuos, transporte— que influyen sobre las emisiones industriales, asegurando que la descarbonización manufacturera se implemente de manera coherente con la trayectoria de carbono-neutralidad y reducción de daños y pérdidas que el país se ha fijado al 2050.

NDC Perú

Las NDC actualizadas del Perú establecen metas absolutas de emisiones al 2030 y un listado oficial de medidas de mitigación, dentro del cual se incluyen ocho medidas bajo responsabilidad directa del Ministerio de la Producción (PRODUCE). Estas medidas están detalladas en el Decreto Supremo N.° 019-2025-MINAM¹, que aprueba el listado vigente de medidas de mitigación y adaptación de las NDC, y se distribuyen entre los sectores de procesos industriales y uso de productos y el sector energía– combustión estacionaria.

¹<https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/7228637-019->

[2025-minam](#) 12

En el bloque de procesos industriales y uso de productos, PRODUCE conduce tres medidas: PIUP1, que impulsa la sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento mediante la producción de cementos adicionados; PIUP2, que promueve el reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global; y PIUP3, orientada a la reducción de emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico. En el bloque de energía, combustión estacionaria, PRODUCE lidera cinco medidas: ECE16, que fomenta el uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento); ECE17, que mejora la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica; ECE15, que promueve el cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales; ECE14, que impulsa la instalación de ventiladores y el cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales; y ECE18, que desarrolla intervenciones integrales de eficiencia energética en el sector industrial manufacturero.

En conjunto, las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad de PRODUCE representan una reducción estimada de 3,635 Mt CO₂eq al año 2030 —cifra que incluye el reemplazo de refrigerantes, de alcance nacional, por lo que no es íntegramente atribuible a la manufactura (5.5)—, según las trayectorias de la Programación Tentativa Sectorial de Mitigación (PTS, 2018) y las programaciones tentativas actualizadas de las medidas de refrigerantes y de óxido nítrico (PRODUCE, diciembre de 2022), sobre el listado de medidas consolidado en el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM. La ADIM-2030 se apoya en este paquete como columna vertebral de la agenda: articula y amplía las medidas NDC, tomando como punto de partida su potencial de mitigación, estado de implementación y condiciones habilitantes, de manera que la acción sectorial de descarbonización contribuya directamente y de forma verificable al cumplimiento de las metas climáticas nacionales al 2030.

A continuación se presenta el listado de las ocho medidas NDC bajo responsabilidad de PRODUCE:

- PIUP1 – Sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento produciendo cementos adicionados (Factor Clínker). Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 0,954 Mt CO₂eq.
- PIUP2 – Reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global. Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 1,650 Mt CO₂eq.
- PIUP3 – Reducción de las emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico. Sector del inventario: procesos industriales y uso de productos (PIUP). Reducción estimada al 2030: 0,029 Mt CO₂eq.
- ECE16 – Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento). Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,175 Mt CO₂eq.
- ECE17 – Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica. Sector del inventario: energía

(combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,119 Mt CO₂eq.

- ECE15 – Cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,480 Mt CO₂eq.
- ECE14 – Instalación de ventiladores y cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,210 Mt CO₂eq.
- ECE18 – Eficiencia energética a través de intervenciones integrales en el sector industrial manufacturero. Sector del inventario: energía (combustión estacionaria). Reducción estimada al 2030: 0,018 Mt CO₂eq.

N°	Sector responsable	Sector del inventario	Código medida NDC	Descripción de la medida	Reducción al 2030 (Mt CO ₂ eq)
59	Ministerio de la Producción	Procesos industriales y uso de productos	PIUP1	Sustitución de clínker para disminuir la relación clínker/cemento produciendo cementos adicionados (Factor Clínker).	0,954
60	Ministerio de la Producción	Procesos industriales y uso de productos	PIUP2	Reemplazo de refrigerantes por alternativas de menor potencial de calentamiento global.	1,650
61	Ministerio de la Producción	Procesos industriales y uso de productos	PIUP3	Reducción de las emisiones de óxido nítrico en la industria de fabricación de ácido nítrico.	0,029
62	Ministerio de la Producción	Energía	ECE16	Uso de combustibles derivados de residuos como sustituto de combustibles fósiles en hornos de producción de clínker (coprocesamiento).	0,175
63	Ministerio de la Producción	Energía	ECE17	Mejora de la eficiencia energética en los procesos de producción de cemento para reducir el consumo de energía eléctrica.	0,119
64	Ministerio de la Producción	Energía	ECE15	Cambio a hornos de mayor eficiencia energética en hornos ladrilleros industriales.	0,480

N°	Sector responsable	Sector del inventario	Código medida NDC	Descripción de la medida	Reducción al 2030 (Mt CO ₂ eq)
65	Ministerio de la Producción	Energía	ECE14	Instalación de ventiladores y cambio de hornos de inversión en ladrilleras artesanales.	0,210

N°	Sector responsable	Sector del inventario	Código medida NDC	Descripción de la medida	Reducción al 2030 (Mt CO ₂ eq)
66	Ministerio de la Producción	Energía	ECE18	Eficiencia energética a través de intervenciones integrales en el sector industrial manufacturero.	0,018

Política Nacional del Ambiente

La Política Nacional del Ambiente reconoce el cambio climático y la contaminación atmosférica como problemas prioritarios y plantea lineamientos para reducir emisiones, mejorar la gestión de residuos y promover la eficiencia en el uso de recursos. La ADIM 2030 contribuye a estos objetivos mediante líneas de intervención en descarbonización de procesos, economía circular y gestión de refrigerantes, articulando la agenda industrial con las metas ambientales más amplias del país.

Política Nacional de Competitividad

El Plan Nacional de Competitividad y Productividad incorpora la economía circular y la sostenibilidad como componentes de la competitividad empresarial e incluye hitos como la aprobación de hojas de ruta sectoriales de economía circular. La ADIM 2030 dialoga con este marco, mostrando que la descarbonización industrial puede ser una palanca de productividad, innovación y acceso a mercados, y se articula directamente con acciones de competitividad vinculadas a eficiencia energética, producción limpia y certificaciones ambientales.

Hoja de Ruta de Economía Circular

La Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 establece la visión de alta eficiencia en el uso de recursos y prácticas de economía circular en la industria. La ADIM 2030 se encaja en este instrumento, especialmente en acciones estratégicas vinculadas a acuerdos de producción más limpia, valorización de residuos, sinergias industriales y mejora de la eficiencia hídrica y energética, aprovechando que las instancias responsables de la agenda comparten la gobernanza de ambos

procesos.

Plan Nacional de Infraestructura Sostenible

Los desarrollos recientes en planificación de infraestructura –incluyendo enfoques de infraestructura resiliente y sostenible al cambio climático– reconocen la necesidad de incorporar criterios de bajas emisiones y resiliencia en carreteras, vivienda e infraestructura productiva. La ADIM 2030 se articula con estos esfuerzos al promover materiales y procesos industriales de menor huella de carbono, como cementos adicionados y soluciones de construcción verde, que pueden ser incorporados en normas técnicas, especificaciones de obras públicas y proyectos de infraestructura.

Acuerdos de Producción Más Limpia

Los Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) constituyen un instrumento voluntario de promoción mediante el cual PRODUCE puede acordar con empresas, grupos de empresas, gremios o asociaciones del ámbito de la industria manufacturera y el comercio interno metas y acciones específicas que trascienden el cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Su finalidad es mejorar la ecoeficiencia, optimizar el uso de recursos y fortalecer el equilibrio entre la gestión productiva y la protección ambiental; sin embargo, no reemplazan las obligaciones ambientales exigibles a los titulares de las actividades.

En el marco de la ADIM 2030, los AP+L se consolidan como una plataforma operativa para implementar y escalar compromisos de descarbonización, economía circular, eficiencia energética e hídrica, gestión y reúso de aguas residuales industriales, sustitución de refrigerantes y reducción de emisiones en subsectores prioritarios. La ADIM 2030 promoverá su articulación con la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular, la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, el régimen de licencias y cuotas de HFC, la Huella de Carbono Perú y los mecanismos de medición, reporte y verificación, priorizando metas verificables, indicadores cuantificables y mecanismos de seguimiento y reconocimiento. De esta manera, se busca aprovechar instrumentos ya existentes, evitar la creación de estructuras paralelas y reforzar la coherencia institucional, la competitividad empresarial y la eficacia de la acción climática industrial.

Otros

El marco nacional relevante para la ADIM 2030 incluye además la Hoja de Ruta Nacional de Economía Circular, la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, los Acuerdos de Producción Más Limpia, el régimen de licencias y cuotas de HFC y esquemas de reconocimiento como la Huella de Carbono Perú. La ADIM 2030 propone articular estos instrumentos, utilizarlos como plataformas para implementar acciones de descarbonización en la industria y evitar la creación de estructuras paralelas, reforzando la coherencia institucional y la eficacia de la acción climática industrial.

2.3 Vinculación con los compromisos nacionales

La descarbonización de la industria manufacturera peruana no se plantea en un vacío, sino

como parte de los compromisos climáticos que el país ha asumido en el marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y del Acuerdo de París. En primer lugar, la Política Nacional ante el Cambio Climático al 2050 (ENCC 2050) establece como objetivo prioritario la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en los procesos industriales y en el uso de sustancias químicas refrigerantes, bajo la conducción de los sectores competentes. La ADIM 2030 se alinea directamente con este objetivo, al concentrar su acción en los dos grandes focos del inventario industrial: las emisiones de proceso (cemento, cal, metales, cerámicas, vidrio, química) y los refrigerantes fluorados utilizados en refrigeración y aire acondicionado, que en conjunto conforman las emisiones de procesos industriales y uso de productos (IPPU), casi la mitad del perímetro analítico de la industria manufacturera (3.2).

En segundo lugar, las Contribuciones Determinadas a Nivel Nacional (NDC) del Perú, actualizadas mediante decreto supremo, contienen un listado oficial de medidas de mitigación que incluye ocho medidas bajo responsabilidad del sector producción: tres de procesos industriales (sustitución de clínker en cemento, reemplazo de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global y reducción de óxido nitroso en la fabricación de ácido nítrico) y cinco vinculadas al consumo de energía (dos medidas para ladrilleras artesanales e industriales, dos para el subsector cementero –coprocesamiento de combustibles derivados de residuos y eficiencia energética– y una medida transversal de eficiencia energética en la manufactura). La ADIM 2030 se concibe como el instrumento sectorial que articula estas medidas, ordena sus prioridades y plantea condiciones habilitantes, de modo que el potencial de mitigación comprometido en las NDC pueda materializarse efectivamente al 2030.

La ADIM 2030 también se vincula con otros instrumentos nacionales que refuerzan sus objetivos. La Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 establece una visión en la que las empresas manufactureras alcanzan altos niveles de eficiencia en el uso de recursos, consolidando negocios competitivos mediante prácticas y modelos de economía circular. Este enfoque se complementa con las metas de descarbonización industrial, ya que la reducción del factor clínker en cemento, la valorización de residuos para coprocesamiento, el reaprovechamiento de subproductos y la optimización en el uso del agua y la energía son medidas que simultáneamente reducen emisiones y mejoran la eficiencia de recursos. La ADIM 2030 aprovecha esta sinergia, articulándose con la hoja de ruta y con la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030, que vincula productividad, modernización tecnológica y economía circular como ejes de la política industrial.

Finalmente, la vinculación con los compromisos nacionales se expresa también en la articulación con instrumentos operativos existentes, como los Acuerdos de Producción Más Limpia, la Huella de Carbono Perú y otros esquemas de reconocimiento y reporte voluntario. La ADIM 2030 busca extender este tipo de mecanismos hacia otros subsectores relevantes y fortalecer los sistemas de medición, reporte y verificación, de manera que las contribuciones del sector industrial a las metas climáticas nacionales sean cuantificables, comparables y reconocidas en los procesos de transparencia y balance global.

3. DIAGNÓSTICO DE LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA PERUANA

3.1 Caracterización del sector

Participación económica

La industria manufacturera peruana constituye uno de los pilares de la economía nacional, aportando de manera relevante al producto interno bruto, al valor agregado y a las exportaciones de bienes. Dentro del conjunto de actividades productivas, la manufactura articula cadenas de valor que van desde la producción de insumos básicos (cemento, cal, metales, químicos) hasta bienes de consumo masivo (alimentos, bebidas, textiles, cuero, plásticos), generando encadenamientos hacia atrás y hacia adelante con sectores como minería, construcción, agroindustria y servicios. Este peso económico explica que la descarbonización industrial no sea un tema marginal, sino un componente central de la competitividad y del crecimiento sostenible del país, especialmente en un contexto de transición global hacia productos y cadenas de suministro bajas en carbono.

En términos energéticos, el sector industrial concentra una parte importante del consumo nacional de energía, incluyendo combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos, biomasa y electricidad. Esta composición energética y la intensidad de uso de energía en procesos térmicos y eléctricos refuerzan la necesidad de abordar simultáneamente eficiencia energética, sustitución de combustibles y electrificación de procesos, de manera que la reducción de emisiones vaya de la mano con la reducción de costos operativos y la mejora del desempeño productivo.

Empleo

La industria manufacturera es también una fuente significativa de empleo directo e indirecto, especialmente en áreas urbanas y en corredores industriales regionales. Aporta puestos de trabajo calificados y no calificados en plantas de producción, servicios conexos, logística, mantenimiento, laboratorio e ingeniería, así como en empresas proveedoras de insumos, equipos y servicios asociados. Esta base laboral incluye desde grandes empresas formales con organización consolidada hasta pequeñas y medianas empresas y unidades de producción artesanal, como en el caso de las ladrilleras y ciertos rubros de alimentos, textiles y cal.

La diversidad de tamaños y niveles de formalidad implica que las medidas de descarbonización deben considerar la heterogeneidad de capacidades técnicas, de acceso a financiamiento y de gestión empresarial. En las grandes empresas, la descarbonización se vincula a estrategias corporativas de sostenibilidad, cumplimiento de estándares internacionales y gestión de riesgos de mercado; en las MIPYME y sectores informales, el reto es combinar mejoras tecnológicas con apoyo en financiamiento, asistencia técnica y formalización, evitando que la transición climática se convierta en una

carga que expulse empleo en lugar de transformarlo.

Subsectores relevantes

Desde la perspectiva de emisiones de gases de efecto invernadero, la industria manufacturera peruana no es homogénea: concentra la mayor parte de sus emisiones en unos pocos subsectores y plantas. En los procesos industriales (categoría IPPU), la producción de cemento explica la gran mayoría de las emisiones de proceso, seguida por los refrigerantes utilizados en refrigeración y aire acondicionado, y en menor medida por la producción de cal, metales (acero y zinc), cerámicas y ladrillos, vidrio, ceniza de sosa y química (ácido nítrico). Además, las aguas residuales industriales de sectores como pulpa y papel, alimentos y bebidas representan un volumen importante de emisiones de metano, y la combustión estacionaria en hornos y calderas de diversos subsectores completa el cuadro de emisiones asociadas al uso de energía.

Otros aspectos relevantes

Además del peso económico, del empleo y de la distribución sectorial de las emisiones, la caracterización de la industria manufacturera peruana incorpora elementos estructurales que condicionan la descarbonización. Entre ellos destacan la coexistencia de empresas con alta capacidad técnica y de innovación con segmentos informales o con bajos niveles de productividad; la concentración de ciertas emisiones en pocas plantas de gran tamaño frente a la dispersión de otras en numerosas unidades pequeñas; y la presencia de marcos normativos ambientales y de economía circular que avanzan en algunos subsectores y quedan rezagados en otros.

Esta concentración es especialmente marcada en las emisiones de proceso: de un tejido de más de 197 mil empresas manufactureras, diez compañías —de los rubros cemento, cal, siderurgia, zinc y vidrio— concentran cerca del 80 % de las emisiones de procesos industriales (IPPU) de 2021 (inventario por planta del diagnóstico, reconciliado contra el Reporte Anual de Gases de Efecto Invernadero (RAGEI) PIUP 2021).

También son relevantes las condiciones territoriales y de recursos: la disponibilidad de biomasa y de fuentes renovables, el estrés hídrico en determinadas cuencas, la accesibilidad a infraestructura energética y de transporte, y la exposición a riesgos climáticos que afectan tanto la continuidad de las operaciones como los patrones de demanda de materiales e insumos. Estos factores, junto con la evolución de la demanda interna y externa por productos con menor huella de carbono, configuran un entorno en el que la descarbonización de la industria manufacturera no sólo responde a una agenda climática, sino también a una lógica de adaptación, competitividad y desarrollo regional.

3.2 Perfil de emisiones de GEI

El perfil de emisiones de la industria manufacturera peruana se construye sobre el inventario 2021² —la fuente más reciente con desagregación reconciliada contra el RAGEI—, complementado con el Balance Nacional de Energía 2021 para el lado del consumo energético. Todas las cifras están en kt CO₂eq con potenciales de calentamiento global (PCG) del Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5).

Emisiones totales 2021 y principales tendencias históricas

El Inventario Nacional de GEI (INGEI) no publica un total separado y exclusivo para la industria manufacturera. Para este diagnóstico se construyó un perímetro analítico de 15.707,5 kt CO₂eq, sumando las emisiones de procesos industriales (IPPU), combustión estacionaria (1.A.2) y aguas residuales industriales (5.D.2). De la combustión se descuenta la minería y canteras (1.A.2.g.iii, 1.386,64 kt CO₂eq en 2021), que no es industria manufacturera. La construcción no puede separarse, porque el inventario la reporta dentro de la subcategoría «Otros»; por ello, el total y los porcentajes que siguen constituyen una aproximación analítica y no una cifra oficial de emisiones de la manufactura.

Tabla – Perímetro analítico de emisiones de la industria manufacturera, 2021

Componente del perímetro	kt CO ₂ eq	% del perímetro
Procesos industriales (IPPU, categorías 2.A–2.F)	7.373,7	46,9 %
Combustión estacionaria sin minería (1.A.2; incluye la construcción)	7.283,5	46,4 %
Aguas residuales industriales (5.D.2, sector Desechos)	1.050,3	6,7 %
Total	15.707,5	100 %

Fuente: INGEI 2000-2021 (MINAM); la minería se descuenta con su cifra propia del inventario.

Salvedad de lectura: la combustión (1.A.2) es casi la mitad del perímetro analítico, pero el inventario nacional no la desagrega de manera completa ni permite aislar la manufactura: más del 90 % queda agrupado en la subcategoría “Otros” (1.A.2.g.viii), que reúne el consumo de combustibles de la construcción y de los demás subsectores manufactureros sin distinción. Por eso el diagnóstico por subsector se construye sobre los procesos industriales (IPPU) y las aguas residuales (5.D.2), que sí tienen desagregación, y se señala la vía de reducción vinculada a la combustión donde corresponde.

En cuanto a la tendencia del período 2000-2021, las tres componentes del perímetro evolucionaron de manera diferenciada. La combustión sin minería (1.A.2) aumentó apenas 1,14 % entre 2000 y 2021, hasta 7.283,46 kt CO₂eq, aunque con una caída en 2020 y un rebote de 27,74 % en 2021. Los procesos industriales (IPPU) crecieron 170,47 % —de 2.726,22 a 7.373,73 kt—, impulsados principalmente por el cemento y el aumento sostenido de los HFC. Las aguas residuales industriales (5.D.2) crecieron de forma

² Se emplea el inventario 2021 por ser la última observación oficial con desagregación reconciliada contra el RAGEI. El ciclo de reporte nacional tiene un rezago cercano a tres años: el RAGEI-PIUP 2021 se finalizó en noviembre de 2024 y el BTR1 Perú 2024 (diciembre de 2024) también reporta 2021 como su último año de inventario.

más moderada, 21,70 % —de 863,03 a 1.050,30 kt—. El crecimiento de largo plazo del perímetro se concentra, por tanto, en los procesos industriales. Dentro del IPPU, dos dinámicas diferenciadas: el cemento sigue el ciclo productivo (cae en 2020 por la pandemia

y rebota en 2021), mientras que los HFC de refrigeración crecen de forma sostenida e independiente del ciclo (+6.043,9 % desde 2000), la trayectoria más pronunciada del inventario.

Emisiones por subsector

La desagregación por subsector se apoya en los procesos industriales (IPPU 2021, 7.373,7 kt CO₂eq), donde las emisiones son atribuibles a cada actividad. La concentración es marcada: dos puntos —la producción de cemento (70,41 %) y los HFC de refrigeración (15,78 %)— suman el 86 % del IPPU; el resto de subsectores, sumados, no llega al 14 %.

- **Cemento y cal:** el cemento emite 5.191,49 kt CO₂eq (70,41 % del IPPU) por la calcinación de caliza para producir clínker, y la cal 535,79 kt (7,27 %). La concentración es aún mayor a nivel de planta: según el inventario propio por planta —reconciliado contra el RAGEI—, UNACEM Atocongo representa por sí sola el 32,9 % de todo el IPPU nacional, y las seis plantas de cemento del país explican la totalidad de la categoría 2.A.1.
- **Ladrillos (cerámicas, 2.A.4.a):** 116,74 kt CO₂eq de proceso (1,58 % del IPPU). Por el tipo de proceso —no por una desagregación del inventario—, es además uno de los subsectores intensivos en carbón, cuya emisión de combustión se aborda en “Emisiones por fuentes”.
- **Papel y cartón:** sin emisiones de proceso IPPU relevantes; su principal aporte al inventario es de aguas residuales industriales (5.D.2).
- **Alimentos y bebidas:** igual que papel y cartón, su emisión relevante no es de proceso sino de aguas residuales industriales, de las que es uno de los dos aportantes principales.
- **Textil:** el inventario no reporta emisiones de proceso para este subsector; sus emisiones provienen principalmente de la combustión de calderas que —como el resto de la combustión industrial— no es atribuible por subsector con la información oficial disponible.
- **Químicos (ácido nítrico, 2.B):** 28,90 kt CO₂eq de N₂O (0,39 % del IPPU).
- **Metalmecánica — producción de metales (2.C, hierro/acero y zinc):** 260,42 kt CO₂eq (3,53 % del IPPU). El cálculo por planta muestra que el zinc (157,77 kt) emite más que el acero (102,65 kt).
- **Otros:** vidrio 32,75 kt (0,44 %), ceniza de sosa 25,56 kt (0,35 %) y un residual de ~18,7 kt de carburo de calcio y otros carbonatos menores no reportados por separado en el inventario. Por este residual, la suma de las subcategorías desagregadas (7.354,99 kt) no iguala exactamente el total IPPU (7.373,73 kt); la diferencia se consigna aquí para no afirmar una precisión que el inventario no da.

Nota: los HFC de refrigeración y aire acondicionado (1.163,35 kt, 15,78 % del IPPU) no corresponden a un subsector productivo sino al consumo transversal de gases fluorados; se tratan en “Emisiones por fuentes / Refrigerantes”.

Emisiones por fuentes

- Energía (combustión estacionaria, 1.A.2, sin minería; incluye, junto con la manufactura, la construcción): 7.283,5 kt CO₂eq — 46,4 % del perímetro analítico. El Balance Nacional de Energía 2021 permite identificar qué combustibles se consumen (aunque no qué subsector los consume): de los 164.472 TJ del sector industrial, el gas natural es el 32,8 %, la electricidad el 27,2 % (que es alcance 2 —la emite el sistema eléctrico, no la planta—), el carbón mineral el 13,2 %, el GLP el 9,4 % y el diésel el 6,8 %. Los combustibles de carbono alto (carbón mineral, coque y carbón vegetal) suman 14,7 % y se asocian principalmente, por el tipo de proceso, a cemento y ladrilleras —los dos subsectores con medida NDC de sustitución de combustible—. El gas natural es el energético de mayor crecimiento, en sustitución del petróleo industrial: una tendencia de mercado que reduce emisiones de forma parcial, pero no incide sobre las emisiones de proceso.
- Procesos industriales (IPPU): 7.373,7 kt CO₂eq — 46,9 % del perímetro analítico. Proviene de reacciones físico-químicas —calcinación de caliza para producir clínker y cal, reducción en la producción de metales, uso de gases fluorados— y son el núcleo desagregable por subsector del diagnóstico.
- Refrigerantes (HFC, 2.F.1): 1.163,35 kt CO₂eq — 15,78 % del IPPU (≈7,4 % del perímetro analítico). El 100 % corresponde al uso de gas importado (no hay producción nacional). Dominan el HFC-134a, el HFC-125 y el HFC-143a. Es el componente de trayectoria más pronunciada del inventario.
- Residuos — aguas residuales industriales (5.D.2): 1.050,3 kt CO₂eq de CH₄ — 6,7 % del perímetro analítico, sobre todo de pulpa y papel y de alimentos y bebidas. Es el tercer emisor del perímetro, por encima de cal, vidrio, cerámica, química y sosa sumados; pertenece al sector Desechos del inventario, no a IPPU, aunque lo emite la misma industria manufacturera.
- Otros: el inventario no registra fuentes adicionales de GEI materiales atribuibles a la industria manufacturera más allá de las tres anteriores.

Fuentes: INGEI 2000-2021 (MINAM) e inventario por planta reconciliado contra el RAGEI PIUP 2021 y RAGEI 5.D.2; consumo energético del Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM/DGEE). PCG del IPCC AR5. La separación zinc/acero y el inventario por planta son cálculo propio reconciliado contra el RAGEI, no dato directo del INGEI. La combustión (1.A.2) no se reparte por subsector en ninguna fuente pública oficial e incluye, junto con la manufactura, la construcción, sin desagregación entre ellas; la minería se descuenta con su cifra propia (1.A.2.g.iii). Por eso el perímetro analítico de 15.707,5 kt es una construcción del diagnóstico y no un total oficial exclusivo de la manufactura.

3.3 Análisis de línea base

Este análisis se ancla en el concepto país del BTR1 Perú 2024 (Primer Informe Bienal de Transparencia, MINAM) y en el INGEI 2000-2021, no en cifras propias. Para la ADIM se adopta 2021 como año de referencia diagnóstico —la última observación oficial disponible del inventario—, coherente con el perímetro analítico definido en 3.2, y es el punto de partida sobre el que se leen las tendencias y, más

adelante, los escenarios del capítulo 5. Dos aclaraciones de encuadre acompañan esta elección: la meta de la NDC 2.0 del Perú (no exceder 208,8 MtCO₂eq netas al 2030) es una meta nacional, expresada como nivel absoluto, sin año base ni desagregación por sector; y el BTR1 no presenta proyecciones nacionales ni sectoriales. Por eso este apartado se apoya en las tendencias históricas efectivamente observadas y encuadra como estimación indicativa —con supuestos transparentes— cualquier lectura hacia el futuro, sin competir con las cifras oficiales de la NDC.

- Tendencias históricas

En 2021 las emisiones netas del Perú fueron de 194.895,53 kt CO₂eq. Su distribución por sector: uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) 43,51 %, Energía 31,82 %, Agricultura 15,28 %, Desechos 5,61 % y PIUP (procesos industriales y uso de productos) 3,78 % (7.373,73 kt CO₂eq).

El PIUP es el sector de menor peso en el total nacional, pero el de mayor crecimiento histórico: +170,47 % respecto al año 2000 y +57,58 % respecto a 2020 (rebote tras la caída de la pandemia). Hitos seleccionados de la serie 2000-2021 (kt CO₂eq): 2.726,22 (2000) → 4.017,93 (2010) → 5.577,50 (2015) → 6.110,98 (2018) → 6.688,27 (2019) → 4.679,39 (2020) → 7.373,73 (2021). Es la trayectoria de crecimiento más pronunciada entre los sectores del inventario.

