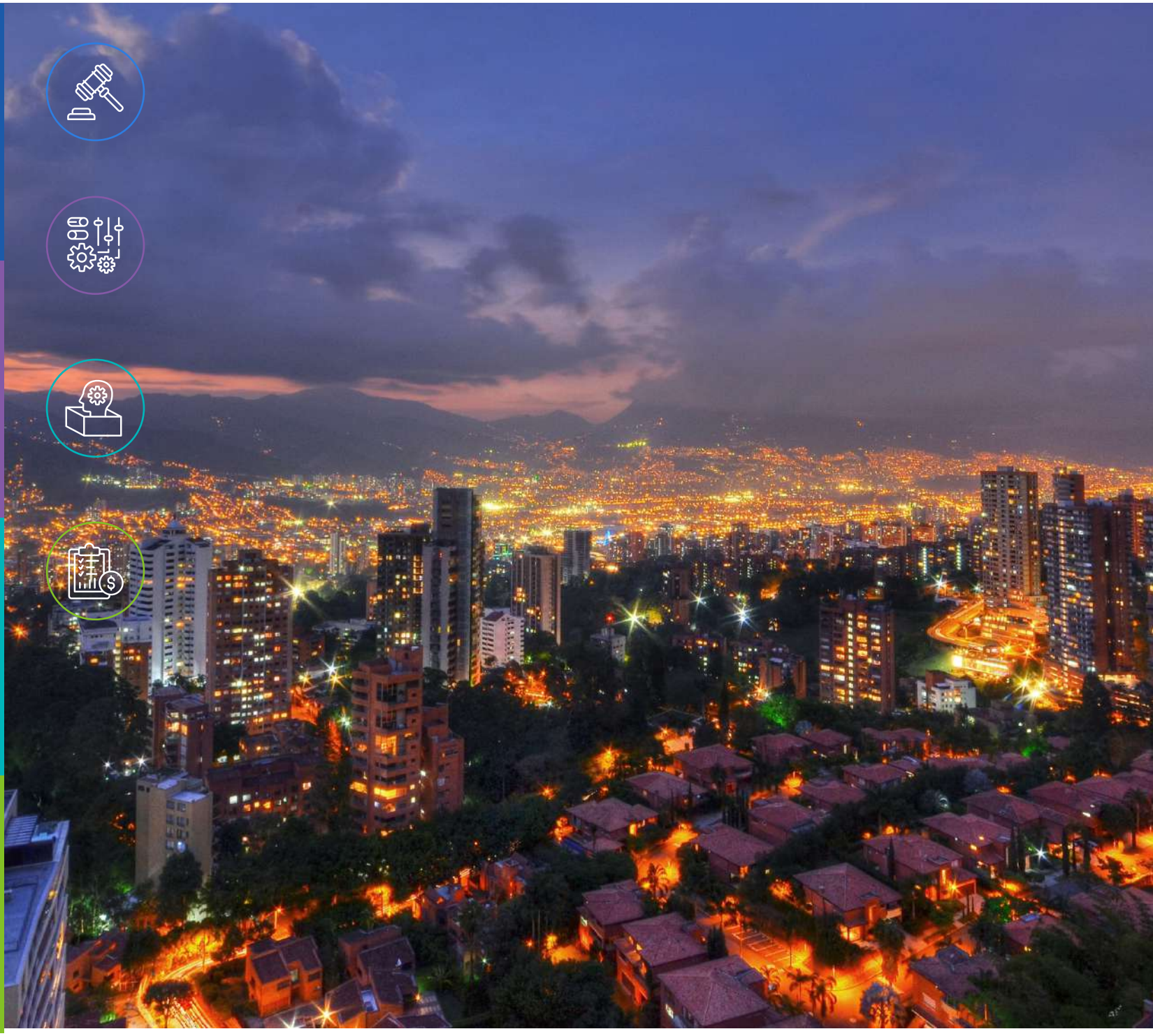
El futuro es de todos

Gobierno de Colombia

JUNIO 2022

HOJA DE RUTA NACIONAL DE EDIFICACIONES NETO CERO CARBONO



UNEP

gef

CCCS Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

WORLD RESOURCES INSTITUTE

El futuro es de todos
Gobierno de Colombia

Presidente de la República

Iván Duque Márquez

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Carlos Eduardo Correa Escaf
Ministro