Precisión importante para no confundir agregados: la combustión industrial (categoría 1.A.2) está contabilizada dentro del sector Energía del inventario nacional (62.018,86 kt CO₂eq, 31,82 % del total), cuya principal fuente de emisión es el Transporte (26.212,82 kt). Por tanto, el "sector Energía" del inventario no equivale a la industria manufacturera, y la parte industrial de la combustión no se reporta de forma desagregada (ver 3.2).

- Línea base 2021

La línea base sectorial de la ADIM 2030 corresponde al año 2021, última observación oficial del Inventario Nacional de GEI (INGEI 2000-2021, MINAM). Se construye sobre el perímetro analítico de la industria manufacturera definido en 3.2: 15.707,5 kt CO₂eq, integrados por procesos industriales (7.373,7 kt; 46,9 %), combustión estacionaria sin minería (7.283,5 kt; 46,4 %) y aguas residuales industriales (1.050,3 kt; 6,7 %). La meta nacional de la NDC no define líneas base sectoriales; el marco de MRV prevé que las autoridades sectoriales las elaboren y actualicen, y esta línea base cumple ese papel para la manufactura.

- Proyección tendencial al 2030

El BTR1 Perú 2024 no presenta proyecciones nacionales ni sectoriales (sección 2.6). La referencia oficial para leer la evolución del sector al 2030 son los potenciales de reducción de las ocho medidas de mitigación bajo responsabilidad de PRODUCE establecidos en el Decreto Supremo N.º 019-2025-MINAM, que suman 3,635 MtCO₂eq al 2030 (detalle por medida en 2.2 y 5.3). Un escenario tendencial sectorial propio, con año base 2021, queda sujeto a la información de referencia sectorial de PRODUCE (5.1).

- Intensidades de carbono

El BTR/INGEI no reporta una intensidad de carbono específica del sector manufacturero. Puede construirse como indicador indicativo (emisiones del sector sobre valor agregado manufacturero), teniendo presente que en 2023 el PBI no primario del país se contrajo, principalmente en manufactura y construcción (BTR, caracterización macroeconómica). Se deja como indicador a construir con supuestos explícitos, no como dato oficial.

- Productividad energética

Tampoco existe un indicador oficial de productividad energética del sector en el BTR. El insumo disponible es el consumo energético del Balance Nacional de Energía 2021; un indicador de productividad (valor agregado por unidad de energía consumida) requeriría cruzar ese consumo con las cuentas de PBI sectorial y se consigna como ejercicio indicativo.

- Consumo energético

Según el Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM), el sector industrial consumió 164.472 TJ, con predominio de gas natural (32,8 %), electricidad (27,2 %) y carbón mineral (13,2 %); el detalle por energético se presenta en 3.2. Es el dato de base para leer la evolución del consumo, con la salvedad de que el BNE lo desagrega por fuente energética y no por subsector.

- Otros

No se incorporan estimaciones propias que compitan con las cifras de la NDC.

Fuentes: BTR1 Perú 2024 (MINAM) —distribución y tendencias de emisiones por sector, Tabla 2.4 de descripción de la NDC, sección 2.6 sobre proyecciones—; INGEI 2000-2021; Balance Nacional de Energía 2021 (MINEM). Las lecturas hacia el futuro son estimaciones indicativas con supuestos transparentes, no cifras oficiales de la NDC.

3.4. Barreras para la descarbonización de la industria manufacturera

La descarbonización de la industria manufacturera peruana enfrenta un conjunto de barreras que, en muchos casos, no son tecnológicas sino regulatorias, financieras, de información y de capacidades, y que se repiten transversalmente en los distintos subsectores. Estas barreras explican por qué medidas que son técnicamente viables y, en algunos casos, rentables desde el punto de vista privado avanzan más lento de lo que permitirían su potencial y los compromisos climáticos del país.

Barreras regulatorias y de gobernanza

En el plano regulatorio, varios actores del proceso han señalado que la legislación vigente no resulta plenamente aplicable a los proyectos de descarbonización industrial, porque fue diseñada con otros objetivos y no recoge las especificidades de tecnologías como el coprocesamiento, el uso de biomasa como combustible, la sustitución de refrigerantes o la modernización de hornos artesanales. La ausencia de mecanismos de consulta y articulación sistemática con el propio sector industrial agrava este problema: las normas

ambientales y técnicas se elaboran muchas veces sin un diálogo estructurado con las empresas y gremios, lo que genera desajustes entre los requerimientos regulatorios y las condiciones reales de operación de las plantas.

Un ejemplo crítico es el marco de residuos para el coprocesamiento: la regulación actual no facilita el uso de residuos y combustibles derivados de residuos como insumos en hornos industriales, manteniendo vacíos o rigideces que se traducen en coprocesamiento prácticamente nulo a pesar de su alto potencial de reducción de emisiones. De manera similar, persisten brechas en la regulación de biomasa y de otros energéticos alternativos, que no cuentan con lineamientos claros sobre su sostenibilidad, trazabilidad y factores de emisión, lo que desalienta su uso como sustitutos de combustibles fósiles. Estas barreras se ven agravadas por la informalidad: los segmentos informales quedan fuera del alcance efectivo de la regulación, de modo que la existencia de normas no garantiza su cumplimiento ni su impacto sobre una fracción importante del tejido industrial.

Barreras de financiamiento y acceso a recursos

En financiamiento, la industria enfrenta dificultades para acceder a recursos que le permitan acometer inversiones en eficiencia energética, cambio de combustibles, modernización de equipos o adopción de nuevas tecnologías, a pesar de que las evaluaciones económicas de varias medidas muestran tasas internas de retorno privadas altas y valores presentes netos positivos. Las empresas, especialmente las de menor tamaño y las que operan en segmentos informales o semiformales, no suelen contar con capacidades técnicas para formular términos de referencia robustos, preparar proyectos bancables o postular a fondos de financiamiento climático, lo que limita su acceso tanto al crédito comercial como a líneas verdes y a recursos internacionales.

Se ha señalado la necesidad de que el Estado facilite el acceso a financiamiento mediante esquemas que combinen recursos no reembolsables (grants) en etapas iniciales con crédito para inversiones estructurales, de modo que el riesgo percibido se reduzca y las empresas puedan asumir proyectos de modernización sin comprometer su estabilidad financiera. La ausencia de estos mecanismos y la falta de articulación entre la agenda climática y el sistema financiero hacen que los proyectos de descarbonización compitan en desventaja frente a otras inversiones, aun cuando sean rentables en el largo plazo. Este problema es particularmente agudo en sectores como ladrilleras artesanales, donde la inversión requerida es relativamente baja pero la capacidad de acceso a financiamiento es mínima, y en subsectores emergentes o con alta informalidad, que no califican fácilmente para productos financieros estándar.

Barreras de información, MRV y capacidades técnicas

En cuanto a información y capacidades, una barrera recurrente es la falta de sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) que sean aplicables, accesibles y basados en indicadores y factores de emisión locales. Sin MRV adecuado, las empresas encuentran difícil medir su huella de carbono, cuantificar el impacto de las medidas que implementan y demostrar resultados ante el Estado, la banca o compradores internacionales. Además, la información técnica disponible muchas veces está dispersa, limitada o concentrada en

subsectores con más desarrollo de conocimiento, como el cemento, que cuenta con hojas de ruta, estudios y bases de datos internacionales (por ejemplo, trabajos de organismos especializados) que facilitan la identificación de proyectos y la evaluación de su impacto. Otros sectores, en cambio, deben “buscar en forma individual” sin contar con compilaciones semejantes, lo que encarece y ralentiza el diseño de acciones de mitigación.

La falta de MRV simple y estandarizado se combina con brechas de capacidades técnicas en empresas y servicios especializados. En subsectores como refrigerantes y aire acondicionado, por ejemplo, la transición hacia gases de menor potencial de calentamiento global exige que técnicos y especialistas se formen en el manejo de nuevas sustancias, con características y niveles de peligrosidad distintos a los actuales. Esta necesidad de entrenamiento, de actualización de currículos y de certificaciones específicas constituye una barrera real para la descarbonización, porque sin capacidades adecuadas el cambio de tecnología puede generar riesgos de seguridad, falla de equipos o resistencia sectorial. Algo similar ocurre con la medición de huella de carbono y con la evaluación económica de proyectos, donde muchas empresas carecen de herramientas y conocimientos para incorporar estos elementos en su gestión.

Barreras de mercado y demanda

Finalmente, el mercado y la demanda también plantean barreras. La ausencia de esquemas de compras públicas que privilegien productos con menor huella de carbono y origen local limita la señal de demanda hacia la industria manufacturera que invierte en descarbonización. Sin criterios de sostenibilidad en licitaciones y contratos públicos, los productos bajos en emisiones compiten únicamente por precio, y la adopción de tecnologías y procesos más limpios no se ve recompensada por el mercado. Esto se refleja en sectores como el cemento y los materiales de construcción, donde la masificación de cementos y concretos “verdes” depende en gran medida de que los proyectos de infraestructura, especialmente públicos, reconozcan y valoren su menor intensidad de carbono.

Además, la informalidad distorsiona la competencia: empresas que operan sin cumplir normas ambientales ni laborales pueden ofrecer productos más baratos, desplazando a aquellas que sí invierten en descarbonización y cumplimiento regulatorio. La falta de incentivos y de reconocimiento para las industrias que tienen planes de acción climática y sistemas de medición de su huella refuerza esta situación. Sin mecanismos de mercado que diferencien positivamente a los productos y empresas con mejor desempeño climático, la descarbonización se percibe como un esfuerzo voluntario, más asociado a reputación o a exigencias de compradores internacionales que a señales claras de demanda interna.

Estas barreras, sumadas, muestran que la ADIM 2030 debe trabajar simultáneamente en regulación, financiamiento, información, capacidades y mercado, y que la solución no pasa solo por tecnologías disponibles, sino por construir las condiciones habilitantes que permitan que esas tecnologías y prácticas se adopten masivamente en la industria manufacturera peruana.

3.5 Oportunidades para la descarbonización de la industria manufacturera

La descarbonización de la industria manufacturera peruana no solo responde a obligaciones climáticas, sino que abre un conjunto amplio de oportunidades tecnológicas, comerciales y de innovación, tanto en el mercado interno como en los mercados internacionales, convirtiendo a la agenda de descarbonización en un espacio natural para modernizar procesos, mejorar eficiencia, diversificar productos y fortalecer la competitividad de la industria peruana.

Oportunidades tecnológicas

En el plano tecnológico, la ADIM 2030 parte de un conjunto de palancas ya identificadas en el diagnóstico: reducción del factor clínker en cemento, sustitución de combustibles fósiles por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa adecuadamente gestionada, combustibles derivados de residuos), eficiencia energética en procesos térmicos y eléctricos, modernización de hornos ladrilleros, mejoras en el tratamiento de aguas residuales y sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por opciones alternativas. Estas opciones, muchas de ellas probadas internacionalmente, permiten reducir emisiones al tiempo que mejoran la eficiencia de recursos y reducen costos operativos.

Adicionalmente, la transición industrial baja en carbono se apoya en rutas tecnológicas emergentes como la electrificación de procesos, la digitalización y monitoreo avanzado del consumo energético, y en el horizonte de largo plazo, la captura, utilización y almacenamiento de carbono (CCUS) para sectores con emisiones de proceso difíciles de abatir como el cemento. Si bien algunas de estas tecnologías aún presentan barreras de costo e infraestructura, su seguimiento y preparación gradual en la agenda posiciona a la industria peruana para aprovechar oportunidades futuras de innovación y colaboración tecnológica.

Oportunidades comerciales

La descarbonización abre oportunidades comerciales al permitir que la industria manufacturera ofrezca productos con menor huella de carbono y mayor valor agregado ambiental, en un contexto donde los mercados –especialmente los vinculados a cadenas globales de suministro– incrementan sus exigencias en sostenibilidad. Cementos y concretos de bajo carbono, materiales de construcción verdes, alimentos y textiles con certificaciones de huella reducida, productos químicos y fertilizantes de menor impacto climático, y bienes manufacturados con contenido de reciclaje y economía circular pueden acceder a nichos de mercado más exigentes y obtener mejores condiciones comerciales.

En el mercado interno, la incorporación de criterios de sostenibilidad en compras públicas y proyectos de infraestructura abre un espacio concreto para que productos de menor huella de carbono se conviertan en estándar en obras públicas, reduciendo la vulnerabilidad de la industria frente a futuras regulaciones climáticas y mejorando su reputación ante consumidores y ciudadanos. En mercados regionales y globales, la capacidad de demostrar desempeño climático mediante MRV y certificaciones puede convertirse en un factor de diferenciación y en un requisito para mantener acceso a determinados segmentos de clientes.

Oportunidades de innovación

La agenda de descarbonización también actúa como catalizador de innovación en procesos, productos y modelos de negocio. La necesidad de reducir emisiones y de aprovechar mejor los recursos impulsa la búsqueda de soluciones innovadoras en áreas como sustitución de materias primas, diseño de productos de mayor durabilidad, integración de materiales reciclados, optimización de rutas logísticas y desarrollo de servicios asociados (por ejemplo, gestión de energía, auditorías de carbono, recuperación de residuos). Esta innovación no se limita a grandes empresas: las MIPYME pueden encontrar oportunidades en nichos de economía circular, en servicios técnicos especializados y en soluciones adaptadas a contextos locales.

La articulación con la red de Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE), con la academia y con programas de investigación y desarrollo permite que la ADIM 2030 se convierta en una plataforma para proyectos de innovación aplicada, pilotos y demostraciones tecnológicas que luego puedan escalar. Este enfoque contribuye a fortalecer capacidades nacionales, generar conocimiento propio y reducir la dependencia exclusiva de tecnologías importadas, adaptando soluciones a las condiciones específicas del país.

Oportunidades en mercados internacionales

En los mercados internacionales, la descarbonización industrial ofrece oportunidades de posicionamiento y de reducción de riesgos. La evolución de acuerdos como el Acuerdo de París, los mecanismos de balance global y las iniciativas de clubes climáticos apunta hacia una mayor integración entre desempeño climático y acceso a mercados, financiamiento y tecnologías. En este contexto, una industria manufacturera que reduce su huella de carbono y demuestra avances verificables en descarbonización puede mejorar su atractivo para inversionistas, socios comerciales y cadenas globales que buscan reducir sus propias emisiones.

Además, algunos sectores, como el cemento y el acero, están sujetos a crecientes presiones regulatorias en mercados avanzados, incluyendo posibles medidas de ajuste en frontera basadas en contenido de carbono. Anticiparse a estos cambios mediante hojas de ruta de descarbonización y mejoras de desempeño reduce el riesgo de barreras comerciales futuras y abre oportunidades para participar en mercados que valoran productos de menor huella, así como para atraer cooperación técnica y financiamiento climático vinculado al cumplimiento de objetivos globales de reducción de emisiones.

Otras oportunidades

Más allá de las dimensiones tecnológicas, comerciales, de innovación y de mercados internacionales, la descarbonización industrial genera otras oportunidades relevantes. Entre ellas, destacan la mejora de la calidad del aire y de las condiciones de salud en zonas industriales, la reducción de conflictos socioambientales asociados a emisiones y residuos, y el fortalecimiento de la gobernanza y de la confianza entre Estado, empresas y sociedad. La agenda también puede contribuir a la creación de empleo en sectores emergentes de

servicios ambientales, tecnologías limpias y economía circular, y a la modernización de la política industrial al incorporar criterios de sostenibilidad como parte de la competitividad.

En conjunto, estas oportunidades refuerzan la idea de que la ADIM 2030 no es solo un instrumento para cumplir metas climáticas, sino una hoja de ruta para transformar la industria manufacturera peruana hacia modelos de producción más eficientes, innovadores y competitivos, capaces de responder a las exigencias de un entorno económico cada vez más orientado hacia la sostenibilidad.

4. VISIÓN Y OBJETIVOS DE LA AGENDA

4.1 Visión al 2030

La ADIM-2030 expresa la visión compartida de una industria manufacturera peruana que, hacia el año 2030, avanza de manera decidida en su descarbonización. En este horizonte, las empresas de los distintos subsectores industriales han incorporado la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero como un eje central de su estrategia de negocio, integrándose con la mejora de la productividad, la innovación tecnológica y la adopción de prácticas de economía circular.

Para el año 2030, la agenda habrá consolidado un marco claro de prioridades, metas, líneas de acción e instrumentos de apoyo que articulan al Estado, a las empresas y a los gremios en torno al compromiso de descarbonizar la industria manufacturera. Este marco permitirá orientar inversiones, actualizar normas, movilizar financiamiento y fortalecer capacidades de manera coherente, de modo que la reducción de emisiones deje de ser un esfuerzo aislado y se convierta en parte de la cultura empresarial y de la política industrial del país.

En esta visión, descarbonizar la industria no es solo una responsabilidad frente al cambio climático, sino también una condición para mantener y fortalecer la competitividad de largo plazo. La industria manufacturera peruana se posiciona como un actor capaz de ofrecer productos de menor huella de carbono, alineados con las exigencias de mercados nacionales e internacionales, reduciendo riesgos de rezago regulatorio y aprovechando oportunidades de acceso a nuevos nichos, financiamiento verde y cooperación técnica.

Al mismo tiempo, la ADIM-2030 impulsa una cultura orientada a la sostenibilidad y a la economía circular, en la que el uso eficiente de la energía y de los materiales, la valorización de residuos, la mejora de la calidad ambiental y la atención a los impactos sociales forman parte de las decisiones empresariales cotidianas. Bajo esta visión, la industria manufacturera peruana contribuye de manera tangible a los objetivos climáticos nacionales y globales, y se reconoce como un referente regional en transición justa y baja en carbono, combinando responsabilidad climática, competitividad y desarrollo sostenible.

4.2 Principios orientadores

Los principios orientadores de la ADIM-2030 definen la forma en que la industria manufacturera peruana encara su descarbonización: no solo como una obligación climática, sino como una oportunidad para reforzar su competitividad, reducir simultáneamente contaminación y emisiones, impulsar una transición justa, acelerar la innovación – especialmente en energías renovables y sustitución de combustibles fósiles por biomasa sostenible– y consolidar la economía circular como parte de la cultura empresarial. Estos principios se articulan con el marco normativo y de política pública vigente y sirven como guía para que las acciones de la agenda mantengan coherencia entre desempeño económico, ambiental y social.

Los cinco principios corresponden a los propuestos por PRODUCE para el índice de la Agenda, y cada uno se adapta de un instrumento de política: competitividad e innovación,

de la Política Nacional de Desarrollo Industrial al 2030 y de la Política Nacional de Competitividad y Productividad; sostenibilidad, de la Política Nacional del Ambiente y del Reglamento de Gestión Ambiental para la Industria Manufacturera y Comercio Interno (D.S. N.° 017-2015-PRODUCE); transición justa, del Acuerdo de París, que en su preámbulo reconoce los imperativos de una transición justa de la fuerza laboral; y economía circular, de la Hoja de Ruta de Economía Circular de las Industrias Manufactureras y Comercio Interno al 2030 (D.S. N.° 018-2025-PRODUCE).

Competitividad

En el contexto de la industria manufacturera peruana, la competitividad se entiende como la capacidad de las empresas para producir bienes de calidad a costos eficientes, acceder a mercados internos y externos y adaptarse a las exigencias de la transición ecológica sin perder dinamismo productivo. Este principio se articula con la Política Nacional de Desarrollo Industrial y con la Política Nacional de Competitividad y Productividad, que resaltan la mejora de la productividad, la innovación tecnológica y la adopción de modelos circulares como condiciones esenciales para sostener el crecimiento económico y la inserción del país en cadenas de valor globales.

Bajo este principio, la descarbonización no se concibe como una carga regulatoria, sino como una oportunidad para reforzar la competitividad de la industria. La producción local de cemento y otros materiales con factores clínker más bajos y costos competitivos, por ejemplo, permite reducir la vulnerabilidad frente a importaciones de clínker y productos de mayor huella de carbono, posicionando a la industria nacional como proveedor preferente en proyectos de infraestructura sostenible. De manera similar, la modernización de hornos ladrilleros y la eficiencia energética en alimentos, textiles y metalurgia reducen costos operativos y mejoran el desempeño ambiental, diferenciando positivamente a las empresas que invierten en tecnologías limpias.

El principio de competitividad implica, además, el fortalecimiento de instrumentos financieros y no financieros que faciliten la reconversión tecnológica, especialmente en micro, pequeñas y medianas empresas. Programas de cofinanciamiento para innovación, fondos para validación tecnológica y esquemas de apoyo a proveedores forman parte de una arquitectura institucional que busca que la transición hacia una industria baja en carbono mejore, y no deteriore, la posición competitiva del sector manufacturero peruano.

Sostenibilidad

La sostenibilidad, como principio orientador, se vincula directamente con el mandato de compatibilizar desarrollo económico, inclusión social y protección del ambiente. En la industria manufacturera, este principio se operativiza mediante normas de gestión ambiental específicas que buscan asegurar que las operaciones industriales se adecúen progresivamente a estándares más exigentes de prevención, mitigación y compensación de impactos.

En este marco, la descarbonización industrial se reconoce como una contribución concreta a la sostenibilidad, al reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y al mismo tiempo disminuir la contaminación local. Una industria mal gestionada genera emisiones de

CO₂ y contaminantes atmosféricos; la descarbonización implica abordar ambos objetivos de manera conjunta: reducción de emisiones globales y mejora de la calidad del aire en entornos urbanos e industriales. En sectores como azúcar, curtiembres, textiles o tratamiento de aguas, la incorporación de tecnologías limpias y el aprovechamiento de subproductos como biomasa evitan quemar al aire libre y vertimientos inadecuados, mejorando la salud de comunidades y ecosistemas.

El principio de sostenibilidad también exige evaluaciones ambientales, indicadores de desempeño y mecanismos de monitoreo que permitan medir el avance hacia metas de reducción de emisiones y de mejora del desempeño ambiental. Asimismo, refuerza la necesidad de alinear la normativa sectorial con los compromisos climáticos del Perú y de fortalecer la articulación entre PRODUCE, MINAM y otros sectores en torno a una agenda común de industria verde.

Transición justa

La transición justa se reconoce cada vez más como un principio que busca asegurar que los procesos de descarbonización no generen impactos negativos desproporcionados en trabajadores, comunidades y empresas más pequeñas. En la industria manufacturera, esto implica diseñar e implementar medidas de reconversión productiva que consideren el empleo, la formación profesional y la inclusión de mypes y pymes en la nueva economía baja en carbono.

Este principio se articula con los objetivos de competitividad y economía circular al promover una transición ordenada que no excluya a los actores más vulnerables de las cadenas productivas. La reconversión de matrices energéticas hacia fuentes renovables, la modernización de hornos artesanales o la sustitución de refrigerantes requieren acompañarse de capacitación, asistencia técnica y apoyo financiero para que los trabajadores y pequeños productores puedan adaptarse sin perder sus medios de vida. La política industrial y los instrumentos vinculados a la economía circular resaltan la importancia de brindar programas de innovación y financiamiento adaptados a las realidades territoriales y empresariales, de modo que la modernización tecnológica no se traduzca en pérdida de empleo o concentración excesiva del mercado.

La transición justa también supone mecanismos de diálogo social y participación, donde trabajadores, empresas, gobiernos regionales y locales acuerden hojas de ruta sectoriales que equilibren las metas de descarbonización con la protección de medios de vida. Las iniciativas de industria verde impulsadas por el sector producción incorporan componentes de capacitación y reconversión laboral que buscan garantizar que la fuerza laboral acompañe y se beneficie de los cambios tecnológicos y regulatorios.

Innovación

La innovación es un principio transversal a la política industrial y a la agenda de descarbonización, entendida como la capacidad de generar, adaptar y difundir nuevas tecnologías, procesos y modelos de negocio que permitan reducir emisiones y aumentar la productividad. La transición hacia

energías renovables (RER), la electrificación de procesos y la conversión de combustibles fósiles a fuentes renovables y biomasa sostenible son ejemplos claros de innovación aplicada a la descarbonización industrial.

En la industria manufacturera peruana, el consumo eléctrico es relevante y ofrece oportunidades para integrar energías renovables mediante contratos de suministro de largo plazo, generación distribuida o mejoras en gestión energética. La innovación también se refleja en la valorización de residuos industriales –como bagazo de azúcar, recortes de cuero, fibras textiles, lodos de plantas de tratamiento– que pueden convertirse en fuentes de energía de baja huella de carbono o en insumos para nuevos productos. Programas de apoyo a la innovación, la red CITE y la academia ofrecen cofinanciamiento y asistencia técnica para proyectos que transforman estos residuos en soluciones de economía circular y descarbonización.

Este principio implica que las empresas adopten estrategias de innovación incremental y disruptiva, combinando mejoras en procesos existentes con el desarrollo de nuevas líneas de negocio basadas en servicios, remanufactura y productos ecodiseñados. La innovación se extiende a la gestión, promoviendo sistemas de gestión energética, certificaciones ambientales y plataformas digitales para trazabilidad y monitoreo de indicadores de sostenibilidad, lo que permite tomar decisiones basadas en datos y alinear mejor las inversiones con los objetivos de la ADIM 2030.

Economía circular

La economía circular es uno de los pilares normativos más claros para la industria manufacturera en el Perú, al definir un modelo que maximiza el valor de los recursos, prolonga la vida útil de materiales y productos y reduce la generación de residuos. Aplicada a la descarbonización, la economía circular se manifiesta en el aprovechamiento de biomasa y residuos industriales –por ejemplo, en sectores como azúcar, calzado, textiles o tratamiento de aguas– que hoy pueden terminar en quemas al aire libre o disposiciones inadecuadas, pero que tienen potencial para usarse como energía de baja huella de carbono o como nuevos insumos productivos.

Bajo este principio, las empresas manufactureras son orientadas a rediseñar productos para facilitar su reparación, reutilización y reciclaje, mejorar la eficiencia en el uso de materias primas y energía, y desarrollar cadenas de valor basadas en el aprovechamiento de descartes. El uso sostenible de biomasa, la valorización de residuos textiles, la recuperación de lodos y subproductos de plantas de tratamiento y la integración de materiales reciclados en nuevos productos son ejemplos concretos de economía circular que reducen emisiones y fortalecen la sostenibilidad económica de las empresas.

La economía circular se vincula estrechamente con la descarbonización industrial, al reducir la demanda de materia prima virgen, disminuir el consumo energético asociado a la producción primaria y facilitar el uso de insumos secundarios con menor huella de carbono. A través de programas de apoyo a mypes y pymes, plataformas de aprendizaje y espacios de articulación público-privada, se busca que la economía circular se convierta en un estándar de operación en la industria manufacturera, contribuyendo simultáneamente a la competitividad, la sostenibilidad y la transición justa.

En la siguiente tabla se presenta una síntesis de los principios orientadores con mensajes claves y ejemplos para una mejor comprensión.

Principio	Mensaje clave	Ejemplos sectoriales
Competitividad	Descarbonizar fortalece la competitividad, reduce costos y diferencia productos de menor huella ambiental.	Cemento: producción local con menor factor clínker y costos competitivos frente a importaciones de clínker. Ladrillos: hornos más eficientes que reducen el consumo de combustible. Alimentos y bebidas: mejoras en eficiencia energética en plantas de procesamiento.
Sostenibilidad	La descarbonización aborda a la vez la reducción de emisiones y de contaminación local, mejorando salud y ambiente.	Azúcar y agroindustria: uso de bagazo y otros residuos como energía en lugar de quemar al aire libre. Textiles y curtiembres: mejor tratamiento de aguas residuales y sustitución de insumos contaminantes. Industrias con malas prácticas: modernización para reducir emisiones de CO ₂ y contaminantes atmosféricos.
Transición justa	La transición baja en carbono debe incluir a trabajadores, mypes y pymes, evitando impactos desproporcionados.	Ladrilleras artesanales: programas de modernización de hornos acompañados de capacitación y apoyo financiero. Refrigeración y aire acondicionado: formación técnica para el manejo de nuevos refrigerantes. Mypes industriales: acceso a asistencia técnica y financiamiento para la reconversión tecnológica.
Innovación	Innovar en tecnologías, procesos y modelos de negocio permite reducir emisiones y abrir nuevas oportunidades.	Energía: conversión de combustibles fósiles a energías renovables (RER) y biomasa sostenible en cementeras, metalurgia y alimentos. Economía circular: proyectos de valorización de residuos (bagazo, recortes de cuero, fibras textiles, lodos de tratamiento) como insumos o energía de baja huella. Digitalización: sistemas de gestión energética y monitoreo de huella de carbono en plantas industriales.
Economía circular	Aprovechar biomasa y residuos industriales como recursos, reducir insumos vírgenes y cerrar ciclos productivos.	Azúcar: uso de bagazo como combustible o materia prima para nuevos productos. Calzado y textiles: aprovechamiento de recortes y fibras para nuevos insumos. Tratamiento de aguas: recuperación de lodos para uso energético o agrícola. Construcción: incorporación de residuos y subproductos en materiales de menor huella de carbono.

4.3 Objetivos

Objetivo general

Orientar la transición de la industria manufacturera peruana hacia una producción baja en emisiones de gases de efecto invernadero al año 2030, mediante un paquete integrado de acciones estratégicas normativas, tecnológicas, de financiamiento, información, capacidades y medición-reporte-verificación (MRV) que articule al sector público, las empresas y los gremios. La agenda busca que esta transición fortalezca la competitividad, impulse la economía circular, reduzca daños y pérdidas asociados al cambio climático y contribuya de manera concreta al cumplimiento de los compromisos climáticos y de resiliencia del país. En esta Agenda, resiliencia es la capacidad de la industria manufacturera de sostener su producción y su competitividad frente a los efectos del cambio climático y a las exigencias de una economía baja en carbono.

Tres términos de los objetivos específicos: los refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global (PCG) son los que, por unidad de masa, retienen mucho menos calor que los HFC a los que reemplazan; la electrificación es la sustitución de combustibles fósiles por electricidad en procesos térmicos y motrices; y la recarbonatación de la cal es la reabsorción de CO₂ atmosférico que ocurre cuando la cal se usa expuesta al aire, durante la vida útil del producto.

Objetivos específicos

Objetivo específico 1. Fortalecer el marco normativo, técnico, institucional y de gobernanza para habilitar y escalar las acciones de descarbonización de la industria manufacturera, priorizando la reducción del factor clínker, el coprocesamiento y uso de biomasa sostenible, la modernización de hornos, la gestión de refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global, la eficiencia energética, la electrificación y el reconocimiento técnico de procesos como la recarbonatación de la cal.

Objetivo específico 2. Reducir las emisiones de los procesos industriales de cemento, cal y ladrillos mediante cementos con menor contenido de clínker, combustibles alternativos y biomasa en sus hornos, la modernización de ladrilleras y metodologías para reconocer la recarbonatación de la cal, sin que esta sustituya la reducción de emisiones en planta.

Objetivo específico 3. Promover la eficiencia energética industrial, la electrificación y el acceso a energía de menor intensidad de carbono, mediante sistemas de gestión energética, auditorías, mejoras de equipos y procesos térmicos y eléctricos, modernización de instalaciones, acceso a electricidad baja en carbono y sustitución progresiva de combustibles fósiles en las plantas manufactureras.

Objetivo específico 4. Acelerar la transición hacia refrigerantes y sistemas de refrigeración de menor impacto climático en la industria manufacturera, impulsando la sustitución de sustancias de alto potencial de calentamiento global, la reducción de fugas, la recuperación y disposición ambientalmente adecuada de gases fluorados, el reemplazo de equipos ineficientes y la formación técnica especializada para una operación segura.

Objetivo específico 5. Promover la economía circular y el uso eficiente de recursos mediante la valorización de residuos y subproductos, el coprocesamiento ambientalmente

seguro, el uso sostenible de biomasa, la reducción de materias primas vírgenes, la reutilización de materiales y el ecodiseño de procesos y productos de menor huella de carbono.

Objetivo específico 6. Desarrollar y consolidar sistemas de medición, reporte y verificación (MRV) de emisiones, consumo energético, uso de refrigerantes, valorización de residuos y desempeño de las acciones de descarbonización, mediante guías sectoriales, factores de emisión pertinentes, indicadores comparables, plataformas de información y articulación con la Huella de Carbono Perú.

Objetivo específico 7. Movilizar financiamiento, incentivos económicos y asistencia técnica para viabilizar inversiones en tecnologías limpias, eficiencia energética, sustitución de combustibles, gestión de refrigerantes, economía circular, modernización de hornos y mejoras de proceso, con especial atención a las micro, pequeñas y medianas empresas y a los subsectores con mayores barreras de acceso a capital.

Objetivo específico 8. Fortalecer las capacidades técnicas, empresariales e institucionales de empresas, gremios, técnicos, CITE, academia y entidades públicas para diseñar, implementar, operar, mantener y monitorear acciones de descarbonización, incluyendo competencias en eficiencia energética, combustibles alternativos, refrigerantes de bajo PCG, MRV, economía circular, gestión de proyectos y acceso a financiamiento verde.

Objetivo específico 9. Consolidar mecanismos de articulación público-privada, participación y seguimiento que permitan coordinar la implementación de la ADIM 2030, promover Acuerdos de Producción Más Limpia, facilitar el intercambio de información y buenas prácticas, y ajustar periódicamente las acciones de la Agenda según resultados, barreras emergentes y oportunidades tecnológicas.

4.4 Teoría de cambio de la Agenda

La teoría de cambio ordena la lógica causal de la ADIM-2030 siguiendo la cadena de resultados que emplea el planeamiento estratégico del Estado peruano (enfoque del Centro Nacional de Planeamiento Estratégico, CEPLAN): de los insumos y las condiciones habilitantes a las actividades y productos, de estos a los resultados intermedios y, finalmente, al impacto. Su valor es hacer explícitos los supuestos que deben cumplirse para que cada eslabón derive en el siguiente; no es un capítulo extenso, sino el hilo que conecta los objetivos (4.3), el portafolio de acciones estratégicas (capítulo 7) y los habilitadores (capítulo 8).

Cadena de resultados de la Agenda:

- Condiciones habilitantes e insumos: marco normativo actualizado, instrumentos de financiamiento e incentivos, un sistema de medición, reporte y verificación (MRV), capacidades técnicas e institucionales y articulación público-privada. Son la base sin la cual las medidas no llegan a implementarse; el diagnóstico las identifica, además, como las barreras decisivas del sector (supuesto crítico de toda la cadena).
- Intervenciones (medios): el portafolio de acciones estratégicas de descarbonización —

normativas, de información y MRV, tecnológicas, de financiamiento y de capacidades—, construido de abajo hacia arriba —primero las medidas concretas y luego las líneas estratégicas— y con el cemento como caso ancla.

- Productos: normas técnicas y ambientales adecuadas; plataforma de datos y guías de huella de carbono; proyectos y pilotos tecnológicos en operación; líneas de financiamiento verde disponibles; profesionales y empresas capacitados.
- Resultados intermedios (los efectos que la Agenda busca producir): reducción de las emisiones de GEI asociadas a la manufactura; incremento de la eficiencia energética y del uso eficiente de recursos; adopción de tecnologías bajas en carbono; fortalecimiento de las capacidades técnicas e institucionales para la transición industrial; y mejora de la competitividad de la industria manufacturera peruana.
- Impacto: contribución al cumplimiento de los compromisos climáticos nacionales —la meta de la NDC 2.0 al 2030 (208,8 MtCO₂eq) y la meta actualizada de la NDC 3.0 al 2035 (no exceder 179 MtCO₂eq), en la trayectoria de neutralidad al 2050—, con una industria manufacturera más competitiva, circular y baja en carbono.

En la lógica CEPLAN, el grado de gobernabilidad decrece a lo largo de la cadena, y conviene distinguirlo: la Agenda controla sus productos —los genera directamente—, influye sobre los resultados intermedios —que dependen también del comportamiento de las empresas y de otros sectores— y contribuye al impacto —uno de varios factores que determinan el cumplimiento de las metas climáticas nacionales—. Esta distinción evita atribuir a la Agenda, por sí sola, resultados que son de responsabilidad compartida.

Supuestos y secuencia: la cadena se sostiene si las condiciones habilitantes se destraban a tiempo, en especial las regulatorias y de financiamiento que el diagnóstico señala como decisivas; una rentabilidad privada favorable en algunas medidas no basta por sí sola para movilizar la inversión (ver 5.8). Por eso la implementación prioriza en el corto plazo las medidas habilitantes y el MRV, y escala de forma progresiva hacia las metas de 2030 y 2035 y la trayectoria de neutralidad al 2050; el detalle temporal se desarrolla en el capítulo 11.

5. ESCENARIOS DE DESCARBONIZACIÓN

Los escenarios de este capítulo se construyen con tres insumos: las ocho medidas comprometidas del listado NDC vigente (D.S. 019-2025-MINAM), únicas con potencial cuantificado en los documentos técnicos de PRODUCE; las fichas sectoriales del portafolio de la ADIM (capítulo 7.2), que refuerzan esas acciones o amplían la cobertura a subsectores sin medida propia; y las diecisiete acciones estratégicas transversales (capítulo 7.1), habilitantes que no suman potencial propio pero condicionan que los demás se materialicen. El punto de partida es 2021, año de referencia diagnóstico (3.3).

5.1 Escenario tendencial (BAU)

Esta sección responde una pregunta: ¿cuánto emitiría el sector si no se hiciera nada nuevo? Esa trayectoria no está disponible todavía. El BTR1 Perú 2024 no publica proyecciones nacionales ni sectoriales (3.3), y las líneas base que traen los documentos técnicos de PRODUCE son por medida: se traslapan entre sí, emplean supuestos de años distintos y algunas mezclan emisiones directas e indirectas, por lo que no pueden sumarse para obtener el total del sector. El BAU sectorial toma 2021 como año base y parte de la línea base de 3.3 (15.707,5 kt CO₂eq), alineada con el perímetro de 3.2. Su proyección al 2030 requiere la información de referencia sectorial de PRODUCE, en proceso de validación conjunta; esta versión fija el año base y deja la trayectoria sujeta a esa disponibilidad.

Cuando se construya, la regla será: mantener las intensidades y la penetración tecnológica de 2021 y proyectar solo el crecimiento de la actividad; el efecto de las medidas se contabiliza en la mitigación (5.2), no en el BAU, para evitar el doble conteo.

5.2 Escenario de mitigación

Esta sección define los cuatro futuros posibles del sector, del menos al más ambicioso:

Escenario	Qué supone	Potencial anual al 2030	Abatimiento acumulado	Tratamiento en esta versión
1. Referencia (BAU)	Sin nuevas acciones	—	—	No cuantificado (véase 5.1)
2. Cumplimiento	Las 8 medidas comprometidas siguen las trayectorias de los documentos técnicos de PRODUCE	3,62 MtCO ₂ eq/año (agregado de siete de las ocho medidas; la eficiencia transversal se reporta aparte, 5.3)	Según trayectoria (5.3)	Estimado con las fuentes disponibles

Escenario	Qué supone	Potencial anual al 2030	Abatimiento acumulado	Tratamiento en esta versión
3. ADIM acelerada	Las mismas 8 medidas se alcanzan antes por efecto de las transversales y fichas de refuerzo de la Agenda. Ejemplo: una norma de cementos adicionados adelanta la meta del factor clínker de 2030 a 2028	Igual (3,62)	Mayor (la reducción ocurre antes)	Descripción cualitativa
4. ADIM ampliada	Medidas nuevas en subsectores sin medida sectorial propia o dedicada (cal, vidrio, metales, textil y otros productos cerámicos no cubiertos por la ficha de ladrillos) (CA1)	Mayor que 3,62 (potencial adicional)	Mayor	No cuantificado; sujeto a las fichas de cobertura nueva ³

La diferencia entre los escenarios 3 y 4 delimita el aporte de la Agenda: acelerar lo comprometido aumenta el abatimiento acumulado sin variar el potencial anual al 2030; ampliar la cobertura eleva ese potencial. La brecha entre el escenario 2 y los escenarios 3-4 es el valor agregado que la ADIM deberá demostrar a medida que su portafolio se cuantifique.

5.3 Potencial de abatimiento / reducción de emisiones

Esta sección cuantifica el escenario de cumplimiento: cuánto reduce cada medida comprometida y cuánto suman. Se listan las ocho medidas comprometidas; el agregado de 3,62 MtCO₂eq/año corresponde a siete de ellas, porque la eficiencia energética transversal (ECE18) se reporta por separado para evitar un posible doble conteo.

Código	Medida	Subsector	Reducción 2030 (MtCO ₂ eq/año)	Estado en el BTR1	Ficha cap. 7
PIUP2	Reemplazo de refrigerantes	HFC / refrigeración (alcance nacional)	1,650	No reportada como en implementación	R1 (parcial)
PIUP1	Sustitución de clínker	Cemento	0,954	Reportada como en implementación (Tabla 2.9)	C1

³ Referencia ilustrativa del potencial adicional (no es una cifra oficial): los subsectores sin

medida propia emiten del orden de 0,85 MtCO₂eq/año de proceso (cal 0,54, metales 0,26, vidrio 0,03, ceniza de sosa 0,03; ver 3.2); cada 10 % de reducción de esas emisiones equivaldría a 0,085 MtCO₂eq/año adicionales. No incluye la combustión de esos subsectores, no representa todo el universo sin cobertura y, por ahora, solo la cal cuenta con fichas (CA1 a CA3).

Código	Medida	Subsector	Reducción 2030 (MtCO ₂ eq/año)	Estado en el BTR1	Ficha cap. 7
ECE15	Reemplazo tecnológico ladrilleras industriales	Ladrilleras	0,480	Sin desglose en el BTR1	L1
ECE14	Mejora tecnológica ladrilleras artesanales	Ladrilleras	0,210	Sin desglose en el BTR1	L1
ECE16	Coprocesamiento	Cemento	0,175	Sin desglose en el BTR1	C2
ECE17	Eficiencia energética en cemento	Cemento	0,119	Sin desglose en el BTR1	C3
PIUP3	Reducción de N ₂ O en ácido nítrico	Química	0,029	No reportada como en implementación	
ECE18	Eficiencia energética transversal	Manufactura (todos)	0,018	Sin desglose en el BTR1	

Sumadas año a año, las medidas trazan la siguiente trayectoria de reducción (MtCO₂eq/año; excluye la eficiencia transversal por su posible traslape con las medidas de cemento y ladrilleras):

Año	Reducción anual (MtCO ₂ eq)
2021	0,18
2022	0,40
2023	0,59
2024	1,04
2025	1,87
2026	2,31
2027	2,75
2028	3,01
2029	3,08

Año	Reducción anual (MtCO ₂ eq)
2030	3,62

La reducción comprometida crece de 0,18 MtCO₂eq en 2021 a 3,62 MtCO₂eq/año en 2030; el incremento entre 2024 y 2025 corresponde a la entrada en régimen de refrigerantes y ladrilleras. Tres palancas concentran el 99 % del potencial: refrigerantes (1,65), cemento (1,25, sumando sus tres medidas) y ladrilleras (0,69). Fuera de ellas y del ácido nítrico, el único instrumento vigente es la eficiencia transversal (0,018), lo que configura una brecha de cobertura en los subsectores sin medida sectorial propia—cal, vidrio, metales, textil y otros productos cerámicos no cubiertos por la ficha de ladrilleras— que el portafolio de la ADIM comienza a atender (5.2, escenario ampliado). El abatimiento acumulado que modelan las fuentes en toda su serie 2010-2030 asciende a 18,84 MtCO₂eq y corresponde a las medidas comprometidas; el aporte incremental de la Agenda —aceleración y ampliación (5.2)— no está cuantificado en esta versión.

Método y fuentes. La reducción de cada medida es la diferencia entre su línea base y su escenario de mitigación, tabuladas año a año en la PTS (2018) y en las programaciones tentativas actualizadas de 2022⁴. Para evitar el doble conteo: la eficiencia transversal se reporta por separado; el factor clínker emplea el total de la PTS y no la suma de sus componentes; los refrigerantes emplean el valor de la programación tentativa actualizada de la medida de mitigación sobre refrigerantes (1,65, en reemplazo del 0,89 de la PTS 2018); las fichas del capítulo 7 refuerzan estas mismas palancas sin sumar potencial aparte, y las reducciones inducidas por las transversales se contabilizan en la medida sectorial que las materializa. La correspondencia entre el reemplazo de refrigerantes (PIUP2) y la ficha R1 es parcial: la medida comprometida es de alcance nacional —incluye la refrigeración residencial, comercial, automotriz y de transporte, además de la industrial—, por lo que su potencial de 1,65 MtCO₂eq/año no es atribuible íntegramente a la industria manufacturera.

5.4 Curvas de costo marginal de abatimiento (MACC)

Una curva de costo marginal de abatimiento para la industria manufacturera peruana no se encuentra disponible en esta versión. Los documentos técnicos de PRODUCE aportan indicadores de rentabilidad por medida (5.8), pero no costos por tonelada de CO₂ evitada, y las referencias internacionales disponibles (los Technology Papers de la European Cement Research Academy, ECRA, 2022, para el cemento) corresponden a una planta de referencia europea, por lo que no permiten construir una curva representativa del país. Su elaboración requiere, para cada medida y con datos de plantas peruanas: el costo de inversión, los costos de operación y mantenimiento, los ahorros de energía o de insumos, el potencial anual de reducción en tCO₂eq, la vida útil de la tecnología y la tasa de descuento aplicable. Los potenciales ya están disponibles en las programaciones tentativas de PRODUCE (5.3); los costos deben levantarse con las empresas y los gremios de cada subsector.

5.5 Contribución a las NDC

Esta sección sitúa el aporte del sector frente a las metas climáticas del país:

Meta nacional	Nivel	Fuente
NDC 2.0 — al 2030	No exceder 208,8 MtCO ₂ eq netas	BTR1 Perú 2024
NDC 3.0 — al 2035	No exceder 179 MtCO ₂ eq	MINAM, nov-2025
Neutralidad de carbono	Al 2050	Trayectoria de largo plazo

La reducción agregada de las medidas comprometidas bajo PRODUCE (5.3) alcanza 3,62 MtCO₂eq/año al 2030. Esta cifra no es íntegramente atribuible a la manufactura: incluye el reemplazo de refrigerantes (1,65 MtCO₂eq/año), medida de alcance nacional, por lo que no es directamente comparable con la participación del PIUP en el inventario (3,78 %). Es, en todo caso, una contribución acotada respecto del

⁴ A modo de ilustración, para el reemplazo de refrigerantes (MtCO₂eq): línea base 2030 = 4,38; escenario de mitigación = 2,73; reducción = 1,65. Elaboración propia a partir de las series anuales de la PTS (PRODUCE/DGAAMI, 2018) y de la programación tentativa actualizada de la medida de mitigación sobre refrigerantes (PRODUCE, diciembre de 2022). total nacional, pero relevante por concentrarse en palancas de alto potencial y baja línea base tecnológica. En cuanto a su estado, PRODUCE informa que cinco de las ocho medidas se encuentran en implementación y reportadas al MINAM: la contribución del sector es una acción en curso, no solo un compromiso. En el BTR1 2024, la sustitución de clínker (PIUP1) figura expresamente como en implementación y el estado de las medidas de combustión no se desglosa.

5.6 Contribución a los objetivos de largo plazo

Más allá de 2030, el subsector cementero se alinea con una trayectoria de descarbonización profunda orientada a la carbono neutralidad al 2050. Como principal referencia sectorial regional, **la Hoja de Ruta Carbono Neutralidad 2050 para América Latina**, elaborada por la Federación Interamericana del Cemento (FICEM), plantea una transición integral basada en la reducción del factor clínker, el coprocesamiento y uso de combustibles alternativos, la eficiencia energética, el abastecimiento eléctrico renovable, la incorporación progresiva de hidrógeno verde y el desarrollo de tecnologías complementarias, como la captura, uso y almacenamiento de carbono.

En el Perú, esta orientación se expresa en la Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento, desarrollada en articulación con ASOCEM, FICEM y empresas del sector —UNACEM, Pacasmayo y Yura—, y vinculada con la reducción del factor clínker considerada en la medida PIUP1 de la NDC. Para efectos de la presente estrategia, se consideran las siguientes palancas de contribución indicativa:

Palanca de descarbonización	Aporte estimado a la reducción
Reducción del factor clínker, vinculada con PIUP1	~15 %

Palanca de descarbonización	Aporte estimado a la reducción
Coprocesamiento y sustitución de combustibles fósiles	~13 %
Uso de electricidad renovable	~5 %
Mejora de la eficiencia térmica	~2 %
Incorporación de hidrógeno verde	~1 %

Fuente: Hoja de Ruta Carbono Neutralidad 2050 para América Latina (FICEM) y Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento del Perú (ASOCER-FICEM). Dos palancas tienen medida equivalente en la Programación Tentativa Sectorial de Mitigación de PRODUCE: la reducción del factor clínker (PIUP1) y el coprocesamiento (ECE16). La eficiencia térmica, la electricidad renovable y el hidrógeno verde no la tienen; la medida de eficiencia en cemento (ECE17) se orienta al consumo eléctrico.

Estas cinco palancas representan una selección parcial de la trayectoria de largo plazo y, en conjunto, concentran alrededor del 36 % de la reducción prevista. La Hoja de Ruta de FICEM reconoce que la carbono neutralidad al 2050 requiere complementar estas medidas con otras soluciones, entre ellas nuevas adiciones y materiales cementicios, electrificación, captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), recarbonatación del concreto, economía circular y soluciones basadas en la naturaleza.

Por tanto, la cuantificación presentada debe entenderse como referencial y sujeta a la disponibilidad de información, madurez tecnológica, condiciones regulatorias y acceso a financiamiento. Para los demás subsectores manufactureros bajo el ámbito de PRODUCE, aún no se dispone de hojas de ruta sectoriales al 2050 con un nivel de desarrollo y cuantificación equivalente. En la región, las experiencias que abarcan

otras industrias son instrumentos más amplios: en Colombia, el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial del Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (Resolución 1066 de 2021) identifica como mayores emisores a los minerales no metálicos, los metales y la química; en Costa Rica, el eje 6 del Plan Nacional de Descarbonización 2018-2050, «Sector industrial de bajas emisiones», plantea transformar las fuentes de energía de la industria al 2050. La falta de hojas de ruta por subsector constituye una oportunidad para impulsar procesos graduales de prospectiva, definición de metas y construcción de trayectorias de descarbonización específicas.

5.7 Metas de descarbonización de la industria manufacturera

Las metas se estructuran por indicador, con horizonte 2030 y, para la reducción absoluta, 2035, en línea con la NDC 3.0; sus valores se fijarán una vez confirmada la información de referencia sectorial con PRODUCE.

Indicador	Horizontes	Estado del valor
Reducción de emisiones absolutas de GEI	2030 / 2035	Referencia indicativa 2030: abatimiento comprometido ($\approx 3,62 \text{ MtCO}_2\text{eq/año}$,

Indicador	Horizontes	Estado del valor
		5.3); valores finales sujetos a disponibilidad de información
Reducción de intensidad de emisiones (por unidad de valor agregado)	2030	No cuantificado en esta versión (requiere cruce con el PBI sectorial, 3.3)
Incremento de eficiencia energética	2030	No cuantificado en esta versión
Participación de energías limpias / bajas en carbono	2030	No cuantificado en esta versión
Penetración de tecnologías bajas en emisiones	2030	No cuantificado en esta versión

5.8 Beneficios económicos y de competitividad de la descarbonización

Esta sección responde cuánto conviene económicamente descarbonizar. La evaluación referencial de la PTS 2018 muestra rentabilidad privada alta en las medidas evaluadas, lo que matiza la idea de que descarbonizar es siempre un sobre costo:

Medida	TIR privada	TIR social	Ficha cap. 7
ECE14 — ladrilleras artesanales	280 %	121 %	L1
ECE16 — coprocesamiento	74 %	87 %	C2
PIUP1 — factor clínker	60 %	278 %	C1
ECE15 — ladrilleras industriales	60 %	94 %	L1
ECE17 — eficiencia cemento	39 %	61 %	C3
PIUP2 — refrigerantes	— (solo social)	84 %	R1

Salvedades: son evaluaciones referenciales de la PTS 2018, que priorizó siete medidas; la reducción de óxido nítrico en ácido nítrico (PIUP3) se incorporó con su programación tentativa de diciembre de 2022, cuando también se actualizó la de refrigerantes (PIUP2). No constituyen un cálculo nacional actualizado;

en las medidas de cemento corresponden a una planta modelo y no al portafolio nacional; la muestra es parcial (refrigerantes solo con evaluación social; ácido nítrico y eficiencia transversal sin evaluar; el resto de subsectores sin modelar); y una TIR alta no elimina las barreras de capital inicial, acceso a crédito y riesgo que el diagnóstico documenta como decisivas, sobre todo en empresas pequeñas e informales.

Fuentes: D.S. 019-2025-MINAM (listado NDC vigente); Programación Tentativa Sectorial de Mitigación (PRODUCE/DGAAMI, 2018); programaciones tentativas actualizadas de las medidas de refrigerantes y de óxido nítrico (PRODUCE/DGAAMI, diciembre de 2022);

BTR1 Perú 2024; Hoja de Ruta Net Zero 2050 del cemento (ASOCEM-FICEM); portafolio de medidas de la ADIM (capítulo 7 de este documento). Las cifras de escenario derivan de dichos documentos técnicos, con las reglas de agregación indicadas en 5.3. El escenario tendencial sectorial absoluto queda sujeto a la disponibilidad de la información de referencia sectorial de PRODUCE.

6. LÍNEAS ESTRATÉGICAS DE INTERVENCIÓN

6.1. Propósito y criterio de operativización

Las líneas estratégicas de intervención constituyen el marco programático de la ADIM 2030. Su función es ordenar las acciones estratégicas sectoriales y las transversales en torno a objetivos de transformación concretos. Cada línea estratégica integra: i) un objetivo de intervención; ii) acciones estratégicas sectoriales dirigidas a fuentes de emisión, procesos, equipos o prácticas concretas; iii) acciones estratégicas transversales que habilitan, aceleran o sostienen la implementación de las medidas; iv) actores responsables y colaboradores; v) habilitadores prioritarios; y vi) indicadores preliminares para su seguimiento. La clasificación por tipo de acción se conserva como atributo de las fichas técnicas del Anexo, mientras que la presente estructura prioriza el alineamiento entre línea estratégica, acción sectorial, acción transversal, habilitador y resultado esperado.

La priorización de las acciones se sustenta en los siguientes criterios:

- Potencial de mitigación y contribución a las NDC;
- Relevancia frente a las principales fuentes de emisión;
- Madurez tecnológica y factibilidad de implementación;
- Relación costo-efectividad y acceso a financiamiento;
- Contribución a la competitividad y economía circular;
- Posibilidad de escalamiento;
- Capacidad institucional disponible; y
- Necesidad de remover barreras regulatorias, de información, capacidades e infraestructura de calidad.

6.2. Línea 1. Eficiencia energética industrial

Objetivo

Reducir el consumo específico de energía y la intensidad de emisiones asociada a los procesos productivos, manteniendo o mejorando la productividad y competitividad de la industria manufacturera. La línea promueve la gestión energética sistemática mediante diagnósticos, auditorías, sistemas de gestión, indicadores de desempeño, mantenimiento, optimización operativa y modernización de equipos térmicos y eléctricos.

Acciones sectoriales vinculadas

- C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras.
- CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal.
- L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles.
- R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.

Acciones transversales vinculadas

- 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.
- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización.
- 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Habilitadores prioritarios

Disponibilidad de auditorías y diagnósticos energéticos; acceso a financiamiento para equipos eficientes; proveedores y empresas de servicios energéticos; disponibilidad de datos de consumo y producción; capacidades de gestión energética; instrumentos de incentivo; y protocolos de reporte de desempeño energético.

Indicadores preliminares

Número de plantas con auditorías o sistemas de gestión energética implementados; reducción del consumo específico de energía por unidad de producción; número de empresas con proyectos de eficiencia energética financiados; inversión movilizada; y emisiones de GEI reducidas o evitadas, cuando exista metodología disponible.

6.3. Línea 2. Electrificación y energías limpias

Objetivo

Disminuir la intensidad de carbono del consumo energético industrial mediante electrificación de procesos técnicamente viables, acceso a electricidad de menor intensidad de carbono, incorporación de energías renovables y sustitución progresiva de combustibles fósiles por alternativas de menor huella.

Acciones sectoriales vinculadas

- C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros.
- C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras.
- CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal.
- CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal.
- L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles.
- R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.

Acciones transversales vinculadas

- 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios.

- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización.
- 4.2. Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde.
- 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Habilitadores prioritarios

Infraestructura y acceso a suministro eléctrico; lineamientos técnicos para electrificación; disponibilidad, sostenibilidad y trazabilidad de biomasa y combustibles derivados de residuos; regulación clara; proveedores especializados; financiamiento y garantías; y capacidades para una operación segura.

Indicadores preliminares

Porcentaje de sustitución de combustibles fósiles por alternativas de menor huella; proporción de electricidad de menor intensidad de carbono en el consumo de las plantas participantes; toneladas de biomasa o combustibles derivados de residuos con trazabilidad utilizada; número de proyectos de electrificación implementados; e inversión movilizada.

6.4. Línea 3. Descarbonización de procesos industriales

Objetivo

Reducir las emisiones vinculadas directamente a transformaciones físico-químicas, procesos productivos intensivos en carbono y consumo de combustibles en hornos, mediante cambios en materias primas, tecnologías, configuraciones de proceso, especificaciones de productos y prácticas operativas.

Acciones sectoriales vinculadas

- C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país.
- C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros.
- CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal.
- CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal.
- L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles.

Acciones transversales vinculadas

- 1.1. Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono.
- 1.2. Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización.
- 1.3. Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.

- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización.
- 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización.
- 5.1. Capacitación en diseño y uso de cementos verdes.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Habilitadores prioritarios

Normas técnicas y especificaciones compatibles con productos de menor huella; marco regulatorio para coprocesamiento y biomasa; infraestructura de calidad; validación de materiales y procesos; financiamiento; capacidades empresariales; compras sostenibles; reglas y metodologías de contabilización; y mecanismos de reporte y verificación.

Indicadores preliminares

Factor clínker promedio nacional y por planta; toneladas de materiales cementicios suplementarios utilizadas; porcentaje de sustitución térmica en hornos; número de proyectos de modernización de hornos; número de normas y especificaciones actualizadas; y toneladas de CO₂ equivalente reducidas o reconocidas bajo metodologías validadas.

6.5. Línea 4. Economía circular y uso eficiente de recursos

Objetivo

Promover modelos de producción que utilicen residuos, subproductos y materiales secundarios como recursos, reduzcan el consumo de materias primas vírgenes, disminuyan la generación de residuos y reduzcan la huella de carbono de los procesos industriales.

Acciones sectoriales vinculadas

- C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país.
- C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros.
- CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal.

Acciones transversales vinculadas

- 1.1. Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono.
- 1.3. Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias.
- 3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.
- 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización.
- 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Habilitadores prioritarios

Reglas de clasificación, trazabilidad, acondicionamiento, transporte y uso de residuos y biomasa; estándares ambientales y de calidad; articulación entre generadores, gestores y empresas receptoras; disponibilidad de infraestructura; financiamiento de pilotos; demanda para productos de menor huella; y compras públicas sostenibles.

Indicadores preliminares

Toneladas de residuos y subproductos valorizados; número de pilotos implementados y escalados; número de cadenas de valor articuladas; proporción de insumos secundarios utilizados; número de empresas participantes en iniciativas de economía circular; y reducción estimada de emisiones asociada a la valorización.

6.6. Línea 5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados

Objetivo

Reducir las emisiones directas de gases fluorados y las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico de sistemas de refrigeración industrial, mediante sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global, renovación de equipos, prevención de fugas, recuperación de gases y fortalecimiento de capacidades técnicas.

Acciones sectoriales vinculadas

- R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas.
- R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.

Acciones transversales vinculadas

La Línea 5 se sustenta principalmente en las acciones sectoriales R1 y R2. Complementariamente, se vincula con:

- 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.
- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización.
- 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización.
- 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Para la versión final de la Agenda se recomienda desarrollar, como complemento de las fichas R1 y R2, un protocolo operativo específico de gestión de refrigerantes que integre capacitación y certificación técnica, inventarios, control de fugas, recuperación, disposición final, seguridad y reporte.

Habilitadores prioritarios

Disponibilidad de refrigerantes y equipos alternativos; formación y certificación de técnicos; protocolos de seguridad, mantenimiento y recuperación; registros de equipos y gases; proveedores y talleres especializados; instrumentos financieros; y metodología de MRV para consumo, fugas y recuperación de gases.

Indicadores preliminares

Número de técnicos capacitados o certificados; número de equipos renovados o reconvertidos; porcentaje de refrigerantes de bajo PCG en instalaciones participantes; tasa de fugas; toneladas de gases recuperados; consumo específico de energía de sistemas de refrigeración; y emisiones de CO₂ equivalente reducidas.

6.7. Línea 6. Innovación y desarrollo tecnológico

Objetivo

Impulsar la investigación aplicada, adaptación, demostración, validación y difusión de tecnologías, procesos y modelos de negocio que reduzcan emisiones y mejoren la productividad industrial, especialmente cuando se requiera evidencia local antes de su escalamiento.

Acciones sectoriales vinculadas

- CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal.
- R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética y refrigerantes de bajo PCG.
- Pilotos asociados a C1, C2, CA1 y L1, para validar materiales, combustibles alternativos, tecnologías de proceso, eficiencia energética y soluciones de economía circular.

Acciones transversales vinculadas

- 3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.
- 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización.
- 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización.
- 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad.

Habilitadores prioritarios

Fondos de cofinanciamiento; articulación entre empresas, CITE, academia y cooperación; capacidades de investigación aplicada; laboratorios y servicios de ensayo; protocolos para validación de tecnologías; mecanismos de difusión; y financiamiento para escalamiento de soluciones exitosas.

Indicadores preliminares

Número de pilotos financiados y ejecutados; monto de cofinanciamiento; número de tecnologías validadas; reducción estimada de emisiones por piloto; porcentaje de pilotos escalados o replicados; y número de alianzas de investigación aplicada establecidas.

6.8. Línea 7. Fortalecimiento de capacidades

Objetivo

Desarrollar capacidades técnicas, operativas, de gestión, medición, reporte, cumplimiento, financiamiento y formulación de proyectos en empresas, trabajadores, técnicos, gremios, entidades públicas, CITE y academia para implementar eficazmente las acciones de la ADIM 2030.

Acciones sectoriales vinculadas

- R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas.
- L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles.
- C1. Reducción del factor clínker, mediante formación para diseñadores, proyectistas, profesionales de construcción y usuarios de cementos de menor huella.
- Actividades de fortalecimiento asociadas a C2, C3, CA1, CA2 y CA3 en gestión energética, combustibles alternativos, medición de emisiones, procesos y formulación de proyectos.

Acciones transversales vinculadas

- 2.1. Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera.
- 2.3. Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono.
- 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización.
- 5.1. Capacitación en diseño y uso de cementos verdes.
- 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción.
- 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización.
- 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad.

Habilitadores prioritarios

Programas de formación adaptados a cada subsector; disponibilidad de formadores; participación de gremios; materiales y guías técnicas; capacidad de los CITE y universidades; acceso de MIPYME; certificación de competencias; y articulación de la capacitación con asistencia técnica y financiamiento.

Indicadores preliminares

Número de personas capacitadas; número de empresas atendidas; número de planes de reducción formulados; número de guías y herramientas difundidas; número de técnicos

certificados; porcentaje de beneficiarios que implementan medidas luego de recibir asistencia; y satisfacción de usuarios.

6.9. Línea 8. Condiciones habilitantes y gobernanza

Objetivo

Consolidar los instrumentos regulatorios, financieros, institucionales, de información, transparencia, coordinación y seguimiento necesarios para implementar la ADIM 2030 de forma articulada, verificable, participativa y sostenible. Esta línea habilita la ejecución, escalamiento y seguimiento de todas las medidas sectoriales.

Acciones sectoriales habilitadas

C1, C2, C3, CA1, CA2, CA3, L1, R1 y R2.

Acciones transversales vinculadas

- 1.2. Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización.
- 2.1. Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera.
- 2.2. Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales.
- 2.3. Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono.
- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización.
- 4.2. Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde.
- 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción.
- 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización.
- 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad.
- 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.

Habilitadores prioritarios

Armonización regulatoria; financiamiento e incentivos; información, MRV y transparencia; infraestructura de calidad; capacidades institucionales; coordinación intersectorial; mecanismos de participación; disponibilidad de recursos para secretaría técnica; y reglas de revisión y actualización de la Agenda.

Indicadores preliminares

Número de normas o instrumentos actualizados; plataforma de datos operativa; número de empresas reportantes; monto de financiamiento movilizado; número de AP+L suscritos; número de mesas técnicas activas; número de servicios de calidad fortalecidos; y porcentaje de acciones de la hoja de ruta con avance reportado.

MATRIZ DE CORRELACIÓN: Líneas estratégicas de intervención, Objetivo de la línea estratégica, Acciones Estratégicas transversales y sectoriales vinculadas, y Actores involucrados.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 1. Eficiencia energética industrial	Reducir el consumo específico de energía y la intensidad de emisiones asociada a los procesos productivos, manteniendo o mejorando la productividad y competitividad de la industria manufacturera. La línea promueve la gestión energética sistemática mediante diagnósticos, auditorías, sistemas de gestión, indicadores de desempeño, mantenimiento, optimización operativa y modernización de equipos térmicos y eléctricos.	Acciones estratégicas sectoriales - C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras. - CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal. - L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles. - R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera. Acciones estratégicas transversales - 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios. - 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización. - 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización. - 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción. - 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.	Liderazgo y articulación: PRODUCE. Entidades técnicas y regulatorias: MINEM, OSINERGMIN y MINAM. Implementación: empresas cementeras, plantas de cal, ladrilleras, industrias manufactureras usuarias de refrigeración y gremios empresariales. Soporte técnico: ITP–CITE, universidades, consultores especializados y empresas de servicios energéticos. Financiamiento: MEF, COFIDE, banca de desarrollo, banca comercial, fondos climáticos y cooperación internacional. Ámbito territorial: gobiernos regionales y locales.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 2. Electrificación y energías limpias	Disminuir la intensidad de carbono del consumo energético industrial mediante electrificación de procesos técnicamente viables, acceso a electricidad de menor intensidad de carbono, incorporación de energías renovables y sustitución progresiva de combustibles fósiles por alternativas de menor huella.	Acciones estratégicas sectoriales - C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros. - C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras. - CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal. - CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal. - L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles. - R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera. Acciones estratégicas transversales - 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios. - 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización. - 4.2. Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde. - 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización. - 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.	Liderazgo PRODUCE en articulación con MINEM. Entidades reguladoras y técnicas: OSINERGMIN, MINAM, OEFA, gobiernos regionales y locales. Implementación: empresas cementeras, productoras de cal, ladrilleras e industrias manufactureras intensivas en energía. Cadenas de valor: generadores de residuos, gestores de residuos, proveedores de biomasa, operadores logísticos y empresas receptoras de combustibles alternativos. Financiamiento: MEF, COFIDE, banca comercial, fondos verdes y cooperación internacional. Soporte técnico: CITE, academia, gremios empresariales y consultores especializados.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 3. Descarbonización de procesos industriales	Reducir las emisiones vinculadas directamente a transformaciones físico-químicas, procesos productivos intensivos en carbono y consumo de combustibles en hornos, mediante cambios en materias primas, tecnologías, configuraciones de proceso, especificaciones de productos y prácticas operativas.	Acciones estratégicas sectoriales - C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país. - C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros. - CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal. - CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal. - L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles. Acciones estratégicas transversales - 1.1. Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono. - 1.2. Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización. - 1.3. Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias. - 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización. - 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización. - 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización. - 5.1. Capacitación en diseño y uso de cementos verdes. - 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción	Liderazgo: PRODUCE. Entidades normativas y sectoriales: MINAM, MINEM, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), INACAL, OEFA y OSINERGMIN. Implementación: empresas cementeras, empresas caleras, ladrilleras, asociaciones empresariales y gremios sectoriales, incluyendo ASOCEM y organizaciones representativas de productores ladrilleros. Usuarios y demanda: constructoras, proyectistas, entidades públicas contratantes, Colegio de Ingenieros del Perú, universidades y profesionales de diseño y construcción. Soporte técnico: CITE, universidades, laboratorios, centros de investigación y cooperación internacional. Financiamiento: MEF, COFIDE, banca comercial y fondos climáticos.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 4. Economía circular y uso eficiente de recursos	Promover modelos de producción que utilicen residuos, subproductos y materiales secundarios como recursos, reduzcan el consumo de materias primas vírgenes, disminuyan la generación de residuos y reduzcan la huella de carbono de los procesos industriales.	Acciones estratégicas sectoriales - C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país. - C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros. - CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal. Acciones estratégicas transversales - 1.1. Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono. - 1.3. Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias. - 3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos. - 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización. - 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización. - 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización. - 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.	Liderazgo: PRODUCE en articulación con el MINAM. Entidades regulatorias y de fiscalización: OEFA, gobiernos regionales y locales, y autoridades competentes en gestión de residuos y economía circular. Implementación: empresas cementeras, empresas caleras, generadores de residuos, gestores y operadores de residuos, asociaciones empresariales y gremios. Demanda y mercado: entidades públicas compradoras, empresas constructoras, diseñadores, proyectistas y usuarios de materiales de construcción. Soporte técnico: ITP–CITE, universidades, centros de investigación, laboratorios y cooperación internacional. Financiamiento: MEF, ProInnovate, COFIDE, banca comercial, fondos de innovación y fondos climáticos.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados	Reducir las emisiones directas de gases fluorados y las emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico de sistemas de refrigeración industrial, mediante sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global, renovación de equipos, prevención de fugas, recuperación de gases y fortalecimiento de capacidades técnicas.	Acciones estratégicas sectoriales - R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas. - R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera. Acciones estratégicas transversales - No se identifican acciones transversales exclusivas de esta línea dentro del listado original de fichas transversales. - La implementación se vincula de manera complementaria con 3.1. Programas de eficiencia energética y combustibles limpios, para la eficiencia de los equipos; 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización, para la adopción de soluciones técnicas; 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización, para renovación de equipos; 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización, para demostraciones tecnológicas; 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción, para gestión de emisiones; y 5.5. Implementación de APL, para compromisos empresariales verificables. - Se recomienda incorporar, en la actualización de fichas, una acción transversal específica de fortalecimiento de capacidades y gestión de refrigerantes para dar mayor operatividad a R1 y R2.	Liderazgo: PRODUCE en articulación con el MINAM. Entidades técnicas y regulatorias: entidades competentes en cambio climático, sustancias químicas, seguridad y gestión ambiental; OEFA y gobiernos regionales y locales, según corresponda. Implementación: empresas manufactureras usuarias de refrigeración, empresas de alimentos y bebidas, agroindustria, cadenas de frío, operadores de instalaciones industriales, proveedores de equipos y empresas de mantenimiento. Capacitación y certificación: CITE, institutos técnicos, centros de formación, gremios, asociaciones de técnicos y universidades. Financiamiento: MEF, COFIDE, banca comercial, fondos climáticos y cooperación internacional. Soporte especializado: organismos de cooperación y programas técnicos relacionados con la transición hacia refrigerantes de bajo PCG.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 6. Innovación y desarrollo tecnológico	Impulsar la investigación aplicada, adaptación, demostración, validación y difusión de tecnologías, procesos y modelos de negocio que reduzcan emisiones y mejoren la productividad industrial, especialmente cuando se requiera evidencia local antes de su escalamiento.	Acciones estratégicas sectoriales - CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal. - R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética y refrigerantes de bajo PCG. - Pilotos tecnológicos asociados a C1. Reducción del factor clínker, C2. Coprocesamiento, CA1. Uso de combustibles alternativos en cal y L1. Modernización de hornos ladrilleros. Acciones estratégicas transversales - 3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos. - 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización. - 4.3. Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización. - 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización. - 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad.	Liderazgo: PRODUCE. Entidades de innovación y financiamiento: ProInnovate, CONCYTEC, MEF, fondos de innovación, fondos climáticos y cooperación internacional. Implementación: empresas manufactureras, empresas cementeras, caleras, ladrilleras, proveedores tecnológicos y empresas de refrigeración. Soporte técnico y científico: ITP–CITE, universidades, centros de investigación, laboratorios especializados y consultores. Articulación sectorial: MINAM, MINEM, gremios empresariales, gobiernos regionales y locales. Escalamiento financiero: COFIDE, banca comercial, inversionistas y mecanismos de financiamiento verde.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 7. Fortalecimiento de capacidades	Desarrollar capacidades técnicas, operativas, de gestión, medición, reporte, cumplimiento, financiamiento y formulación de proyectos en empresas, trabajadores, técnicos, gremios, entidades públicas, CITE y academia para implementar eficazmente las acciones de la ADIM 2030.	Acciones estratégicas sectoriales - R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas. - L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles. - C1. Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país, mediante formación de profesionales de diseño, construcción y especificación de materiales de menor huella. - Acciones de fortalecimiento asociadas a C2, C3, CA1, CA2 y CA3 en gestión energética, combustibles alternativos, medición de emisiones, operación de procesos y formulación de proyectos. Acciones estratégicas transversales - 2.1. Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera. - 2.3. Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono. - 3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización. - 5.1. Capacitación en diseño y uso de cementos verdes. - 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción. - 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización. - 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad.	Liderazgo: PRODUCE en articulación con el MINAM. Implementación y soporte técnico: ITP–CITE, universidades, institutos tecnológicos, centros de formación, gremios empresariales, colegios profesionales y consultores especializados. Beneficiarios: empresas grandes, medianas, pequeñas y microempresas manufactureras; trabajadores; técnicos; operadores; productores ladrilleros; profesionales de diseño y construcción; gestores empresariales y funcionarios públicos. Entidades de articulación: gobiernos regionales y locales, MINEM, INACAL, MVCS y demás entidades sectoriales competentes. Financiamiento y cooperación: MEF, COFIDE, banca de desarrollo, cooperación internacional y programas de fortalecimiento empresarial.

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
Línea 8. Condiciones habilitantes y gobernanza	Consolidar los instrumentos regulatorios, financieros, institucionales, de información, transparencia, coordinación y seguimiento necesarios para implementar la ADIM 2030 de forma articulada, verificable, participativa y sostenible. Esta línea habilita la ejecución, escalamiento y seguimiento del conjunto de medidas sectoriales.	Acciones estratégicas sectoriales habilitadas - C1. Reducción del factor clínker. - C2. Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros. - C3. Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras. - CA1. Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal. - CA2. Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal. - CA3. Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal. - L1. Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles. - R1. Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas. - R2. Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética. Acciones estratégicas transversales - 1.2. Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización. - 2.1. Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera. - 2.2. Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales. - 2.3. Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono.	Conducción sectorial: PRODUCE. Rectoría climática, transparencia y MRV: MINAM. Articulación energética: MINEM y OSINERGMIN. Financiamiento e incentivos: MEF, COFIDE, SBS, banca de desarrollo, banca comercial, fondos climáticos y cooperación internacional. Normas, calidad y certificación: INACAL, laboratorios acreditados, organismos de certificación, entidades de acreditación, universidades y CITE. Fiscalización y cumplimiento ambiental: OEFA y entidades competentes. Construcción e infraestructura: MVCS, entidades públicas contratantes, Colegio de Ingenieros del Perú, empresas constructoras y asociaciones sectoriales. Implementación empresarial: empresas manufactureras, grupos empresariales, gremios, asociaciones y cámaras de

Líneas estratégicas de intervención	Objetivo de la línea estratégica	Acciones estratégicas transversales y sectoriales vinculadas	Actores involucrados
		- 4.1. Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización. - 4.2. Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde. - 5.2. Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción. - 5.3. Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización. - 5.4. Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad. - 5.5. Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial.	comercio. Articulación territorial: gobiernos regionales y locales. Conocimiento y participación: academia, centros de investigación, CITE, sociedad civil, cooperación internacional y organismos multilaterales.

6.10. Matriz de vinculación y correlación estratégica

La siguiente matriz hace explícita la lógica de intervención de la ADIM 2030: cada línea estratégica ordena un conjunto de acciones sectoriales dirigidas a fuentes o procesos específicos y las relaciona con acciones transversales que remueven barreras regulatorias, técnicas, financieras, de información, capacidades y gobernanza. La correlación no implica exclusividad: una acción sectorial puede contribuir a varias líneas y una acción transversal puede habilitar simultáneamente varios subsectores.

La lectura horizontal permite seguir la cadena línea estratégica → acción sectorial → acción transversal → habilitador → resultado → indicador. Esta trazabilidad debe conservarse en las fichas, la hoja de ruta y la plataforma de monitoreo.

Línea estratégica	Acciones sectoriales	Acciones transversales	Habilitadores clave	Resultado esperado	Indicadores de trazabilidad
L1. Eficiencia energética industrial	C3, CA2, L1, R2	3.1, 3.3, 4.1, 5.2, 5.5	Auditorías; financiamiento; servicios energéticos; datos; capacidades	Menor consumo específico e intensidad de emisiones	Consumo específico; plantas con SGE/auditoría; inversión; GEI evitado
L2. Electrificación y energías limpias	C2, C3, CA1, CA2, L1, R2	3.1, 4.1, 4.2, 5.3, 5.5	Suministro eléctrico; trazabilidad de biomasa/CDR; regulación; garantías	Menor uso de combustibles fósiles y mayor energía limpia	Sustitución térmica; electricidad baja en carbono; proyectos; inversión
L3. Descarbonización de procesos	C1, C2, CA1, CA3, L1	1.1, 1.2, 1.3, 3.3, 4.1, 4.3, 5.1, 5.5	Normas; regulación; infraestructura de calidad; validación; compras	Menor huella de procesos y productos intensivos en carbono	Factor clinker; sustitución térmica; hornos modernizados; normas
L4. Economía circular y recursos	C1, C2, CA1	1.1, 1.3, 3.2, 3.3, 4.3, 5.3, 5.5	Trazabilidad; logística; estándares; mercado; coordinación	Residuos y subproductos valorizados; menos materia prima virgen	Toneladas valorizadas; cadenas habilitadas; pilotos; reducción GEI
L5. Refrigerantes y gases fluorados	R1, R2	1.2, 2.1, 2.2, 2.3, 3.3, 4.1, 5.2, 5.4, 5.5	Regulación; registro; técnicos; equipos; recuperación; datos	Transición a refrigerantes de bajo PCG y equipos eficientes	Consumo HFC; equipos sustituidos; técnicos certificados; refrigerante recuperado
L6. Innovación y desarrollo tecnológico	C1, C2, C3, CA1, CA2, L1, R1, R2	2.2, 2.3, 3.2, 3.3, 4.3, 5.4	Pilotos; CITE; laboratorios; fondos; propiedad intelectual	Tecnologías validadas, escaladas y difundidas	Pilotos; tecnologías escaladas; recursos I+D+i; servicios de laboratorio
L7. Fortalecimiento de capacidades	Todas las sectoriales	2.1, 2.3, 3.3, 5.1, 5.2, 5.3, 5.4, 5.5	Oferta formativa; asistencia; materiales; certificación; AP+L	Actores capaces de formular, financiar, operar y reportar proyectos	Personas y empresas capacitadas; planes; AP+L; proyectos implementados
L8. Habilitadores y gobernanza	Todas las sectoriales	Todas las transversales	Coordinación; financiamiento; datos; MRV; infraestructura de calidad	Implementación articulada, financiable, medible y escalable	Acuerdos; recursos; barreras resueltas; reportes; avance de hoja de ruta

Tabla 6-X. Correlación entre líneas estratégicas, acciones sectoriales, acciones transversales, habilitadores, resultados e indicadores. Elaboración propia con base en los capítulos 6 al 11.

Figura 6-X. Cadena de correlación de la ADIM 2030

LÍNEAS ESTRATÉGICAS	ACCIONES SECTORIALES	ACCIONES TRANSVERSALES	HABILITADORES	RESULTADOS Y MRV
8 objetivos de transformación	Intervenciones por subsector y fuente de emisión	Regulación, datos, tecnología, financiamiento, capacidades y coordinación	Condiciones normativas, financieras, técnicas e institucionales	Productos, resultados, reducción de emisiones y aprendizaje

Lectura: las acciones transversales habilitan y aceleran las acciones sectoriales; ambas se organizan por líneas estratégicas y se verifican mediante indicadores, responsables, fuentes y frecuencias de reporte.

7. PORTAFOLIO DE ACCIONES ESTRATÉGICAS DE DESCARBONIZACIÓN

7.1. Enfoque del portafolio

El portafolio de la ADIM 2030 se organiza por líneas estratégicas de intervención, manteniendo la diferenciación funcional entre acciones estratégicas sectoriales y acciones estratégicas transversales. Esta organización permite evidenciar la relación entre las medidas de mitigación, las acciones que producen reducciones directas o habilitan su implementación, las fichas operativas, los actores responsables, los habilitadores y el sistema de monitoreo, reporte y evaluación.

Las acciones sectoriales se dirigen a procesos, tecnologías, equipos, sustancias o prácticas específicas de los subsectores priorizados. Las acciones transversales tienen alcance multisectorial e intersectorial: crean condiciones regulatorias, técnicas, financieras, institucionales, de información y capacidades para que las medidas sectoriales puedan ejecutarse, escalarse y reportarse. Las fichas técnicas contenidas en los anexos constituyen parte integrante del portafolio y deberán ser utilizadas como instrumento operativo de implementación.

La priorización de las acciones sectoriales responde al potencial de reducción de emisiones, costo-efectividad, madurez tecnológica, factibilidad de implementación, alineamiento con NDC, contribución a competitividad y economía circular, y viabilidad institucional. Las acciones transversales se priorizan por su capacidad de remover barreras comunes, habilitar más de una medida sectorial, movilizar inversión, fortalecer la calidad de la información y sostener una implementación verificable.

7.2. Acciones estratégicas sectoriales priorizadas

Código	Acción estratégica sectorial	Subsector	Línea estratégica principal	Acciones transversales prioritarias asociadas
C1	Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país	Cemento	L3. Descarbonización de procesos industriales; L4. Economía circular y uso eficiente de recursos	1.1; 1.2; 3.3; 4.1; 5.1; 5.5

Código	Acción estratégica sectorial	Subsector	Línea estratégica principal	Acciones transversales prioritarias asociadas
C2	Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros	Cemento	L2. Electrificación y energías limpias; L3. Descarbonización de procesos industriales; L4. Economía circular y uso eficiente de recursos	1.2; 1.3; 3.2; 3.3; 4.1; 4.3; 5.3; 5.5
C3	Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras	Cemento	L1. Eficiencia energética industrial; L2. Electrificación y energías limpias	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.5
CA1	Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal	Cal	L2. Electrificación y energías limpias; L3. Descarbonización de procesos industriales; L4. Economía circular y uso eficiente de recursos	1.2; 1.3; 3.1; 3.2; 3.3; 4.1; 4.3; 5.3; 5.5
CA2	Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal	Cal	L1. Eficiencia energética industrial; L2. Electrificación y energías limpias	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.3; 5.5
CA3	Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal	Cal	L3. Descarbonización de procesos industriales; L6. Innovación y desarrollo tecnológico; L8. Condiciones habilitantes y gobernanza	2.1; 2.2; 2.3; 3.3; 4.3; 5.3; 5.4
L1	Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles	Ladrillos	L1. Eficiencia energética industrial; L2. Electrificación y energías limpias; L3.	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 5.2; 5.3; 5.5

Código	Acción estratégica sectorial	Subsector	Línea estratégica principal	Acciones transversales prioritarias asociadas
			Descarbonización de procesos industriales	
R1	Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas	Refrigerantes	L5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados; L7. Fortalecimiento de capacidades	3.3; 4.1; 4.3; 5.2; 5.5
R2	Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera	Refrigerantes	L1. Eficiencia energética industrial; L2. Electrificación y energías limpias; L5. Gestión de refrigerantes y gases fluorados; L6. Innovación y desarrollo tecnológico	3.1; 3.3; 4.1; 4.2; 4.3; 5.2; 5.5

7.3. Acciones estratégicas transversales y función operativa

Código	Acción estratégica transversal	Función operativa principal	Medidas sectoriales prioritariamente habilitadas
1.1	Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono	Habilitar el uso de cementos adicionados y materiales de menor huella en proyectos públicos y privados	C1
1.2	Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización	Identificar barreras, reducir duplicidades y mejorar la predictibilidad de proyectos	C1, C2, CA1, CA2, CA3, L1, R1 y R2
1.3	Marco regulatorio para coprocesamiento y	Regular la clasificación, trazabilidad, valorización, control	C2 y CA1

Código	Acción estratégica transversal	Función operativa principal	Medidas sectoriales prioritariamente habilitadas
	economía circular en cemento y otras industrias	y uso de residuos y biomasa	
2.1	Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera	Mejorar la medición, reporte, reconocimiento e incentivos para la gestión de emisiones	Todas las acciones sectoriales, con prioridad en CA3, R1 y R2
2.2	Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales	Integrar y transparentar información de emisiones, energía, acciones y resultados	Todas las acciones sectoriales
2.3	Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono	Estandarizar metodologías, factores de emisión y formatos de reporte	Todas las acciones sectoriales, con prioridad en C1, C3, CA3, L1, R1 y R2
3.1	Programas de eficiencia energética y combustibles limpios	Implementar paquetes de eficiencia, electrificación y sustitución de combustibles	C3, CA1, CA2, L1 y R2
3.2	Proyectos y/o pilotos de economía circular y valorización de residuos	Validar y demostrar soluciones circulares con potencial de réplica	C2 y CA1, y complementariamente C1
3.3	Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización	Formular proyectos, realizar diagnósticos y acompañar la implementación	Todas las acciones sectoriales
4.1	Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización	Reducir barreras de capital, riesgo y costo financiero	Todas las acciones sectoriales, con prioridad en C3, CA1, CA2, L1, R1 y R2
4.2	Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde	Dar elegibilidad y claridad técnica a inversiones verdes y de transición	C3, CA2, L1 y R2
4.3	Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización	Reducir la incertidumbre de nuevas tecnologías y facilitar demostraciones	C2, CA1, CA3, R1 y R2
5.1	Capacitación en diseño y uso de cementos verdes	Ampliar la demanda y confianza en cementos y concretos de menor huella	C1

Código	Acción estratégica transversal	Función operativa principal	Medidas sectoriales prioritariamente habilitadas
5.2	Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción	Fortalecer capacidades de gestión de carbono, energía y proyectos	Todas las acciones sectoriales
5.3	Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización	Coordinar decisiones, resolver barreras y validar hojas de ruta	Todas las acciones sectoriales
5.4	Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad	Fortalecer ensayos, certificación, metrología y acreditación	C1, C2, CA3, R1 y R2
5.5	Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia para la descarbonización industrial	Convertir los objetivos de la Agenda en compromisos empresariales verificables	Todas las acciones sectoriales

7.4. Integración de las fichas operativas

Las fichas de acciones estratégicas sectoriales y transversales incluidas en los anexos forman parte integral del presente portafolio. Para asegurar su consistencia operativa, cada ficha deberá incorporar o confirmar, como mínimo, los siguientes campos: código y nombre de la acción; línea estratégica principal y líneas complementarias; subsector o ámbito de aplicación; fuente de emisión abordada; objetivo y descripción operativa; actores con competencias; horizonte temporal; productos esperados; indicadores de actividad, resultado y mitigación; línea de base o información requerida; metodología de medición; frecuencia de reporte; condiciones habilitantes; dependencias; riesgos; co-beneficios; y vinculación con las medidas NDC cuando corresponda.

7.5. Secuencia lógica de implementación

La implementación del portafolio seguirá una secuencia de cuatro momentos interrelacionados:

Primero, se habilitan las condiciones regulatorias, de información, coordinación y financiamiento mediante las acciones 1.1 a 1.3, 2.1 a 2.3, 4.1, 4.2, 5.3 y 5.4.

Segundo, se desarrollan capacidades, diagnósticos, asistencia técnica y proyectos y pilotos mediante las acciones 3.3, 4.3, 5.1 y 5.2.

Tercero, se ejecutan y escalan las acciones sectoriales C1, C2, C3, CA1, CA2, CA3, L1, R1 y R2.

Cuarto, se consolidan mecanismos de compromiso y mejora continua mediante AP+L, MRV,

transparencia, revisión de resultados y actualización periódica de la Agenda.

Las etapas no son estrictamente lineales: determinadas inversiones y pilotos pueden iniciarse en paralelo durante el corto plazo, siempre que cuenten con condiciones mínimas de seguridad, financiamiento, capacidad técnica y trazabilidad de resultados.

8. HABILITADORES PARA LA DESCARBONIZACIÓN DE LA INDUSTRIA MANUFACTURERA

8.1. Enfoque

Los habilitadores son las condiciones, instrumentos y capacidades que permiten convertir el portafolio de acciones en resultados verificables de descarbonización. Para efectos de la ADIM 2030, los habilitadores se operacionalizan mediante acciones concretas, responsables institucionales, productos esperados, plazos, dependencias e indicadores. Por tanto, no se presentan únicamente como categorías conceptuales, sino como componentes de implementación vinculados explícitamente con las acciones sectoriales y las fichas técnicas.

8.2. Matriz de acciones habilitadoras prioritarias

Habilitador	Acción habilitadora concreta	Acciones estratégicas relacionadas	Responsable líder	Plazo tentativo	Acciones Sectoriales habilitadas
Regulación y normas	Actualizar normas técnicas y especificaciones de obra para cementos y concretos de bajo carbono	1.1	PRODUCE e INACAL, en articulación con MVCS	2026-2028: propuesta y validación; 2029-2030: aplicación	C1
Regulación y permisos	Mapear barreras regulatorias, proponer armonización y emitir lineamientos de simplificación y predictibilidad	1.2	PRODUCE, en articulación con MINAM, MINEM, OEFA y entidades competentes	2026-2028	C1, C2, CA1, CA2, CA3, L1, R1 y R2
Economía circular	Establecer lineamientos y un marco de trazabilidad para residuos, biomasa y coprocesamiento	1.3	PRODUCE y MINAM, con OEFA y actores de cadena	2026-2028: diseño; 2029-2030: implementación	C2 y CA1
Información y MRV	Adaptar y ampliar las herramientas de Huella de Carbono a subsectores manufactureros prioritarios	2.1	PRODUCE y MINAM	2026-2030	Todas las AS
Información y transparencia	Diseñar e implementar una plataforma de datos interoperable para emisiones industriales, acciones e indicadores	2.2	PRODUCE, con MINAM, OEFA, OSINERGMIN y entidades proveedoras de datos	2026-2028: diseño y puesta en marcha; 2029-2030: ampliación	Todas las AS
Capacidades de	Elaborar y actualizar guías sectoriales	2.3	PRODUCE y MINAM,	2026-2030	Todas las AS

Habilitador	Acción habilitadora concreta	Acciones estratégicas relacionadas	Responsable líder	Plazo tentativo	Acciones Sectoriales habilitadas
medición	de cálculo de huella de carbono y reporte		con gremios, CITE y academia		
Tecnología	Diseñar programas sectoriales de eficiencia energética, electrificación y combustibles limpios	3.1	PRODUCE, MINEM y OSINERGMIN	2026-2028: pilotos; 2029-2030: escalamiento	C3, CA1, CA2, L1 y R2
Innovación circular	Financiar y acompañar pilotos de valorización de residuos y subproductos	3.2	PRODUCE, CITE, ProInnovate y gobiernos regionales	2026-2028: pilotos; 2029-2030: escalamiento	C2 y CA1
Asistencia técnica	Implementar una red de asistencia técnica y formulación de proyectos de descarbonización	3.3	PRODUCE, ITP-CITE, gremios y academia	2026-2030	Todas las AS
Financiamiento	Diseñar incentivos, líneas de crédito, garantías y mecanismos de reducción de riesgo	4.1	PRODUCE, MEF, COFIDE y banca	2026-2028: diseño; 2029-2030: expansión	Todas las AS
Financiamiento verde	Incorporar criterios industriales en la taxonomía verde y en productos financieros	4.2	PRODUCE, MEF, MINAM, SBS y banca	2026-2028: criterios; 2029-2030: aplicación	C3, CA2, L1 y R2
Innovación financiera	Ejecutar convocatorias de cofinanciamiento para pilotos y demostraciones	4.3	PRODUCE, ProInnovate, cooperación y fondos climáticos	2026-2030	C2, CA1, CA3, R1 y R2
Capacidades	Capacitar a diseñadores y	5.1	PRODUCE, MVCS,	2026-2030	C1

Habilitador	Acción habilitadora concreta	Acciones estratégicas relacionadas	Responsable líder	Plazo tentativo	Acciones Sectoriales habilitadas
sectoriales	profesionales en cementos y concretos de menor huella		INACAL, ASOCCEM, Colegio de Ingenieros y universidades		
Capacidades empresariales	Desarrollar programas de huella de carbono, MRV y planes de reducción para empresas	5.2	PRODUCE, MINAM, gremios, CITE y academia	2026-2030	Todas las AS
Coordinación	Instalar mesas técnicas sectoriales con mandatos, agendas y productos definidos	5.3	PRODUCE, con MINAM y actores sectoriales	2026-2028: instalación; 2029-2030: consolidación	Todas las AS
Infraestructura de calidad	Diagnosticar y cerrar brechas en laboratorios, ensayos, certificación y acreditación	5.4	PRODUCE e INACAL, con laboratorios, CITE y universidades	2026-2030	C1, C2, CA3, R1 y R2
Compromisos voluntarios	Suscribir Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) con metas, indicadores, reporte y mecanismos de reconocimiento	5.5	PRODUCE, con empresas y gremios	2026-2028: APL piloto; 2029-2030: ampliación	Todas las AS

8.3. Dependencias críticas

La actualización de normas y la armonización regulatoria son condiciones críticas para C1, C2, CA1 y R1. La disponibilidad de financiamiento y garantías es crítica para C3, CA2, L1 y R2. La información técnica, metodologías de cálculo, validación académica y reglas de reporte son críticas para CA3. La capacitación y certificación técnica constituyen condiciones de seguridad y desempeño para R1, R2 y L1. La infraestructura de calidad es indispensable para validar materiales de menor huella, combustibles alternativos, desempeño energético y tecnologías de refrigeración.

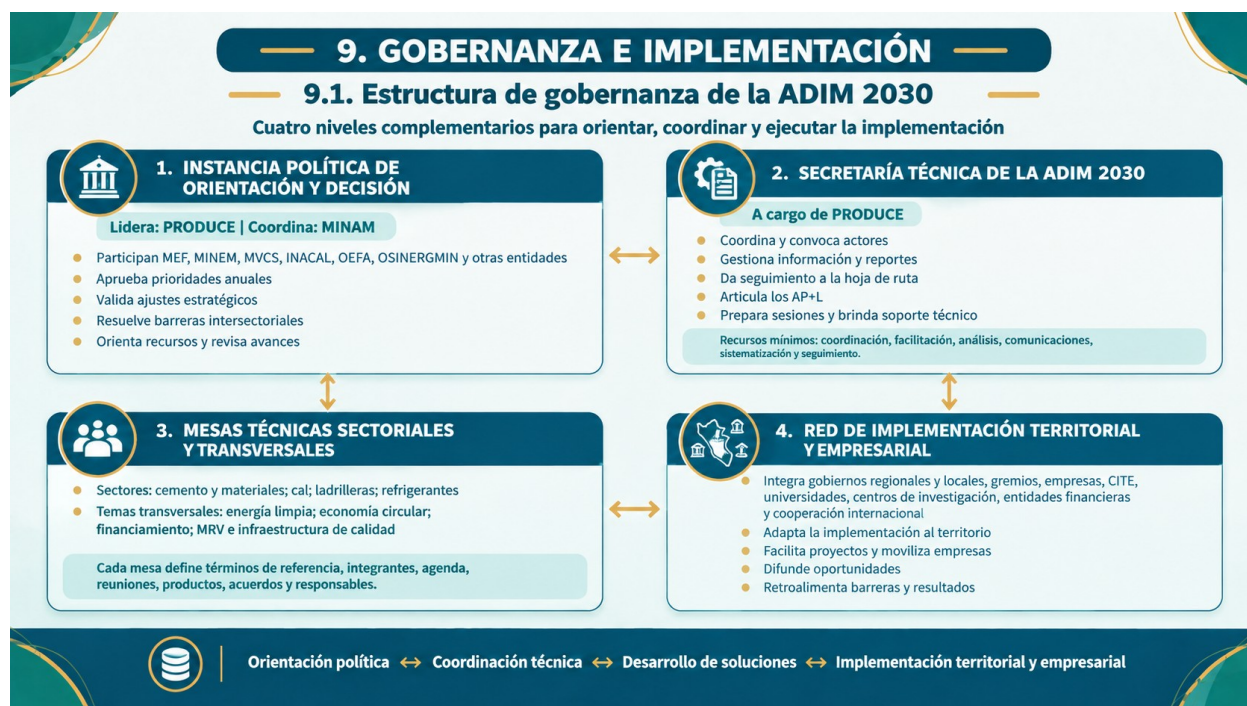
8.4. Principio de articulación

Los habilitadores no sustituyen las acciones sectoriales ni se contabilizan como reducciones independientes de emisiones. Su contribución se expresa en la creación de condiciones para que las acciones sectoriales se implementen con mayor velocidad, cobertura, calidad, sostenibilidad y verificabilidad. Por ello, las reducciones de emisiones inducidas por las acciones transversales se reportarán en la medida sectorial que las materializa, evitando el doble conteo.

9. GOBERNANZA E IMPLEMENTACIÓN

9.1. Estructura de gobernanza

La gobernanza de la ADIM 2030 se organiza en cuatro niveles complementarios: i) instancia política de orientación y decisión; ii) secretaría técnica sectorial; iii) mesas técnicas sectoriales y transversales; y iv) red de implementación territorial y empresarial.



Instancia política de orientación y decisión

Será liderada por PRODUCE, en coordinación con MINAM y con participación de las entidades públicas que resulten pertinentes según la agenda anual: MEF, MINEM, MVCS, INACAL, OEFA, OSINERGMIN y otras. Sus funciones serán aprobar prioridades anuales, validar ajustes estratégicos, resolver barreras intersectoriales de alto nivel, orientar la movilización de recursos y revisar los informes anuales de avance.

Secretaría técnica de la ADIM 2030

Será ejercida por PRODUCE, a través de la instancia competente, con responsabilidades de coordinación general, gestión de información, convocatoria de actores, seguimiento de la hoja de ruta, consolidación de reportes, preparación de sesiones de la instancia política, articulación de AP+L y soporte a las mesas técnicas. La Secretaría Técnica deberá contar, como mínimo, con recursos para coordinación, facilitación, análisis de información, comunicaciones,

sistematización y seguimiento.

Mesas técnicas sectoriales y transversales

Se instalarán mesas para cemento y materiales de construcción; cal; ladrilleras; refrigerantes; eficiencia energética y energías limpias; economía circular y valorización de residuos; financiamiento e incentivos; y MRV e infraestructura de calidad. Estas mesas podrán ampliar sus temas, agruparse o ajustarse de acuerdo con la demanda y disponibilidad de actores. Cada mesa contará con términos de referencia, integrantes, agenda anual, frecuencia mínima de reuniones, productos esperados, acuerdos registrados y responsables de seguimiento.

Red de implementación territorial y empresarial

Integrará gobiernos regionales y locales, gremios, empresas, CITE, universidades, centros de investigación, entidades financieras y cooperación internacional. Tendrá como función adaptar la implementación a las realidades territoriales, facilitar proyectos, difundir oportunidades, movilizar empresas y retroalimentar a la Secretaría Técnica sobre barreras y resultados.

9.2. Competencias y responsabilidades institucionales

Actor	Competencias en la ADIM 2030	Responsabilidades operativas principales
PRODUCE	Rector sectorial, conductor, implementador y promotor	Liderar la Agenda; ejercer la Secretaría Técnica; coordinar las medidas NDC sectoriales; convocar la instancia política y las mesas técnicas; promover los Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L); articular la red CITE; gestionar asistencia técnica; consolidar reportes sectoriales; proponer ajustes regulatorios e instrumentos de promoción.
MINAM	Rector de política climática, regulador y articulador de MRV	Asegurar el alineamiento con la ENCC y las NDC; orientar metodologías de inventario, MRV y transparencia; articular la Huella de Carbono Perú; integrar avances en los reportes climáticos nacionales; y coordinar los aspectos de refrigerantes, residuos y economía circular dentro de sus competencias.
MEF	Regulador y promotor financiero	Evaluar incentivos, marcos fiscales y mecanismos de inversión; promover el financiamiento sostenible; obras por impuestos; articular criterios de taxonomía verde; y apoyar el acceso a fondos climáticos, garantías y mecanismos de reducción de riesgo para inversiones de descarbonización industrial.

Actor	Competencias en la ADIM 2030	Responsabilidades operativas principales
MINEM y OSINERGMIN	Regulación y articulación energética	Coordinar los temas vinculados con electricidad, combustibles, eficiencia energética, seguridad energética e información relevante para el seguimiento de las acciones de electrificación, sustitución de combustibles y gestión energética.
MVCS	Articulación con construcción e infraestructura	Incorporar criterios de menor huella de carbono en especificaciones, normas y procesos vinculados a materiales de construcción, especialmente cementos y concretos de bajo carbono, en coordinación con PRODUCE e INACAL.
INACAL	Infraestructura de calidad	Promover la actualización de normas técnicas, metrología, acreditación, certificación y ensayos requeridos para validar productos, materiales, procesos y tecnologías de menor huella de carbono.
OEFA	Fiscalización y soporte técnico regulatorio	Participar en la articulación de criterios de control ambiental, trazabilidad, monitoreo y cumplimiento en las materias que correspondan, especialmente en la valorización de residuos, coprocesamiento y gestión ambiental de proyectos industriales.
Gobiernos regionales y locales	Implementadores y promotores territoriales	Incorporar la Agenda en instrumentos territoriales; facilitar mesas técnicas, proyectos piloto y procesos participativos; articular empresas, gremios y academia; y promover soluciones acordes con los recursos, el tejido industrial y las condiciones regionales.
Gremios empresariales	Implementadores colectivos y promotores	Convocar empresas; difundir la Agenda entre sus afiliados; apoyar AP+L y hojas de ruta sectoriales; canalizar barreras, propuestas y necesidades del sector privado; y organizar capacitación, asistencia técnica e intercambio de experiencias.
Empresas manufactureras	Implementadores centrales	Diseñar, financiar y ejecutar proyectos de descarbonización; adoptar sistemas de gestión de energía y carbono; reportar información; participar en AP+L, pilotos, mesas técnicas y procesos de validación; y difundir buenas prácticas en sus cadenas de valor.
ITP-CITE, academia y centros de investigación	Soporte técnico, capacitación e innovación	Desarrollar asistencia técnica, investigación aplicada, pilotos, metodologías, ensayos, formación y transferencia tecnológica; generar evidencia para la

Actor	Competencias en la ADIM 2030	Responsabilidades operativas principales
		validación de medidas; y apoyar el fortalecimiento de capacidades de empresas y entidades públicas.
Sistema financiero y cooperación internacional	Financiamiento y soporte	Diseñar productos financieros; movilizar recursos; brindar líneas de crédito, garantías, cofinanciamiento y asistencia técnica; facilitar el acceso a fondos climáticos; y promover el intercambio de experiencias, tecnologías y buenas prácticas internacionales.

9.3. Mecanismos de coordinación y decisión

La instancia política sesionará, como mínimo, una vez al año para aprobar el plan anual de implementación, revisar el informe de resultados, priorizar barreras intersectoriales y validar ajustes estratégicos. La Secretaría Técnica realizará seguimiento trimestral a la hoja de ruta y consolidará alertas sobre retrasos, riesgos, brechas de financiamiento y necesidades de coordinación. Las mesas técnicas tendrán una periodicidad mínima semestral, sin perjuicio de reuniones adicionales según los proyectos en curso.

Las decisiones técnicas se tomarán en las mesas mediante acuerdos documentados. Las decisiones que requieran coordinación intersectorial, recursos adicionales o ajuste de políticas serán elevadas por la Secretaría Técnica a la instancia política. Los acuerdos, productos, responsables y plazos serán registrados en la plataforma de seguimiento de la ADIM 2030.



9.4. Flujos de información

Las empresas, gremios, CITE, gobiernos regionales y entidades implementadoras reportarán información de avance a través de los mecanismos definidos por PRODUCE y el sistema de MRV. La Secretaría Técnica consolidará la información, verificará consistencia básica y la remitirá al MINAM cuando corresponda para la articulación con los sistemas nacionales. La plataforma de datos contará con niveles de acceso y protocolos de confidencialidad para proteger información empresarial sensible, sin limitar la publicación de indicadores agregados, avances de implementación y resultados de transparencia pública.

9.5. Recursos mínimos de implementación

La implementación requerirá recursos para: secretaría técnica; facilitación de mesas; desarrollo de normas, guías y herramientas; asistencia técnica; capacitación; diseño y operación de la plataforma de información; pilotos y demostraciones; fortalecimiento de infraestructura de calidad; monitoreo y verificación; comunicaciones y difusión. La definición anual de recursos deberá ser parte del plan operativo de la ADIM 2030 y combinar recursos públicos, privados, cooperación internacional y financiamiento verde.

10. SISTEMA DE MONITOREO, REPORTE Y EVALUACIÓN

10.1. Objetivo y alcance

El sistema de monitoreo, reporte y evaluación de la ADIM 2030 tiene por objetivo generar información oportuna, trazable y útil para seguir el avance de las acciones estratégicas, verificar resultados, identificar barreras, apoyar decisiones de gestión y comunicar la contribución de la industria manufacturera a las medidas NDC y a los objetivos climáticos nacionales.

El sistema se articulará con la Huella de Carbono Perú, los inventarios nacionales de GEI, los registros sectoriales de PRODUCE, la información energética disponible, los reportes de AP+L, las fichas de acciones estratégicas y la plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales. Su diseño deberá evitar doble conteo, proteger información confidencial y diferenciar entre indicadores de implementación, resultados intermedios y mitigación.

10.2. Arquitectura de indicadores

Tipo de indicador	Propósito	Ejemplos
Implementación	Verificar que las acciones, productos y habilitadores se ejecuten conforme a lo programado.	Normas actualizadas; mesas técnicas instaladas; guías publicadas; Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) suscritos; empresas capacitadas; proyectos piloto iniciados; financiamiento aprobado o movilizado.
Resultado intermedio	Medir cambios en prácticas, capacidades, tecnología, gestión y desempeño de las empresas o subsectores intervenidos.	Factor clínker; consumo específico de energía; porcentaje de sustitución térmica; tasa de fuga de refrigerantes; toneladas de residuos valorizados; empresas que reportan su huella de carbono; porcentaje de proyectos con financiamiento.
Mitigación	Estimar la reducción, evitación o remoción de emisiones de gases de efecto invernadero cuando exista una metodología aplicable y datos verificables.	Toneladas de CO ₂ equivalente (tCO ₂ e) reducidas por sustitución de clínker, eficiencia energética, cambio de combustible, reemplazo de refrigerantes, modernización de hornos o recarbonatación validada.
Co-beneficios	Registrar efectos adicionales	Ahorro energético; reducción de costos

Tipo de indicador	Propósito	Ejemplos
	relacionados con competitividad, productividad, calidad, empleo, salud, economía circular y desarrollo tecnológico.	operativos; número de empleos o técnicos capacitados; menor generación de residuos; mejoras en la calidad del aire; inversión movilizada; mayor acceso a mercados o financiamiento verde.

10.3. Indicadores preliminares por medida sectorial

Código	Indicadores de implementación y resultado	Indicadores de mitigación o desempeño	Fuente y responsable preliminar	Frecuencia
C1	Factor clínker promedio; toneladas de materiales cementicios suplementarios utilizadas; número de normas y especificaciones actualizadas; número de proyectos que utilizan cementos adicionales	Toneladas de CO2 equivalente (tCO2e) reducidas por disminución del factor clínker; reducción de la intensidad de emisiones de proceso por tonelada de cemento	Empresas cementeras, ASOCEM, PRODUCE, INACAL y MVCS	Anual
C2	Porcentaje de sustitución térmica; toneladas de residuos y biomasa valorizados; número de plantas con sistemas de trazabilidad y control implementados	tCO2e reducidas por sustitución de combustibles fósiles; emisiones evitadas por valorización de residuos, cuando la metodología lo permita	Empresas cementeras, gestores de residuos, PRODUCE, MINAM y OEFA	Anual
C3	Número de auditorías energéticas realizadas; número de plantas con sistemas de gestión energética; consumo específico térmico y eléctrico; inversión en eficiencia energética	tCO2e reducidas por menor consumo energético y menor intensidad de emisiones	Empresas cementeras, PRODUCE, MINEM y OSINERGMIN, cuando corresponda	Anual
CA1	Toneladas de biomasa y combustibles alternativos utilizados; porcentaje de sustitución de combustibles; número de plantas	tCO2e reducidas por sustitución de combustibles fósiles	Empresas de cal, PRODUCE, MINAM y MINEM	Anual

Código	Indicadores de implementación y resultado	Indicadores de mitigación o desempeño	Fuente y responsable preliminar	Frecuencia
	habilitadas			
CA2	Consumo específico de electricidad; número de proyectos de gestión energética y modernización; electricidad de menor intensidad de carbono contratada o utilizada, cuando corresponda	tCO2e reducidas por eficiencia energética y menor intensidad de emisiones asociada al consumo eléctrico, según metodología aplicable	Empresas de cal, PRODUCE y MINEM	Anual
CA3	Metodología aprobada o validada; número de estudios y pilotos ejecutados; toneladas de producto bajo seguimiento	tCO2e reconocidas por recarbonatación, únicamente cuando exista metodología validada, trazabilidad y reglas para evitar doble conteo	PRODUCE, MINAM, academia y empresas de cal	Anual o según ciclos de estudio
L1	Número de hornos modernizados; número de ventiladores instalados; número de productores capacitados; porcentaje de unidades productivas con mejoras tecnológicas	tCO2e reducidas por menor consumo de combustible y por cambio tecnológico en los hornos	PRODUCE, gobiernos regionales, asociaciones de ladrilleros y empresas	Semestral y anual
R1	Cantidad de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global (PCG) sustituidos; número de técnicos capacitados; número de equipos con inventario actualizado; cantidad de gases recuperados	tCO2e reducidas por sustitución de refrigerantes y reducción de fugas	Empresas, proveedores, técnicos certificados, PRODUCE y MINAM	Anual
R2	Número de equipos de refrigeración renovados o reconvertidos; consumo energético de los equipos; porcentaje de equipos que utilizan refrigerantes de bajo PCG	tCO2e reducidas por eficiencia energética y uso de refrigerantes de menor PCG	Empresas manufactureras, proveedores y PRODUCE	Anual

10.4. Indicadores de acciones transversales

Las acciones transversales reportarán, como mínimo, los siguientes indicadores:

- 1.1: número de normas técnicas y especificaciones actualizadas; porcentaje de obras o proyectos que incorporan especificaciones compatibles con cementos de menor huella.
- 1.2: número de barreras regulatorias identificadas, propuestas de mejora formuladas y disposiciones armonizadas.
- 1.3: marco o lineamientos aprobados; número de cadenas de residuos y biomasa con trazabilidad implementada.
- 2.1: número de empresas y subsectores incorporados a herramientas de Huella de Carbono; número de reconocimientos o reportes emitidos.
- 2.2: plataforma operativa; número de conjuntos de datos publicados; número de usuarios; periodicidad de actualización.
- 2.3: número de guías sectoriales elaboradas, actualizadas y utilizadas.
- 3.1: número de programas implementados; empresas atendidas; proyectos desarrollados; inversión movilizada.
- 3.2: número de proyectos, pilotos, toneladas valorizadas, soluciones replicadas y alianzas de cadena de valor.
- 3.3: número de empresas asistidas; proyectos formulados; proyectos que alcanzan financiamiento o implementación.
- 4.1: monto de créditos, garantías, incentivos o beneficios movilizados; número de empresas beneficiarias.
- 4.2: criterios industriales incorporados en taxonomía o productos financieros; volumen de financiamiento clasificado.
- 4.3: número de pilotos cofinanciados; recursos asignados; tecnologías escaladas.
- 5.1: número de profesionales capacitados; cursos desarrollados; aplicación en proyectos.
- 5.2: número de empresas capacitadas; planes de reducción elaborados; empresas que reportan avances.
- 5.3: número de mesas instaladas, sesiones realizadas, acuerdos, hojas de ruta y productos técnicos generados.
- 5.4: número de laboratorios, ensayos, normas, certificaciones o servicios fortalecidos.
- 5.5: número de AP+L suscritos; empresas adheridas; porcentaje de AP+L con metas e indicadores de GEI; resultados reportados.

10.5. Metodología, responsabilidades y frecuencia de reporte

La metodología de estimación de emisiones y reducciones se basará en las metodologías oficiales que correspondan, incluidas las directrices del IPCC aplicables, las metodologías de las NDC, factores de emisión aprobados o reconocidos, protocolos de Huella de Carbono Perú y guías sectoriales específicas. Para cada indicador se deberá definir línea de base, unidad de medida, fórmula, fuente de información, responsable de registro, responsable de validación,

frecuencia y mecanismo de resguardo de datos.

Las empresas y entidades implementadoras reportarán información con frecuencia semestral para indicadores de implementación críticos y anual para indicadores de desempeño y mitigación, salvo que la naturaleza de una medida requiera una frecuencia distinta. PRODUCE consolidará un informe anual de avance de la ADIM 2030. MINAM participará en la articulación metodológica y en la incorporación de información relevante a los sistemas nacionales de transparencia y seguimiento de NDC.

10.6. Plataforma de datos y transparencia

La acción 2.2 implementará una plataforma digital que integrará, progresivamente, información agregada de emisiones, energía, acciones, proyectos, indicadores, financiamiento, APL, pilotos y casos de éxito. La plataforma deberá contar con: protocolos de intercambio de datos; criterios de calidad; mecanismos de validación; reglas de confidencialidad; interoperabilidad con sistemas existentes cuando sea viable; tableros de control para gestión; y módulos públicos de transparencia con datos agregados.

10.7. Evaluación, aprendizaje y actualización

Se realizará una evaluación anual de avance y una revisión estratégica de mitad de período en 2028. La revisión utilizará resultados de MRV, funcionamiento de habilitadores, aprendizaje de pilotos, evolución de la regulación, disponibilidad tecnológica, acceso a financiamiento y aportes de las mesas técnicas. Con base en estos insumos, PRODUCE, en coordinación con MINAM y los actores pertinentes, podrá ajustar prioridades, incorporar nuevas medidas, reforzar acciones habilitadoras y actualizar la hoja de ruta.

11. HOJA DE RUTA DE IMPLEMENTACIÓN

11.1. Enfoque y secuencia

La hoja de ruta organiza la implementación de la ADIM 2030 entre 2026 y 2030. Su secuencia responde a la teoría de cambio de la Agenda: primero se habilitan condiciones mínimas de regulación, coordinación, financiamiento, información, infraestructura de calidad y capacidades; en paralelo se desarrollan diagnósticos, asistencia técnica y pilotos; posteriormente se escalan las inversiones y medidas sectoriales; finalmente se consolidan resultados, mecanismos de reporte y ajustes para el siguiente ciclo de planificación.

La hoja de ruta se estructura en tres fases: fase de instalación y diseño (2026); fase de habilitación y pilotaje (2027-2028); y fase de escalamiento y consolidación (2029-2030). Estas

fases son complementarias y pueden superponerse según el nivel de madurez de cada subsector y medida.

11.2. Cronograma preliminar por acción estratégica

Código / Acción	2026	2027	2028	2029	2030	Responsable líder	Dependencias principales
1.1. Normas y especificaciones para cementos bajos en carbono	Diagnóstico normativo y plan de trabajo	Propuesta y validación técnica	Aprobación o adopción progresiva	Aplicación y seguimiento	Evaluación y ajuste	PRODUCE, INACAL y MVCS	Participación de ASOCEM, Colegio de Ingenieros y laboratorios
1.2. Armonización regulatoria	Mapeo de barreras	Propuestas de mejora	Implementación de ajustes prioritarios	Seguimiento	Revisión	PRODUCE y MINAM	Coordinación con MINEM, OEFA y sectores competentes
1.3. Marco para coprocesamiento y circularidad	Diagnóstico y lineamientos	Validación con actores	Implementación inicial y trazabilidad	Escalamiento	Evaluación	PRODUCE y MINAM	Información de residuos, OEFA, gestores y empresas
2.1. Huella de Carbono industrial	Diagnóstico de brechas	Herramientas y pilotos sectoriales	Ampliación a subsectores	Consolidación	Actualización	PRODUCE y MINAM	Guías, empresas, gremios e ITP-CITE
2.2. Plataforma de datos	Diseño funcional y protocolos	Desarrollo y carga de datos base	Puesta en marcha	Ampliación e interoperabilidad	Consolidación	PRODUCE	Coordinación con MINAM, OEFA y OSINERGMIN
2.3. Guías sectoriales de cálculo	Priorización de subsectores	Elaboración de primeras guías	Difusión y capacitación	Nuevas guías y actualización	Revisión	PRODUCE y MINAM	Gremios, academia e ITP-CITE
3.1. Programas de	Diseño de	Pilotos	Evaluación y	Escalamiento	Consolidación	PRODUCE y	Financiamiento,

Código / Acción	2026	2027	2028	2029	2030	Responsable líder	Dependencias principales
eficiencia energética y combustibles limpios	programas		ampliación			MINEM	proveedores y asistencia técnica
3.2. Pilotos de economía circular y valorización de residuos	Convocatoria y selección	Ejecución	Evaluación y sistematización	Replicación	Escalamiento	PRODUCE, ITP-CITE y ProInnovate	Marco regulatorio y cadenas de valor
3.3. Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización	Diseño de red y herramientas	Atención a subsectores priorizados	Ampliación de cobertura	Integración con financiamiento	Consolidación	PRODUCE e ITP-CITE	Disponibilidad de especialistas y recursos
4.1. Incentivos y financiamiento	Diseño de instrumentos	Pilotos financieros	Ajuste y ampliación	Escalamiento	Evaluación	PRODUCE, MEF y COFIDE	Banca, elegibilidad de proyectos y taxonomía
4.2. Taxonomía verde	Elaboración de criterios	Aprobación o incorporación	Aplicación inicial	Uso en productos financieros	Revisión	PRODUCE, MEF y MINAM	SBS, banca y MRV
4.3. Cofinanciamiento de pilotos	Diseño de convocatoria	Primera convocatoria	Evaluación y segunda convocatoria	Escalamiento	Sistematización	PRODUCE y ProInnovate	Fondos disponibles y asistencia técnica
5.1. Capacitación en cementos verdes	Diseño curricular	Primeras cohortes	Ampliación regional	Institucionalización	Evaluación	PRODUCE, MVCS e INACAL	Universidades, colegios profesionales y ASOCEM

Código / Acción	2026	2027	2028	2029	2030	Responsable líder	Dependencias principales
5.2. Capacidades empresariales	Diseño de programa	Capacitación inicial	Ampliación	Integración con APL y financiamiento	Consolidación	PRODUCE y MINAM	Gremios, ITP-CITE y guías sectoriales
5.3. Mesas técnicas	Términos de referencia e instalación	Operación y acuerdos iniciales	Hojas de ruta sectoriales	Seguimiento y resolución de barreras	Consolidación	PRODUCE	Participación sostenida de actores
5.4. Infraestructura de calidad	Diagnóstico de brechas	Plan de fortalecimiento	Implementación inicial	Ampliación de servicios	Evaluación	INACAL y PRODUCE	Laboratorios, ITP-CITE y universidades
5.5. APL para descarbonización	Protocolo y convocatoria	APL piloto	Evaluación y expansión	Integración con MRV e incentivos	Consolidación	PRODUCE	Empresas, gremios y mecanismos de verificación
C1. Reducción del factor clinker	Línea de base y coordinación	Implementación y demostraciones	Escalamiento inicial	Ampliación de uso	Seguimiento de metas	Empresas cementeras y PRODUCE	1.1, 3.3, 4.1, 5.1 y 5.5
C2. Coprocesamiento	Identificación de oportunidades	Pilotos y acuerdos de cadena	Implementación con trazabilidad	Escalamiento	Seguimiento	Empresas cementeras y PRODUCE	1.3, 3.2, 4.1 y 4.3
C3. Eficiencia energética en cemento	Diagnósticos y cartera de proyectos	Inversiones iniciales	Ampliación	Escalamiento	Consolidación	Empresas cementeras	3.1, 3.3 y 4.1
CA1. Combustibles alternativos en cal	Diagnóstico de insumos y	Pilotos	Validación y ampliación	Escalamiento	Seguimiento	Empresas de cal y	1.3, 3.1, 4.1 y 4.3

Código / Acción	2026	2027	2028	2029	2030	Responsable líder	Dependencias principales
	barreras					PRODUCE	
CA2. Electricidad baja en carbono y gestión energética en cal	Diagnósticos y proyectos	Implementación inicial	Ampliación	Escalamiento	Consolidación	Empresas de cal	3.1, 4.1 y 4.2
CA3. Recarbonatación de la cal	Diseño metodológico	Estudios y pilotos	Validación técnica	Aplicación inicial	Integración al MRV, de corresponder	PRODUCE, MINAM y academia	2.1, 2.3, 4.3 y 5.4
L1. Modernización de ladrilleras	Priorización territorial y modelo de intervención	Pilotos y capacitación	Ampliación de unidades intervenidas	Escalamiento	Evaluación	PRODUCE y gobiernos regionales	3.1, 3.3, 4.1, 5.2 y 5.5
R1. Refrigerantes de bajo PCG	Inventarios y capacitación	Sustitución inicial y protocolos	Ampliación	Consolidación	Seguimiento	Empresas, PRODUCE y MINAM	Asistencia técnica, financiamiento y certificación
R2. Equipos eficientes de refrigeración	Identificación de equipos prioritarios	Pilotos y renovación inicial	Ampliación	Escalamiento	Consolidación	Empresas manufactureras	3.1, 4.1, 4.2 y 4.3

11.3. Hitos de implementación

Año / hito de cierre	Hitos principales
Hitos al cierre de 2026	- Instancia de gobernanza y Secretaría Técnica operativas. - Mesas técnicas priorizadas instaladas con términos de referencia aprobados. - Plan anual de implementación de la ADIM 2030 aprobado. - Diagnósticos de barreras regulatorias, capacidades, financiamiento e infraestructura de calidad elaborados. - Diseño funcional de la plataforma de datos y del sistema de indicadores aprobado. - Proyectos, pilotos y programas de asistencia técnica priorizados.
Hitos al cierre de 2027	- Propuestas normativas y lineamientos prioritarios sometidos a validación técnica e institucional. - Proyectos y/o programas piloto de eficiencia energética, combustibles limpios, economía circular, gestión de refrigerantes y modernización de hornos en ejecución. - Primeras guías sectoriales de cálculo de huella de carbono disponibles. - Instrumentos financieros piloto o mecanismos de articulación con la banca activados. - Primeros Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) de descarbonización suscritos o en proceso de implementación.
Hitos al cierre de 2028	- Plataforma de datos y transparencia operativa con información base de emisiones, acciones e indicadores. - Mesas técnicas con hojas de ruta sectoriales o paquetes de proyectos definidos. - Normas y especificaciones prioritarias actualizadas o en fase final de aprobación. - Evaluación de mitad de período realizada y hoja de ruta ajustada según resultados y brechas identificadas. - Pilotos evaluados y seleccionados para réplica, ampliación o escalamiento.
Hitos al cierre de 2029	- Instrumentos de financiamiento (como Oxl) y criterios de taxonomía verde aplicados a proyectos industriales elegibles. - Escalamiento de programas de eficiencia energética, cambio de combustibles, modernización de hornos, gestión de refrigerantes y economía circular. - AP+L ampliados a subsectores y territorios adicionales. - Indicadores de desempeño, implementación y mitigación reportados de manera consolidada.
Hitos al cierre de 2030	- Resultados de implementación y mitigación consolidados para las medidas priorizadas. - Informe final de avance de la ADIM 2030 elaborado y articulado con los mecanismos nacionales de seguimiento climático que correspondan. - Lecciones aprendidas, brechas remanentes y propuestas de actualización para

Año / hito de cierre	Hitos principales
	el horizonte posterior a 2030 aprobadas por la instancia de gobernanza.

11.4. Riesgos y medidas de gestión

Riesgo identificado	Medida de gestión propuesta
Retrasos regulatorios que limiten, demoren o generen incertidumbre para la implementación de medidas de descarbonización industrial.	Establecer una agenda regulatoria priorizada, con responsables institucionales definidos, plazos de trabajo, mesas de coordinación interinstitucional y mecanismos de seguimiento para los ajustes normativos requeridos.
Insuficiente acceso a financiamiento, especialmente para micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME), debido a barreras de capital inicial, garantías, riesgo percibido o limitada capacidad de estructuración de proyectos.	Combinar garantías, asistencia técnica para la formulación de proyectos bancables, instrumentos financieros diferenciados según tamaño de empresa, líneas de crédito verde, incentivos y mecanismos de cofinanciamiento.
Baja disponibilidad, calidad insuficiente o limitada trazabilidad de biomasa, residuos y subproductos valorizables para su aprovechamiento energético o material.	Desarrollar lineamientos técnicos y regulatorios, sistemas de trazabilidad, pilotos de articulación de cadenas de valor, protocolos de acondicionamiento y control de calidad, y mecanismos de coordinación entre generadores, gestores y empresas receptoras.
Falta de datos, metodologías, herramientas o capacidades institucionales y empresariales para implementar el sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV).	Implementar guías sectoriales de cálculo y reporte, asistencia técnica especializada, una plataforma de datos interoperable, protocolos de calidad y validación de información, y mecanismos de articulación con la Huella de Carbono Perú.
Limitada adopción empresarial de medidas de descarbonización por falta de información, riesgos percibidos, costos de transacción, restricciones operativas o ausencia de incentivos claros.	Articular incentivos financieros y no financieros, Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L), mecanismos de reconocimiento, difusión de casos de éxito, asistencia técnica y simplificación de procedimientos para reducir costos de transacción.
Insuficiente capacidad técnica para la gestión de refrigerantes, la modernización de ladrilleras y la adopción, operación y mantenimiento de nuevas tecnologías de descarbonización.	Implementar programas de capacitación y certificación, redes de asistencia técnica, vinculación con ITP-CITE, institutos técnicos, universidades y centros de formación, así como materiales técnicos y protocolos de operación

Riesgo identificado	Medida de gestión propuesta
	segura.

11.5. Vinculación entre hoja de ruta y MRV

Cada acción incluida en la hoja de ruta deberá contar con un responsable de reporte, un hito anual, un indicador de avance y, cuando corresponda, un indicador de resultado o mitigación. La Secretaría Técnica consolidará trimestralmente los avances de ejecución y anualmente los resultados de desempeño y emisiones. Los resultados del MRV alimentarán la actualización de prioridades, la asignación de recursos, la revisión de habilitadores y la rendición de cuentas de la ADIM 2030.

Anexos

Anexo de fichas de acciones estratégicas transversales identificadas

Ficha – Acción Estratégica 1.1 (Normativa)

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	1.1 – Actualización de normas técnicas y especificaciones para cementos y concretos de bajo carbono
Tipo	Normativa
Acción	Actualizar normas técnicas y especificaciones técnicas de obra para facilitar y priorizar el uso de cementos adicionados y productos de menor contenido de clinker en proyectos públicos y privados.
Subsector(es)	Cemento y materiales de construcción; obras públicas y privadas que utilizan concreto.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de proceso del cemento (IPPU) asociadas a la producción de clinker; emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) ligadas a la cocción de clinker, de manera indirecta, al reducir su contenido en el producto final.
Competencias:	Lidera: PRODUCE /INACAL; En articulación con: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento Implementa: Colegio de Ingenieros del Perú; ASOCEM.
Descripción	Desarrollar y actualizar normas técnicas peruanas y especificaciones de proyectos de infraestructura que reconozcan, habiliten y prioricen cementos de menor huella de carbono (con mayor proporción de adiciones y menor contenido de clinker), reduciendo barreras para su uso en licitaciones y obras públicas y privadas. La medida busca que los cementos de bajo carbono se conviertan en estándar técnico y no en excepción.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): revisión de normas existentes, elaboración de propuestas de actualización y validación técnica con actores sectoriales. Mediano plazo (2029–2030): aprobación y aplicación de normas actualizadas en proyectos públicos y privados, con seguimiento de su uso efectivo.
Indicadores (ejemplos)	- Número de normas técnicas y especificaciones de obra actualizadas para cementos y concretos de bajo carbono. - Porcentaje de obras públicas que incorporan especificaciones compatibles con cementos adicionados. - Evolución del factor clinker promedio en el país.
Co-beneficios	- Reducción de emisiones de CO₂ por tonelada de cemento producido. - Mayor eficiencia en el uso de recursos minerales y energéticos. - Mejora de la competitividad del sector cementero frente a mercados que exigen productos de menor huella de carbono.
Condiciones habilitantes	- Disponibilidad de estudios técnicos sobre desempeño de cementos adicionados. - Coordinación entre INACAL, Colegio de Ingenieros, PRODUCE, ASOCEM y Ministerio de Vivienda. - Participación de proyectistas y empresas constructoras en la actualización. - Difusión de las nuevas normas y capacitación para su aplicación.

Ficha – Acción Estratégica 1.2 (Normativa)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 1.2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	1.2 – Revisión y armonización de regulaciones ambientales que afectan proyectos de descarbonización
Tipo	Normativa
Acción	Revisar y armonizar normas sectoriales para eliminar barreras regulatorias a proyectos de descarbonización y tecnologías bajas en carbono.
Subsector(es)	Transversal a subsectores industriales que implementan proyectos de eficiencia energética, cambio de combustibles, cogeneración y uso de biomasa.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) y, de manera indirecta, emisiones de proceso que pueden reducirse a través de proyectos de descarbonización habilitados por normas más coherentes.
Competencias:	Lidera: PRODUCE En articulación con: MINAM; OEFA; OSINERGMIN; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.
Descripción	Identificar normas ambientales y sectoriales que generan duplicidades, desincentivos o vacíos para proyectos de descarbonización (como cogeneración, uso sostenible de biomasa, eficiencia energética) y adecuarlas para que faciliten la implementación de tecnologías bajas en carbono. La medida busca que el marco regulatorio sea claro, coherente y promotor de soluciones de descarbonización, reduciendo tiempos y costos de trámites.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): mapeo de normas relevantes, identificación de barreras y formulación de propuestas de armonización. Mediano plazo (2029–2030): aprobación de ajustes normativos y aplicación práctica en proyectos industriales, con monitoreo de su impacto.
Indicadores (ejemplos)	- Número de normas revisadas y armonizadas. - Reducción de tiempos promedio de trámite para proyectos de descarbonización. - Número de proyectos habilitados gracias a la simplificación regulatoria.
Co-beneficios	- Menores costos y tiempos administrativos para proyectos ambientales y energéticos. - Mayor claridad jurídica para empresas y autoridades. - Incremento en el número de proyectos de descarbonización viables en el país.
Condiciones habilitantes	- Coordinación efectiva entre autoridades sectoriales y ambientales. - Participación de empresas y gremios en la identificación de barreras. - Capacidad técnica para evaluar impactos de cambios normativos. - Mecanismos de consulta pública y transparencia.

Ficha – Acción Estratégica 1.3 (Normativa)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 1.3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	1.3 – Marco regulatorio para coprocesamiento y economía circular en cemento y otras industrias
Tipo	Normativa
Acción	Desarrollar o ajustar regulaciones que habiliten y promuevan el coprocesamiento de residuos en hornos cementeros y otras instalaciones industriales.
Subsector(es)	Cemento; otras industrias con potencial de coprocesamiento (por ejemplo, cal, ciertas químicas y generación térmica).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria en hornos industriales (1.A.2), mediante sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos y biomasa; reducción indirecta de emisiones asociadas a disposición de residuos.
Competencias:	Lidera: PRODUCE En articulación con: MINAM, OEFA; SUNAT-ADUANAS; Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Implementa: ASOCEN.
Descripción	Establecer reglas claras para el uso de residuos y biomasa como combustibles o insumos en hornos cementeros y otras instalaciones industriales, incluyendo criterios de clasificación, estándares de emisiones, trazabilidad y responsabilidades. La medida busca que el coprocesamiento y la economía circular se desarrollen bajo condiciones ambientales seguras, reduciendo emisiones y aprovechando residuos que hoy no tienen valorización adecuada.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño del marco regulatorio, consultas con actores y aprobación de normas base. Mediano plazo (2029–2030): implementación progresiva de coprocesamiento en plantas piloto y expansión a mayor escala, con monitoreo ambiental.
Indicadores (ejemplos)	• Volumen de residuos valorizados mediante coprocesamiento. • Porcentaje de sustitución de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos en hornos cementeros. • Número de plantas autorizadas para coprocesamiento bajo el nuevo marco.
Co-beneficios	• <u>Reducción de emisiones de GEI y contaminantes locales.</u> • Menor presión sobre rellenos sanitarios y disposición final de residuos. • Generación de cadenas de valor de economía circular entre gestores de residuos e industria.
Condiciones habilitantes	• Definición de criterios técnicos y ambientales consensuados. • Coordinación entre autoridades ambientales y de aduanas para flujos de residuos. • Capacidad de monitoreo y fiscalización. • Participación de empresas cementeras y otras industrias en el diseño del marco.

Ficha – Acción Estratégica 2.1 (Información / MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	2.1 – Fortalecimiento y ampliación del sistema de Huella de Carbono para industria manufacturera
Tipo	Información / MRV
Acción	Fortalecer y ampliar el sistema de Huella de Carbono para la industria manufacturera.
Subsector(es)	Transversal a todos los subsectores industriales que reporten huella de carbono.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de procesos industriales, combustión estacionaria y otras fuentes relevantes en la huella corporativa; todas aquellas que se cuantifican mediante el sistema de huella de carbono.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINAM Implementa: Gremios empresariales; academia.
Descripción	Actualizar factores de emisión locales, desarrollar guías sectoriales y ampliar beneficios e incentivos para empresas que reportan y reducen emisiones mediante el sistema nacional de Huella de Carbono. La medida busca incrementar la participación industrial en el sistema, mejorar la calidad de la información y conectar la medición con reconocimientos, financiamiento y compras públicas sostenibles.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): actualización de factores de emisión y elaboración de guías sectoriales prioritarias. Mediano plazo (2029–2030): ampliación del número de empresas y subsectores que reportan huella; vinculación con incentivos y financiamiento.
Indicadores (ejemplos)	- Número de empresas manufactureras inscritas en el sistema de Huella de Carbono. - Número de subsectores con guías específicas. <u>Volumen de emisiones reportadas y reducciones certificadas.</u>
Co-beneficios	- Mayor transparencia y credibilidad de la acción climática industrial. - Facilita acceso a financiamiento verde y mercados que exigen información de huella. - Mejora la gestión interna de emisiones en empresas.
Condiciones habilitantes	- Plataformas digitales operativas y accesibles. - Capacidad técnica para desarrollar factores sectoriales. - Coordinación entre MINAM y PRODUCE. - Difusión y capacitación a empresas sobre uso del sistema.

Ficha – Acción Estratégica 2.2 (Información / MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	2.2 – Plataforma de datos y transparencia para emisiones industriales
Tipo	Información / MRV
Acción	Implementar un portal de la agenda de descarbonización industrial que concentre información de emisiones, acciones y casos de éxito.
Subsector(es)	Transversal a toda la industria manufacturera.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones reportadas en inventarios, balances de energía, huella de carbono y monitoreos ambientales; la plataforma integra información más que intervenir directamente sobre las emisiones.
Competencias:	Lidera: PRODUCE En articulación con: MINAM; OSINERGMIN; OEFA.
Descripción	Integrar datos de inventarios de GEI, balances de energía, monitoreos ambientales y otros registros relevantes en una plataforma pública de transparencia y seguimiento a las metas de la ADIM 2030. La medida busca facilitar el acceso a información consolidada para empresas, autoridades y ciudadanía, reforzando la rendición de cuentas y la toma de decisiones basada en evidencia.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño, implementación y puesta en marcha de la plataforma con datos base. Mediano plazo (2029–2030): ampliación de contenidos, funcionalidades y frecuencia de actualización.
Indicadores (ejemplos)	- Plataforma operativa y número de visitas/usuarios activos. - Número de datasets publicados y actualizados regularmente. - Uso de la plataforma en reportes y decisiones de política.
Co-beneficios	- Mejora de la transparencia sobre emisiones industriales. - Facilita análisis comparativos y seguimiento de la agenda. - Apoya investigaciones y proyectos de innovación basados en datos.
Condiciones habilitantes	- Coordinación entre instituciones proveedoras de datos. - Capacidades en gestión de información y sistemas. - Protocolos claros de actualización y calidad de datos. - Comunicación y difusión del portal.

Ficha – Acción Estratégica 2.3 (Información / MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 2.3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	2.3 – Guías sectoriales de cálculo de huella de carbono
Tipo	Información / MRV
Acción	Elaborar guías e instructivos de cálculo de huella de carbono para subsectores industriales prioritarios.
Subsector(es)	Cemento; ladrillos; alimentos y bebidas; textiles; químicos; metales; papel y otros subsectores industriales relevantes.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones corporativas de alcance 1 y 2 (y, cuando sea pertinente, 3) en cada subsector; principalmente combustión, procesos y uso de productos.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINAM; Implementa: Gremios empresariales; universidades.
Descripción	Desarrollar documentos y herramientas sencillas que permitan a las empresas medir su huella de carbono con metodologías consistentes y adaptadas a su realidad sectorial, incluyendo ejemplos, factores de emisión específicos y formatos de reporte. La medida busca reducir barreras técnicas para la medición y estandarizar prácticas de cálculo entre empresas de un mismo subsector.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): elaboración de guías para subsectores de mayor intensidad de emisiones. Mediano plazo (2029–2030): expansión a otros subsectores y actualización periódica de guías según nueva información.
Indicadores (ejemplos)	- Número de guías sectoriales elaboradas y difundidas. - Número de empresas que las utilizan. - Calidad y consistencia de los datos de huella reportados por subsector.
Co-beneficios	- Facilita la participación de empresas en sistemas de huella y programas de reducción. - Mejora la comparabilidad entre empresas. - Reduce costos de consultoría al disponer de herramientas estándar.
Condiciones habilitantes	- Disponibilidad de información técnica sectorial. - Participación de gremios y universidades en la elaboración. - Mecanismos de difusión y capacitación asociados. - Actualización periódica de factores de emisión.

Ficha – Acción Estratégica 3.1 (Tecnológica)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	3.1 – Programas de eficiencia energética y combustibles limpios
Tipo	Tecnológica
Acción	Diseñar programas sectoriales de eficiencia energética y sustitución de combustibles en subsectores intensivos.
Subsector(es)	Subsectores con alto consumo energético (cemento, ladrillos, metales, alimentos y bebidas, textiles, pulpa y papel, entre otros).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) asociadas al uso de combustibles fósiles en hornos, calderas y equipos térmicos; emisiones indirectas ligadas al uso ineficiente de energía eléctrica.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINEM; OSINERGMIN; Implementa: Empresas; gremios sectoriales.
Descripción	Fomentar la implementación de sistemas de gestión energética, la realización de auditorías energéticas y el reemplazo de combustibles de alto contenido de carbono por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa sostenible, electricidad), así como la adopción de equipamiento eficiente en procesos térmicos y eléctricos. La medida busca reducir el consumo energético específico y la intensidad de carbono de la matriz energética industrial.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): identificación de subsectores prioritarios, diseño de programas y ejecución de pilotos. Mediano plazo (2029–2030): escalamiento de programas y consolidación de buenas prácticas en eficiencia energética y combustibles limpios.
Indicadores (ejemplos)	- Número de empresas que implementan sistemas de gestión energética. - Reducción del consumo específico de energía por unidad de producción en subsectores clave. - Porcentaje de combustibles limpios en la matriz energética industrial.
Co-beneficios	- Reducción de costos operativos por menor consumo de energía. - Mejora de la calidad del aire local. - Incremento de la competitividad por procesos más eficientes y menos intensivos en carbono.
Condiciones habilitantes	- Disponibilidad de técnicos y empresas proveedoras de servicios energéticos. - Acceso a financiamiento para inversiones en equipos eficientes. - Normas que faciliten el uso de combustibles limpios y biomasa sostenible.

Ficha – Acción Estratégica 3.2 (Tecnológica / Innovación)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	3.2 – Pilotos de economía circular y valorización de residuos
Tipo	Tecnológica / Innovación
Acción	Implementar proyectos piloto de economía circular y valorización de residuos en cadenas industriales.
Subsector(es)	Azúcar y agroindustria; alimentos y bebidas; textiles; cuero y calzado; papel y cartón; químicos; otros subsectores con generación relevante de residuos y subproductos.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) cuando los residuos se usan como combustibles de menor huella; emisiones asociadas a disposición de residuos (transportes, vertederos, quemas al aire libre) que se reducen al valorizarse; reducción indirecta de emisiones por menor demanda de materia prima virgen.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: gobiernos regionales Implementa: CITE; ProInnovate; empresas;; gremios.
Descripción	Promover proyectos piloto que demuestren la viabilidad técnica y económica de usar residuos y subproductos industriales como insumos para nuevos productos o como fuentes de energía de menor huella de carbono. Los pilotos deben cubrir distintas cadenas (por ejemplo, uso de bagazo, lodos, recortes textiles, residuos de cuero) y generar evidencia sobre costos, beneficios, requisitos tecnológicos y modelos de negocio, preparando el terreno para su escalamiento.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): selección de subsectores, diseño de pilotos y ejecución de proyectos demostrativos. Mediano plazo (2029–2030): evaluación y sistematización de resultados, diseño de programas de escalamiento y replicación en otras regiones y empresas.
Indicadores (ejemplos)	- Número de pilotos de economía circular implementados. - Toneladas de residuos valorizados en proyectos piloto. <u>Reducción estimada de emisiones vinculadas a disposición de residuos y sustitución de materias primas.</u>
Co-beneficios	- Reducción de residuos y mejora de la gestión ambiental industrial. - Nuevas líneas de negocio y productos basados en economía circular. - Reducción de costos de disposición final y posible generación de ingresos por venta de subproductos.
Condiciones habilitantes	- Disponibilidad de información sobre flujos de residuos. - Cooperación entre empresas de distintas etapas de la cadena. - Acceso a financiamiento para pilotos. Soporte técnico de CITE y programas de innovación. - Marco regulatorio que permita el uso seguro de residuos como insumos.

Ficha – Acción Estratégica 3.3 (Tecnológica / Capacidades)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 3.3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	3.3 – Asistencia técnica para tecnologías de descarbonización
Tipo	Tecnológica / Capacidades
Acción	Desarrollar programas de asistencia técnica para adopción de tecnologías de descarbonización en la industria manufacturera.
Subsector(es)	Todos los subsectores manufactureros con potencial de implementar tecnologías bajas en carbono (cemento, ladrillos, alimentos, textiles, químicos, metales, papel, entre otros).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) y de procesos industriales (IPPU), dependiendo de la tecnología aplicada (eficiencia, cambio de combustible, cambio de materia prima, nuevos procesos).
Competencias:	Lidera: PRODUCE Implementa: ITP-CITE; Cooperantes internacionales; gremios empresariales.
Descripción	Brindar apoyo técnico a empresas para el diagnóstico tecnológico, la identificación de opciones de descarbonización, el diseño de proyectos, la preparación de estudios de prefactibilidad y la gestión de permisos y autorizaciones necesarios. La asistencia se orienta especialmente a mypes y pymes, facilitando la adopción de tecnologías limpias que de otro modo serían difíciles de implementar por falta de capacidades internas.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño de programas de asistencia, capacitación de equipos técnicos y atención inicial a subsectores prioritarios. Mediano plazo (2029–2030): ampliación de la cobertura de asistencia, integración con programas de financiamiento y seguimiento de proyectos implementados.
Indicadores (ejemplos)	- Número de empresas atendidas por programas de asistencia técnica. - Número de proyectos de descarbonización diseñados con apoyo de estos programas. - Volumen de inversión movilizado gracias a la asistencia.
Co-beneficios	- Mejora de la calidad de los proyectos técnicos y financieros. - Mayor tasa de implementación de tecnologías limpias. - Fortalecimiento de capacidades locales en ingeniería y gestión de proyectos.
Condiciones habilitantes	- Equipos técnicos capacitados en CITE y entidades asociadas. - Articulación con programas de financiamiento e incentivos. - Difusión y acceso sencillo para empresas de distinto tamaño. - Coordinación con autoridades sectoriales para agilizar permisos.

Ficha – Acción Estratégica 4.1 (Financiamiento)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	Medida 4.1 – Incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización
Tipo	Financiamiento
Acción	Diseñar mecanismos de incentivos tributarios y financieros para inversiones en descarbonización como Obras por Impuesto (OxI) y economía circular.
Subsector(es)	Transversal a todos los subsectores industriales que implementen proyectos de eficiencia energética, cambio de combustibles, tecnologías limpias y economía circular.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones ligadas a proyectos financiados (principalmente combustión estacionaria y procesos intensivos), dependiendo del tipo de inversión que se promueva.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MEF; MINAM; Gobiernos regionales. Implementa: Banca comercial y de desarrollo.
Descripción	Establecer beneficios fiscales (por ejemplo, depreciación acelerada, deducciones por inversión verde, exoneraciones específicas) y líneas de crédito verdes para proyectos industriales de descarbonización y economía circular. La medida busca reducir el costo financiero de inversiones en tecnologías limpias y generar señales claras al mercado sobre la prioridad de la descarbonización industrial.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño de instrumentos y pilotos de incentivos y líneas de crédito. Mediano plazo (2029–2030): ampliación y consolidación de los instrumentos, con evaluación periódica de su impacto y ajustes según resultados.
Indicadores (ejemplos)	- Monto anual de inversión industrial en proyectos verdes que se acoge a incentivos. - Número de empresas beneficiarias. <u>Reducción estimada de emisiones asociadas a proyectos financiados.</u>
Co-beneficios	- Mayor acceso a financiamiento para mypes y pymes. - Incremento de la inversión privada en tecnologías limpias. - Señales de mercado que favorecen proyectos de producción limpia y economía circular.
Condiciones habilitantes	- Coordinación entre MEF, MINAM y PRODUCE. - Definición clara de criterios de elegibilidad. - Capacidad de la banca para diseñar productos verdes. - Divulgación de instrumentos entre empresas y gremios.

Ficha – Acción Estratégica 4.2 (Financiamiento / MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	4.2 – Criterios de descarbonización industrial en taxonomía verde
Tipo	Financiamiento / MRV
Acción	Incorporar criterios específicos de descarbonización industrial en la taxonomía verde y programas de financiamiento climático.
Subsector(es)	Transversal a actividades industriales que puedan ser clasificadas como verdes o de transición (cemento, ladrillos, alimentos, textiles, químicos, metales, etc.).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones asociadas a actividades que se clasifican en la taxonomía; la medida no reduce directamente emisiones, pero habilita financiamiento para proyectos que sí lo hacen.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MEF; MINAM; Implementa: SBS; banca.
Descripción	Definir criterios y actividades industriales elegibles como verdes o de transición climática dentro de la taxonomía verde nacional, incluyendo descarbonización de procesos, eficiencia energética, economía circular y gestión de refrigerantes. Esta clasificación facilita el acceso a financiamiento climático y fondos vinculados a mecanismos internacionales, al dar claridad a bancos e inversionistas sobre qué proyectos contribuyen a la descarbonización industrial.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): desarrollo y aprobación de criterios específicos para industria en la taxonomía verde. Mediano plazo (2029–2030): aplicación de la taxonomía en productos financieros y reportes, con retroalimentación según demanda y desempeño.
Indicadores (ejemplos)	- Número de actividades industriales incorporadas en la taxonomía verde. - Monto de financiamiento canalizado hacia proyectos industriales clasificados como verdes o de transición.
Co-beneficios	- Mayor claridad para bancos y empresas sobre qué proyectos son elegibles para financiamiento climático. - Alineación de inversiones con compromisos climáticos nacionales. - Mejora de la transparencia en el sistema financiero.
Condiciones habilitantes	- Marco regulatorio para taxonomía verde. - Participación de entidades financieras y gremios en el diseño de criterios. - Sistemas de MRV que permitan verificar el desempeño climático de actividades clasificadas.

Ficha – Acción Estratégica 4.3 (Financiamiento / Tecnológica)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 4.3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	4.3 – Cofinanciamiento para pilotos de descarbonización
Tipo	Financiamiento / Tecnológica
Acción	Ampliar programas de cofinanciamiento para proyectos piloto de descarbonización en manufactura.
Subsector(es)	Subsectores con proyectos piloto de tecnologías bajas en carbono (cemento, ladrillos, alimentos y bebidas, textiles, químicos, metales, papel, entre otros).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de procesos y combustión en proyectos piloto que implementan tecnologías bajas en carbono (eficiencia, cambio de combustible, economía circular, gestión de refrigerantes).
Competencias:	Lidera: PRODUCE; Implementa: ProInnovate; cooperantes internacionales; gremios.
Descripción	Financiar parcialmente proyectos piloto de tecnologías de descarbonización en la industria manufacturera, generando evidencia técnica y económica sobre su desempeño, costos y beneficios. La medida busca reducir el riesgo inicial de adopción de tecnologías nuevas y crear un portafolio de casos demostrativos que faciliten el escalamiento y la réplica en otros contextos y empresas.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): expansión de convocatorias de cofinanciamiento dirigidas a proyectos industriales de descarbonización, selección y ejecución de pilotos. Mediano plazo (2029–2030): evaluación de resultados y diseño de programas de escalamiento de las soluciones probadas.
Indicadores (ejemplos)	- Número de proyectos piloto cofinanciados. - Monto de cofinanciamiento asignado. <u>Reducción estimada de emisiones en proyectos piloto.</u> - Número de soluciones escaladas o replicadas tras la etapa piloto.
Co-beneficios	- Disminución de la percepción de riesgo en la adopción de nuevas tecnologías. - Generación de aprendizaje sectorial y evidencia para diseñar políticas y programas más efectivos. - Estímulo a la innovación industrial.
Condiciones habilitantes	- Fondos disponibles para cofinanciamiento. - Procesos de convocatoria y selección transparentes. - Acompañamiento técnico durante la ejecución de pilotos. - Articulación con instrumentos de financiamiento y normativos para facilitar el escalamiento.

Ficha – Acción Estratégica 5.1 (Capacidades)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	5.1 – Capacitación en diseño y uso de cementos verdes
Tipo	Capacidades
Acción	Implementar programas de capacitación para profesionales sobre diseño y uso de cementos y concretos de bajo carbono.
Subsector(es)	Cemento y construcción (ingeniería civil, arquitectura, entidades públicas y privadas que diseñan y ejecutan obras).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de proceso del cemento (IPPU) y emisiones de combustión asociadas a producción de clínker, de manera indirecta, al aumentar el uso de cementos de bajo carbono en proyectos reales.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; Implementa: Universidades; ASOCEM; Colegio de Ingenieros del Perú;
Descripción	Ofrecer cursos, talleres y materiales técnicos dirigidos a profesionales del diseño y la construcción para masificar la demanda de cementos y concretos de menor huella de carbono, abordando aspectos de desempeño, normas técnicas, especificaciones de proyecto y casos prácticos. La acción estratégica busca que los profesionales conozcan y confíen en las soluciones de bajo carbono y las incorporen en sus decisiones de diseño.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño de contenidos, alianzas con universidades y colegios profesionales, ejecución de primeras cohortes. Mediano plazo (2029–2030): institucionalización de programas y ampliación de cobertura a regiones.
Indicadores (ejemplos)	- Número de profesionales capacitados. - Número de cursos y talleres realizados. - Porcentaje de proyectos que incorporan especificaciones de cementos verdes tras la capacitación.
Co-beneficios	- Mejora de la calidad técnica de los diseños estructurales y de especificaciones de obra. - Mayor aceptación de cementos y concretos de bajo carbono. - Fortalecimiento de vínculos entre industria del cemento y comunidad técnica.
Condiciones habilitantes	- Compromiso de colegios profesionales y universidades. - Materiales técnicos claros y actualizados. - Participación activa de empresas cementeras y ASOCEM. - Articulación con cambios normativos en el sector construcción.

Ficha – Acción Estratégica 5.2 (Capacidades / MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	5.2 – Capacidades empresariales en medición de huella y estrategias de reducción
Tipo	Capacidades / MRV
Acción	Desarrollar programas de capacitación y asistencia técnica en medición de huella de carbono y diseño de planes de reducción.
Subsector(es)	Transversal a empresas manufactureras (grandes, medianas, pequeñas) de distintos subsectores.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones corporativas de los distintos alcances (1, 2 y, cuando corresponda, 3) que las empresas deben medir y gestionar.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINAM; Implementa: Gremios empresariales; universidades; CITE.
Descripción	Capacitar a empresas en metodologías de cálculo de huella de carbono, herramientas de gestión del carbono y diseño de estrategias de reducción alineadas con la ADIM 2030 y con la realidad de cada subsector. La medida incluye talleres, asistencia técnica individualizada y desarrollo de recursos didácticos, para que la medición de huella sea una práctica extendida y ligada a decisiones de inversión y operación.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diseño e implementación de programas de capacitación, atención inicial a empresas de subsectores prioritarios. Mediano plazo (2029–2030): ampliación de cobertura y consolidación de redes de aprendizaje e intercambio de experiencias.
Indicadores (ejemplos)	- Número de empresas capacitadas. - Número de planes de reducción de emisiones elaborados. - Porcentaje de empresas que integran objetivos de reducción de emisiones en su planificación estratégica.
Co-beneficios	- Mejora de la gestión interna de riesgos climáticos y energéticos. - Mayor acceso a programas de financiamiento que exigen medición de huella. - Desarrollo de cultura corporativa orientada a sostenibilidad.
Condiciones habilitantes	- Disponibilidad de formadores y materiales adaptados a distintos tamaños de empresa. - Alianzas con gremios para convocatoria y difusión. - Integración con sistemas de Huella de Carbono y MRV sectorial.

Ficha – Acción Estratégica 5.3 (Gobernanza / Capacidades)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	5.3 – Mesas técnicas sectoriales para la agenda de descarbonización
Tipo	Gobernanza / Capacidades
Acción	Establecer mesas técnicas sectoriales para diseñar medidas y trayectorias de descarbonización de la industria manufacturera, articulando actores públicos, privados y académicos.
Subsector(es)	Transversal a subsectores prioritarios (cemento, ladrilleras, cal, metales, alimentos y bebidas, textiles, químicos, agroindustria, refrigerantes, papel y otros).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de proceso (IPPU) y de combustión estacionaria (1.A.2) de los subsectores industriales, de manera indirecta, al mejorar el diseño, coordinación y viabilidad de medidas de mitigación; emisiones asociadas al uso de refrigerantes y a aguas residuales industriales, mediante la articulación de soluciones sectoriales específicas.
Competencias:	Lidera: PRODUCE (coordinación general y secretaría técnica de las mesas); En articulación con: MINAM (alineamiento con ENCC y NDC; soporte regulatorio y técnico); Implementa: Gremios empresariales (liderazgo sectorial y articulación con empresas); gobiernos regionales (enfoque territorial y coordinación regional); academia y centros de investigación (soporte técnico, evidencia y facilitación).
Descripción	La acción estratégica consiste en crear, formalizar y operar mesas técnicas sectoriales de descarbonización industrial, organizadas por subsector o grupo de subsectores (por ejemplo, cemento y materiales de construcción; ladrilleras; cal; metales; alimentos y bebidas; textiles; químicos; agroindustria; refrigerantes), donde PRODUCE, MINAM, gobiernos regionales, gremios y academia co-diseñen medidas específicas, revisen barreras y condiciones habilitantes, y acuerden trayectorias de reducción de emisiones. Estas mesas deben contar con participación de tomadores de decisión y especialistas, sesiones periódicas y productos concretos (hojas de ruta sectoriales, propuestas de ajuste normativo, paquetes de proyectos, esquemas de financiamiento, programas de capacitación). La acción fortalece la gobernanza de la ADIM 2030, asegurando que las decisiones se tomen con información técnica, participación de actores clave y coherencia con los compromisos nacionales.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): instalación y puesta en marcha de las mesas técnicas en subsectores de mayor intensidad de emisiones (cemento, ladrilleras, refrigerantes, cal, metales); definición de términos de referencia, mecanismos de coordinación y agendas de trabajo; identificación de paquetes iniciales de medidas, proyectos piloto y ajustes normativos prioritarios; articulación con los resultados de los talleres realizados en la fase de diagnóstico. Mediano plazo (2029–2030): consolidación de las mesas como espacios permanentes de gobernanza sectorial; desarrollo de hojas de ruta detalladas de descarbonización por subsector; seguimiento y ajuste de las medidas implementadas; vinculación de los acuerdos de las mesas con instrumentos de financiamiento verde, compras públicas sostenibles y el sistema de monitoreo, reporte y evaluación de la ADIM 2030.

Campo	Contenido
Indicadores (ejemplos)	- Número de mesas técnicas sectoriales instaladas y activas (por año). - Número de sesiones realizadas por mesa y número de acuerdos o productos técnicos emitidos (hojas de ruta, propuestas normativas, paquetes de proyectos). - Número de medidas de la ADIM 2030 co-diseñadas o ajustadas en las mesas y llevadas a implementación. - Porcentaje de subsectores prioritarios que cuentan con hoja de ruta sectorial de descarbonización validada en mesa técnica.
Co-beneficios	- Mejora de la coordinación entre los sectores público, privado y académico. - Reducción de duplicidades y conflictos regulatorios al canalizar discusiones técnicas en espacios formales. - Mayor viabilidad y aceptación de las medidas de descarbonización, al incorporar la experiencia de empresas y gremios desde el diseño. - Fortalecimiento de capacidades técnicas de los actores participantes y generación de conocimiento compartido sobre tecnologías, costos y beneficios. - Contribución a la transparencia y legitimidad de la ADIM 2030, al basar decisiones en procesos participativos y trazables.
Condiciones habilitantes	- Resolución o documento interno de PRODUCE que establezca las mesas técnicas, su mandato, composición y frecuencia mínima de reunión. - Compromiso de participación de gremios empresariales, gobiernos regionales y academia, incluyendo la designación de representantes con capacidad de decisión y conocimiento técnico. - Disponibilidad de información sectorial (inventarios, balances de energía, huella de carbono, estudios técnicos) para sustentar la discusión y priorización. - Articulación con instrumentos existentes (Acuerdos de Producción Más Limpia, Hoja de Ruta de Economía Circular, NDC, ENCC) para evitar duplicidades y asegurar coherencia. - Recursos mínimos (logística, facilitación técnica, sistematización) para garantizar la continuidad y calidad de las sesiones y productos de cada mesa.

Ficha – Acción Estratégica 5.4 (Capacidades / Información)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.4

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	5.4 – Fortalecimiento de la infraestructura de la calidad
Tipo	Capacidades / Información
Acción	Potenciar la infraestructura de la calidad para apoyar mediciones, certificaciones y normas asociadas a la descarbonización.
Subsector(es)	Transversal a todos los subsectores que requieran ensayos, certificaciones y acreditaciones vinculadas a emisiones, eficiencia energética y productos de menor huella de carbono.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones cuya medición y verificación depende de ensayos y certificaciones (por ejemplo, contenido de clínker, desempeño energético, factores de emisión); la medida habilita medición, no reduce directamente emisiones.
Competencias:	Lidera: PRODUCE, INACAL; Implementa: Laboratorios acreditados; universidades.
Descripción	Desarrollar capacidades en la infraestructura de la calidad (laboratorios, organismos de certificación y acreditación) para realizar ensayos, certificaciones y acreditaciones vinculadas a emisiones, eficiencia energética y productos de bajo carbono. Esto incluye actualizar normas de ensayo, fortalecer equipamiento y competencias técnicas y ampliar la oferta de servicios de calidad al sector industrial.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diagnóstico de brechas en infraestructura de calidad y diseño de planes de fortalecimiento. Mediano plazo (2029–2030): implementación de mejoras en laboratorios, acreditaciones y oferta de servicios especializados.
Indicadores (ejemplos)	- Número de laboratorios y organismos de certificación con capacidades en temas de descarbonización. - Número de ensayos y certificaciones realizadas para productos y procesos industriales de bajo carbono.
Co-beneficios	- Mayor confiabilidad de datos de emisiones y desempeño energético. - Facilita el desarrollo y puesta en práctica de normas técnicas asociadas a la descarbonización. - Mejora la competitividad de productos certificados en mercados exigentes.
Condiciones habilitantes	- Recursos para inversión en equipamiento y formación de personal. Coordinación entre INACAL, universidades y laboratorios. - Demanda suficiente de servicios de calidad por parte de la industria. - Integración con normas técnicas actualizadas y sistemas de MRV.

Ficha – Acción Estratégica 5.5 (Gobernanza /Información-MRV)

Ficha de acción estratégica transversal – Acción 5.5

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	5.5 – Implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) para la descarbonización industrial
Tipo	Gobernanza / Información-MRV
Acción	Promover la suscripción e implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) entre PRODUCE y empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera, como instrumento voluntario para convertir los objetivos de la ADIM 2030 en compromisos concretos, medibles y verificables de descarbonización.
Subsector(es)	Inicio en los subsectores priorizados por la ADIM 2030: cemento, ladrillos, cal, refrigeración y otros subsectores de alta intensidad energética o de emisiones. Ampliación progresiva a alimentos y bebidas, textiles, papel, químicos, metales, cerámicos y otros rubros manufactureros.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de combustión estacionaria (1.A.2) por uso de combustibles fósiles en hornos, calderas y procesos térmicos; emisiones de procesos industriales (IPPU), incluida la descarbonización de caliza asociada al factor clínker; emisiones de refrigerantes fluorados (HFC y otros gases de alto PCG), incluidas las fugitivas; y emisiones asociadas a la gestión de residuos y al tratamiento de aguas residuales industriales, según el alcance de los compromisos asumidos en cada acuerdo.
Competencias:	Lidera: PRODUCE (promoción, negociación, suscripción y seguimiento de los AP+L); En articulación con: MINAM (alineamiento con NDC y ENCC, Huella de Carbono Perú y MRV); MEF y banca de desarrollo y comercial (financiamiento verde e incentivos); INACAL (normas técnicas, ensayos y verificación); ANA (gestión eficiente del agua y aguas residuales industriales); gobiernos regionales (enfoque territorial); Implementa: Empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera; ITP-CITE y entidades de asistencia técnica; entidades verificadoras.
Descripción	Promover la suscripción e implementación de Acuerdos de Producción Más Limpia (AP+L) entre PRODUCE y empresas, grupos empresariales, gremios y asociaciones de la industria manufacturera, como instrumento voluntario para convertir los objetivos de la ADIM 2030 en compromisos concretos, medibles y verificables de descarbonización. Los acuerdos priorizarán acciones de eficiencia energética, sustitución de combustibles, reducción del factor clínker, coprocesamiento y valorización de residuos, sustitución y gestión adecuada de refrigerantes, economía circular, gestión eficiente del agua y tratamiento, reúso o mejora de la gestión de aguas residuales industriales, según las características y oportunidades de cada subsector. Los AP+L deberán establecer metas, plazos, indicadores y mecanismos de seguimiento, articulados con la Huella de Carbono Perú, los sistemas de medición, reporte y verificación (MRV), los programas de asistencia técnica, los instrumentos de financiamiento verde y los incentivos disponibles. Su aplicación se iniciará en los subsectores priorizados por la ADIM 2030 — con alta intensidad energética o de emisiones.. De esta forma, los AP+L permitirán aprovechar un instrumento sectorial existente, evitar la creación de estructuras paralelas y reforzar la coordinación público-privada para la implementación efectiva de la agenda.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): identificación de subsectores y empresas elegibles; elaboración de una guía o protocolo para incorporar compromisos de descarbonización en los AP+L; suscripción de AP+L piloto en subsectores prioritarios; definición de indicadores, línea de base y mecanismos de reporte. Mediano plazo (2029–2030): ampliación de los AP+L a nuevos subsectores y territorios; integración de sus resultados al MRV sectorial y a la Huella de Carbono Perú; acceso de empresas participantes a asistencia técnica, financiamiento e incentivos; sistematización y réplica de buenas prácticas.
Indicadores (ejemplos)	- Número de AP+L suscritos con metas de descarbonización. - Número de empresas adheridas y número de subsectores cubiertos.

	• Porcentaje de AP+L con indicadores de GEI y reporte anual. • Toneladas de CO₂eq reducidas o evitadas reportadas. • Número de acciones implementadas en eficiencia energética, economía circular, refrigerantes y agua.
Co-beneficios	• Reducción de costos operativos por menor consumo de energía, agua e insumos. • Mejora de la calidad del aire local y menor generación de residuos y cargas contaminantes en aguas residuales. • Fortalecimiento de la coordinación público-privada y de la confianza entre PRODUCE, gremios y empresas. • Mejora de la competitividad y del acceso a mercados y cadenas de valor que exigen productos de menor huella. • Mayor disponibilidad de información verificable de emisiones para el MRV sectorial y la NDC.
Condiciones habilitantes	• Guía o protocolo oficial de PRODUCE que incorpore compromisos de descarbonización, línea de base, metas e indicadores en los AP+L. • Capacidad institucional de PRODUCE para negociar, acompañar, verificar y reportar los acuerdos suscritos. • Articulación con la Huella de Carbono Perú, los sistemas MRV, los programas de asistencia técnica y los instrumentos de financiamiento verde e incentivos. • Incentivos claros y diferenciados que hagan atractiva la adhesión voluntaria, incluidas mypes y pymes. • Disponibilidad de información sectorial (consumos, factores de emisión, balances de energía y agua) y de capacidades técnicas en las empresas. • Coordinación con instrumentos existentes (Hoja de Ruta de Economía Circular, mesas técnicas sectoriales, NDC, ENCC) para evitar duplicidades.

Anexo de fichas de acciones estratégicas sectoriales priorizadas

Cemento – Acción Estratégica C1: Reducción del factor clínker

Ficha sectorial – Cemento C1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	C1 – Reducción del factor clínker en cementos producidos en el país
Tipo	Tecnología / Normativa / Información-MRV
Subsector	Cemento
Fuentes de emisiones que aborda	IPPU – Emisiones de proceso por descarbonatación de caliza en la producción de clínker (categoría 2.A.1); 1.A.2 – Emisiones de combustión asociadas a hornos de clínker, de forma indirecta al reducir la cantidad de clínker producido por tonelada de cemento.
Descripción	Promover la reducción progresiva del factor clínker (proporción de clínker en el cemento) mediante el aumento del uso de materiales cementicios suplementarios (SCM) como puzolana, caliza molida, escoria de alto horno y cenizas volantes. La medida incluye metas de factor clínker por planta, ajuste de normas técnicas y especificaciones de obra para reconocer cementos adicionados, y programas de difusión y capacitación hacia proyectistas y usuarios.
Competencias:	Lidera: PRODUCE (coordinación sectorial); En articulación con: MINAM (alineamiento con NDC y ENCC, MRV de emisiones); INACAL y Colegio de Ingenieros del Perú (normas técnicas y especificaciones); Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (incorporación en expedientes de obra pública). Implementa: ASOCCEM y empresas cementeras (implementación en planta)
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): fijar metas de factor clínker, actualizar normas y especificaciones, iniciar el aumento del uso de SCM en plantas y proyectos piloto. Mediano plazo (2029–2030): alcanzar niveles de factor clínker compatibles con las NDC y hojas de ruta sectoriales, masificando el uso de cementos adicionados en obra pública y privada.
Indicadores	- Promedio nacional y por planta del factor clínker (clínker/cemento). - Toneladas de SCM utilizadas por año. Porcentaje de obras públicas que especifican cementos adicionados. - Reducción estimada de CO₂ de proceso por tonelada de cemento.
Co-beneficios	- Menor consumo energético por tonelada de cemento. Reducción de presión sobre recursos minerales (caliza). - Mejora de competitividad frente a mercados que exigen productos de menor huella. - Potenciales mejoras de durabilidad en ciertos tipos de concreto según SCM usados.

Cemento – Acción Estratégica C2: Coprocesamiento de residuos y biomasa

Ficha sectorial – Cemento C2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	C2 – Coprocesamiento de residuos y biomasa en hornos cementeros
Tipo	Tecnología / Normativa / Economía circular
Subsector	Cemento
Fuentes de emisiones que aborda	1.A.2 – Emisiones de combustión en hornos de clínker, al sustituir carbón, coque de petróleo y otros combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos y biomasa sostenible; reducción indirecta de emisiones por menor disposición de residuos.
Descripción	Incrementar de manera progresiva la sustitución térmica de combustibles fósiles por combustibles derivados de residuos (CDR) y biomasa adecuadamente gestionada en hornos cementeros, bajo estándares ambientales claros. La medida incluye desarrollo de cadenas de suministro de residuos, adecuación de sistemas de alimentación y combustión, y implementación de un marco regulatorio que garantice trazabilidad y control de emisiones.
Competencias:	Lidera: PRODUCE (articulación sectorial); En articulación con: MINAM, OEFA y SUNAT-ADUANAS (marco regulatorio de residuos y biomasa, control y fiscalización); gobiernos regionales y municipios (gestión de residuos y acuerdos de suministro) Implementa: empresas cementeras y ASOCEM (implementación en planta)
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): establecer marco regulatorio habilitante, pilotos de coprocesamiento y diseño de cadenas de suministro de residuos. Mediano plazo (2029–2030): ampliar la tasa de sustitución térmica en plantas cementeras, integrando residuos municipales e industriales y biomasa sostenible en volúmenes significativos.
Indicadores	• Porcentaje de sustitución térmica de combustibles fósiles por residuos y biomasa en hornos cementeros. • Toneladas de residuos y biomasa coprocesadas por año. • Reducción estimada de emisiones de CO₂ por sustitución de combustibles y por menor disposición de residuos.
Co-beneficios	• Reducción de residuos enviados a rellenos o a quemas informales. • Mejora de la gestión de residuos urbanos e industriales. • Ahorro potencial en costos de combustible. • Generación de nuevas cadenas de valor entre gestores de residuos y la industria del cemento.

Cemento – Acción Estratégica C3: Eficiencia energética integral en plantas cementeras

Ficha sectorial – Cemento C3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	C3 – Programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras
Tipo	Tecnología / Eficiencia energética / Información-MRV
Subsector	Cemento
Fuentes de emisiones que aborda	1.A.2 – Emisiones de combustión asociadas al consumo de combustibles en hornos, calderas y equipos térmicos; emisiones indirectas ligadas a uso de electricidad, al reducir consumo total de energía.
Descripción	Desarrollar e implementar programas integrales de eficiencia energética en plantas cementeras, que incluyan sistemas de gestión de la energía, auditorías periódicas, modernización de equipos (molinos, ventiladores, sistemas de transporte), optimización de quemadores y recuperación de calor. La medida busca reducir el consumo energético específico por tonelada de clínker y cemento manteniendo o mejorando la productividad.
Competencias:	Lidera: PRODUCE (fomento y articulación); En articulación con: OSINERGMIN (integración con políticas energéticas); Implementa: ASOCEM; Empresas cementeras; proveedores de tecnología y servicios energéticos.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): diagnóstico energético detallado y puesta en marcha de sistemas de gestión energética en plantas; implementación de mejoras de rápida rentabilidad. Mediano plazo (2029–2030): ejecución de proyectos de modernización de mayor escala y consolidación de estándares de desempeño energético en el subsector.
Indicadores	- Consumo específico de energía térmica y eléctrica por tonelada de clínker y cemento. - Número de plantas con sistemas de gestión energética certificados o equivalentes. - Reducción acumulada de consumo de energía y de emisiones asociadas.
Co-beneficios	- Reducción de costos operativos y mejora de competitividad. - Mejora del control operativo y de la confiabilidad de equipos. - Posible mejora en condiciones laborales (menos exposición a calor excesivo o fallas frecuentes).

Cal — Acción Estratégica CA1: Habilitación de combustibles alternativos en hornos de cal

Ficha sectorial — Cal CA1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	CA1 — Habilitación del uso de combustibles alternativos y biomasa en hornos de cal
Tipo	Tecnología / Normativa / Economía circular
Subsector	Cal
Fuentes de emisiones que aborda	1.A.2 — Emisiones de combustión en hornos de cal, que representan cerca del 30 % de las emisiones del subsector, mediante la sustitución de combustibles fósiles por residuos y biomasa. De manera complementaria, el metano es evitado en la disposición alternativa de los residuos de origen biológico valorizados.
Descripción	Completar el marco habilitante para que los hornos de cal puedan sustituir combustibles fósiles por residuos, incluidos los de origen biológico, bajo el mismo esquema de coprocesamiento que ya opera en la industria cementera. La acción comprende tres frentes: precisar el marco regulatorio aplicable a la valorización energética de residuos en plantas de cal; caracterizar qué corrientes de residuos son aptas según su efecto sobre la calidad del producto, sensible al contenido de cenizas, cloro y metales; y acompañar la incorporación progresiva de la sustitución en los productores formales.
Competencias:	Lidera: PRODUCE. En articulación con: MINAM, como ente rector en materia de residuos sólidos y de límites máximos permisibles de emisiones atmosféricas. Implementa: empresas y gremios del subsector cal; gobiernos regionales donde se concentra la producción.
Horizonte temporal — plazo	Corto plazo (2026–2028): precisar el marco regulatorio aplicable a la valorización energética en plantas de cal; caracterizar las corrientes de residuos aptas; pilotos de sustitución en plantas con condiciones técnicas favorables. Mediano plazo (2029–2030): incorporación progresiva de la tasa de sustitución térmica en los productores formales del subsector.
Indicadores	- Tasa de sustitución térmica por combustibles alternativos en hornos de cal. - Número de plantas de cal con habilitación vigente para la valorización energética de residuos. - Volumen anual de residuos coprocesados en el subsector, con distinción de la fracción biogénica. - Reducción estimada de emisiones de combustión atribuible a la sustitución.
Co-beneficios	- Desvío de residuos de la disposición final y aporte a la economía circular. - Ampliación territorial de la red nacional de coprocesamiento: los hornos de cal no se ubican donde están los de cemento y cubren territorio que la red actual no alcanza. - Reducción del costo de combustible y mejora de la competitividad del subsector.

Cal — Acción Estratégica CA2: Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética

Ficha sectorial — Cal CA2

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	CA2 — Acceso a electricidad baja en carbono y gestión energética en plantas de cal
Tipo	Tecnología / Eficiencia energética / Información-MRV
Subsector	Cal
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones indirectas asociadas al consumo eléctrico de las plantas de cal, que representan cerca del 2 % de las emisiones del subsector. De manera complementaria, 1.A.2 — emisiones de combustión, por la vía de la gestión energética del proceso.
Descripción	Facilitar que las plantas de cal accedan a electricidad de baja intensidad de carbono, aprovechando que el sistema eléctrico peruano tiene un factor de emisión bajo, mediante la contratación de energía renovable no convencional o la adquisición de los atributos correspondientes. Se complementa con la implantación de sistemas de gestión de la energía que permitan identificar y capturar las oportunidades de ahorro térmico y eléctrico en el proceso.
Competencias:	Lidera: PRODUCE. En articulación con: MINEM, como ente rector en materia energética. Implementa: empresas y gremios del subsector cal.
Horizonte temporal — plazo	Corto plazo (2026–2028): diagnóstico del consumo energético de las plantas de cal; identificación de las vías de contratación de energía renovable no convencional y de sus atributos; primeros sistemas de gestión de la energía implantados. Mediano plazo (2029–2030): consolidación del abastecimiento eléctrico bajo en carbono y de la gestión energética en los productores que concentran la producción nacional.
Indicadores	• Porcentaje del consumo eléctrico del subsector cubierto con electricidad de baja intensidad de carbono, sea por contrato o por atributos. • Número de plantas con sistema de gestión de la energía implantado. • Intensidad energética, térmica y eléctrica, por tonelada de cal producida.
Co-beneficios	• Aprovechamiento de una condición ya disponible del sistema eléctrico peruano, sin barrera tecnológica. • Reducción de costos operativos y mejora de la competitividad. • Mejora del control operativo y de la confiabilidad de los equipos.

Cal — Acción Estratégica CA3: Reconocimiento de la recarbonatación de la Cal

Ficha sectorial — Cal CA3

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	CA3 — Reconocimiento y contabilización de la recarbonatación de la cal
Tipo	Información / MRV
Subsector	Cal
Fuentes de emisiones que aborda	IPPU — Emisiones de proceso por calcinación de caliza, que representan cerca del 68 % de las emisiones del subsector, por la vía del reconocimiento de la reabsorción posterior de CO ₂ atmosférico durante la vida útil del producto.
Descripción	Desarrollar la base metodológica y de datos que permita reconocer y contabilizar el CO ₂ que la cal reabsorbe de la atmósfera cuando se usa expuesta al aire, en aplicaciones como revoques, juntas y estabilización de suelos. No requiere incorporación de tecnología: es una acción de medición y contabilización. Su implementación exige desagregar la producción nacional de cal por aplicación final, porque solo una parte del producto se destina a usos donde la recarbonatación ocurre.
Competencias:	Lídera: PRODUCE. En articulación con: MINAM, como responsable del inventario nacional de gases de efecto invernadero. Implementa: empresas y gremios del subsector cal; academia y centros de investigación, para el desarrollo metodológico.
Horizonte temporal — plazo	Corto plazo (2026–2028): desagregación de la producción nacional de cal por aplicación final; seguimiento del desarrollo metodológico internacional y adaptación de los factores al caso peruano. Mediano plazo (2029–2030): incorporación de la recarbonatación al inventario del subsector, una vez disponible el respaldo metodológico.
Indicadores	• Producción nacional de cal desagregada por aplicación final. • Existencia de una metodología nacional de estimación de la recarbonatación, adaptada al uso del producto. • Volumen anual de CO₂ reabsorbido, estimado y reportado.
Co-beneficios	• Mejora de la calidad del inventario nacional de emisiones del subsector. • Reconocimiento del desempeño ambiental real del producto ante esquemas de financiamiento. • Base de información para caracterizar el desempeño del subsector cal.

Ladrillos – Acción Estratégica L1: Modernización y cambio de combustibles en hornos ladrilleros

Ficha sectorial – Ladrillos L1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	L1 – Modernización de hornos ladrilleros y sustitución de combustibles
Tipo	Tecnología / Capacidades / Financiamiento
Subsector	Ladrillos y cerámicas (artesanales e industriales)
Fuentes de emisiones que aborda	1.A.2 – Emisiones de combustión en hornos ladrilleros por uso de combustibles como carbón, leña sin manejo sostenible, residuos de alto contenido de carbono; reducción de emisiones de contaminantes locales (material particulado) como co-beneficio.
Descripción	Reducir emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes locales mediante la modernización tecnológica y operacional de hornos ladrilleros, incluyendo la sustitución de combustibles de alto contenido de carbono por alternativas de menor huella (gas natural, biomasa gestionada), mejoras en diseño y aislamiento, y programas de capacitación y financiamiento adaptados a productores artesanales e industriales.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINAM; MINEM; gobiernos regionales y locales en zonas ladrilleras; Implementa: Gremios y asociaciones del sector ladrillero; empresas proveedoras de tecnología y energía.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): identificación y caracterización de hornos, proyectos piloto de modernización en zonas representativas, diseño de programas de sustitución de combustibles y mejora tecnológica. Mediano plazo (2029–2030): ampliación de la modernización a un número significativo de hornos, integración de criterios mínimos de desempeño energético y ambiental en permisos y normas locales.
Indicadores	- Número de hornos modernizados o convertidos a tecnologías más eficientes. - Porcentaje de producción de ladrillos con combustibles de menor huella. - Reducción estimada de consumo específico de energía y de emisiones de CO₂ y material particulado en zonas ladrilleras priorizadas.
Co-beneficios	- Mejora de la calidad del aire y de la salud de trabajadores y comunidades. - Aumento de eficiencia y reducción de costos operativos para productores. - Progreso en formalización y profesionalización del subsector ladrillero. - Mejora de calidad y homogeneidad del producto, facilitando acceso a mercados más exigentes.

Refrigerantes – Acción Estratégica R1: Transición a refrigerantes de bajo potencial de calentamiento global

Ficha sectorial – Refrigerantes R1

Campo	Contenido
Nombre de la acción estratégica	R1 – Sustitución de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global y fortalecimiento de capacidades técnicas
Tipo	Tecnología / Capacidades / Información-MRV
Subsector	Refrigeración y aire acondicionado en la industria manufacturera (cámaras frigoríficas, procesos de frío, climatización industrial).
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones de refrigerantes fluorados (HFC y otros gases) utilizadas en sistemas de refrigeración y climatización, con alto potencial de calentamiento global; emisiones fugitivas por fugas y mala gestión.
Descripción	Promover la sustitución progresiva de refrigerantes de alto potencial de calentamiento global por alternativas de menor impacto climático (incluyendo refrigerantes naturales donde sea viable) y fortalecer la capacitación de técnicos y especialistas para el manejo seguro de nuevas sustancias. La acción incluye registro y trazabilidad de equipos y consumos, programas de reducción de fugas, recuperación y reciclaje de refrigerantes y elaboración de guías técnicas sectoriales.
Competencias:	Lidera: PRODUCE; En articulación con: MINAM; Implementa: Entidades responsables del régimen de licencias y cuotas de HFC; gremios y empresas de refrigeración y aire acondicionado; instituciones de formación técnica.
Horizonte temporal – plazo	Corto plazo (2026–2028): desarrollo de guías y estándares técnicos, registro de equipos y consumos, capacitación inicial de técnicos en manejo de refrigerantes alternativos y buenas prácticas. Mediano plazo (2029–2030): sustitución de una proporción significativa de refrigerantes de alto PCG, implementación de programas de recuperación y reciclaje, y consolidación de capacidades técnicas en el subsector.
Indicadores	• Volumen de refrigerantes de alto PCG sustituido por alternativas de menor impacto. • Número de técnicos capacitados en manejo de nuevos refrigerantes. • Número de sistemas con programas de reducción de fugas y recuperación implementados. • Reducción estimada de emisiones de HFC y otros gases fluorados.
Co-beneficios	• Reducción de riesgos de seguridad asociados a manejo inadecuado de nuevos refrigerantes mediante capacitación. • Mejora del desempeño energético de sistemas bien mantenidos. • Alineamiento con compromisos internacionales (Protocolo de Montreal, Enmienda de Kigali) y reducción de vulnerabilidad frente a futuras regulaciones climáticas.

Refrigerantes – Acción Estratégica R2: Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera

Ficha sectorial — Refrigerantes R2

Nombre de la acción estratégica	R2 — Reemplazo de equipos de refrigeración por sistemas de alta eficiencia energética en la industria manufacturera.
Tipo	Tecnológica / Eficiencia energética / Modernización de equipos.
Acción	Promover el diagnóstico, reemplazo progresivo y optimización de equipos de refrigeración industrial obsoletos o ineficientes por sistemas de alta eficiencia energética, correctamente dimensionados y con controles de operación adecuados.
Subsectores	Alimentos y bebidas, agroindustria, pesquería, lácteos, cárnicos, almacenamiento en frío, farmacéutica, química, plásticos y otros subsectores manufactureros con demanda relevante de refrigeración de proceso, conservación o climatización industrial.
Fuentes de emisiones que aborda	Emisiones indirectas asociadas al consumo de electricidad de equipos de refrigeración (alcance 2). De manera complementaria, puede contribuir a reducir emisiones fugitivas de refrigerantes cuando la renovación incluye equipos herméticos, detección de fugas, recuperación de gas y uso de refrigerantes de menor potencial de calentamiento global (PCG).
Competencias:	Lidera: PRODUCE En articulación con: MINAM y MINEM. Implementa: empresas manufactureras, gremios empresariales, proveedores de equipos, empresas de servicio técnico, CITE, instituciones de formación técnica y entidades financieras.
Descripción	La acción consiste en sustituir compresores, unidades condensadoras, chillers, evaporadores, cámaras frigoríficas, ventiladores, motores y controles de refrigeración que presentan bajo desempeño energético, antigüedad, sobredimensionamiento o fallas recurrentes. Los equipos nuevos deberán seleccionarse a partir de una evaluación de la carga térmica, las temperaturas requeridas, el perfil horario de operación y las condiciones de la planta. La intervención podrá complementarse con variadores de velocidad, controles automáticos, monitoreo de consumo, mejoras de aislamiento térmico, reducción de infiltraciones de aire, mantenimiento preventivo y, cuando corresponda, recuperación de calor. La acción busca reducir el consumo específico de electricidad sin afectar la continuidad operativa ni la calidad del producto.
Mecanismo de mitigación	Los sistemas modernos reducen el consumo de electricidad por unidad de frío producido mediante compresores, motores y ventiladores más eficientes; mejor intercambio térmico; modulación de capacidad; operación a carga parcial; controles de presión y temperatura; y menor pérdida de frío. La reducción de kWh consumidos disminuye las emisiones indirectas asociadas a la electricidad adquirida. La mejora energética debe contabilizarse separadamente de la sustitución de refrigerantes de alto PCG para evitar doble conteo.
Horizonte temporal — plazo	Corto plazo (2026–2028): elaboración de diagnósticos energéticos, inventario de equipos, identificación de proyectos piloto, desarrollo de guías técnicas y esquemas de financiamiento. Mediano plazo (2029–2030): escalamiento del reemplazo de equipos, incorporación de

	monitoreo permanente y difusión de casos demostrativos en subsectores prioritarios.
Indicadores — ejemplos	• Número de empresas que implementan proyectos de reemplazo o modernización de equipos de refrigeración. • Número y capacidad de equipos reemplazados (kW, TR o toneladas de refrigeración). • Consumo específico de electricidad del sistema de refrigeración: kWh/TRh, kWh/m³ refrigerado, kWh/tonelada de producto o kWh/unidad de producción, según subsector. • Ahorro anual de electricidad respecto de la línea base (kWh/año). • Reducción anual de emisiones indirectas: tCO₂eq/año, calculada con el factor de emisión eléctrico vigente. • Porcentaje de equipos intervenidos que incorporan monitoreo, controles automáticos y/o variadores de velocidad.
Metodología de medición y MRV	Establecer una línea base con al menos 12 meses de datos de consumo eléctrico, horas de operación, producción o volumen refrigerado, temperaturas de proceso y capacidad instalada. Luego de la intervención, comparar el consumo específico antes y después, normalizando por nivel de producción, horas de operación, temperatura ambiente y requerimientos de frío. El ahorro eléctrico se calcula como $AEE = CE_{LB} - CE_{PM}$, donde AEE es el ahorro anual de electricidad, CE _{LB} el consumo de la línea base ajustada y CE _{PM} el consumo posterior a la medida. La reducción de GEI se estima como $RGEI = AEE \times FE_{elec}$, usando el factor de emisión eléctrico aplicable. Registrar de forma diferenciada cualquier reducción asociada al cambio de refrigerante o a la disminución de fugas.
Cobeneficios	• Reducción de costos operativos por menor consumo eléctrico. • Mayor confiabilidad y continuidad de los procesos de conservación, producción y almacenamiento. • Mejor control de temperatura, calidad de producto y reducción de mermas. • Menor necesidad de mantenimiento correctivo y menor riesgo de paradas no programadas. • Mejora de la competitividad, productividad y desempeño ambiental de las empresas. • Posibilidad de integrar refrigerantes de bajo PCG, recuperación de calor y soluciones de gestión energética.
Condiciones habilitantes	• Diagnóstico energético y térmico previo, con inventario de equipos, medición de consumos y determinación de la carga de refrigeración real. • Especificaciones técnicas, criterios mínimos de eficiencia y procedimientos para el dimensionamiento adecuado de los equipos. • Acceso a financiamiento verde, garantías, mecanismos de cofinanciamiento y asistencia para formular proyectos bancables, especialmente para MIPYME. • Capacitación y certificación de técnicos en instalación, operación, mantenimiento, seguridad y manejo de refrigerantes alternativos. • Disponibilidad de proveedores, repuestos y servicios postventa; además de mantenimiento preventivo y monitoreo de desempeño. • Articulación con programas de gestión energética, Huella de Carbono Perú, AP+L y sistemas sectoriales de MRV.
Riesgos y consideraciones	El reemplazo debe basarse en el análisis integral del sistema. La instalación de equipos eficientes sin corregir deficiencias de aislamiento, puertas, infiltraciones, condensación, controles o mantenimiento puede limitar los ahorros esperados. Se debe evitar el sobredimensionamiento y asegurar compatibilidad eléctrica, mecánica y de seguridad. Si se realiza cambio de refrigerante, este debe cumplir los requisitos de seguridad, manejo, recuperación y disposición final aplicables.

Relación con acciones existentes	Complementa la acción R1 — Sustitución de refrigerantes de alto PCG y fortalecimiento de capacidades técnicas, al abordar la eficiencia eléctrica del sistema y no solo el tipo de refrigerante.
Potencial de reducción	El potencial específico debe determinarse mediante auditorías energéticas y estudios de prefactibilidad por planta, ya que depende de la antigüedad del equipo, el tipo de refrigeración, el perfil de carga, el estado de mantenimiento y las condiciones de operación. Esta ficha no asigna un potencial nacional adicional, a fin de no generar doble conteo.