Nicolás Galarza Sánchez
Viceministro de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Alex José Saer Saker
Director de Cambio Climático y Gestión del Riesgo

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio

Susana Correa Borrero
Ministra

Carlos Alberto Ruiz Martínez
Viceministro de Vivienda

Ministerio de Minas y Energía

Diego Mesa Puyo
Ministro

Miguel Lotero Robledo
Viceministro de Energía

Departamento Nacional de Planeación

Alejandra Botero Barco
Directora

Redy Adolfo López López
Director Desarrollo Urbano

El contenido de la presente publicación se encuentra protegido por las normas internacionales y nacionales vigentes sobre propiedad intelectual, por tanto su utilización, reproducción, comunicación pública, transformación, distribución, préstamo público e importación, total o parcial, en todo o en parte, en formato impreso, digital, o cualquier formato conocido o por conocer se encuentran prohibidos, y solo serán lícitos en la medida en que se cuente con la autorización previa y expresa por escrito de los autores. El CCCS no garantiza la precisión, confiabilidad o integridad del contenido incluido en este trabajo, ni de las conclusiones o juicios descritos en este documento, y no acepta responsabilidad alguna por omisiones o errores (incluidos, entre otros, errores tipográficos y errores técnicos) en el contenido en absoluto o por confianza al respecto.

ISBN: 978-958-53949-1-9

© Consejo Colombiano de Construcción Sostenible 2022. Todos los derechos reservados. Dir. de correspondencia: Carrera 7 # 71-21, Edificio Avenida Chile, Torre A, Piso 5. AA 110231 • Bogotá, Colombia info@cccs.org.co • www.cccs.org.co

EDITORIAL

Viviana Valdivieso, Directora Ejecutiva CCCS
Angélica Ospina, Directora Técnica CCCS

AUTORES

Angélica Ospina, Directora Técnica CCCS
Natalia Arroyave, Especialista Técnica Senior CCCS
Lorena Pupo, Especialista Técnica Líder CCCS
Melissa Ferro, Especialista Técnica CCCS
Juan David Lizcano, Especialista Jurídico CCCS
Santiago Uribe, Especialista Técnico Senior CCCS

COLABORADORES EDITORIALES

Lorena Pupo, Especialista Técnica Líder CCCS
Melissa Ferro, Especialista Técnica CCCS
Juan David Lizcano, Especialista Jurídico CCCS
Tatiana Carreño, Especialista Técnica Senior CCCS
Mariana Aristizábal, Especialista Técnica Senior CCCS
Ximena Nivia, Asistente Técnica CCCS
Juan F. Franco, Director General Hill
Mónica Espinosa, Directora Oficina de Sostenibilidad Hill
Felipe Rivera, Profesional de Proyectos Hill
José Guevara, Profesor Asistente Universidad de los Andes
John Salazar, Ingeniero de Proyectos Universidad de los Andes

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN

Ima Barraza, Directora Creativa Senior - imabarraza@gmail.com

FOTOGRAFÍA

Pexels.com, pixabay.com, canva.com, unsplash.com

COMITÉ ASESOR DEL PROYECTO

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – Minambiente, líder del proyecto
Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio – Minvivienda
Ministerio de Minas y Energía – Minenergía
Departamento Nacional de Planeación – DNP
Ciudad de Bogotá
Ciudad de Cali
Cámara Colombiana de la Construcción – CAMACOL
Consejo Colombiano de Construcción Sostenible – CCCS

FINANCIAMIENTO DEL PROYECTO

Global Environment Facility (GEF)

AGENCIA EJECUTORA

UNEP - UN Environment Programme

IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

World Resources Institute (WRI) a nivel global
Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) a nivel local

AGRADECIMIENTOS

Adriana Ballestas	Generac Colombia SAS
Agustín Adarve	Agustín Adarve Natural Cooling
Alejandro Arcila	Acierto Inmobiliario
Alejandro Valencia Ojeda	NTD SAS
Alexander Rodríguez Larín	Dirección Nacional de Planeación
Alexander Valencia	CAIA Ingeniería
Ana María Landaeta	CCCS
Andrea López González	Ser Colombia
Andrés García	Andrés García Ingeniería Bioclimática
Andrés Jaramillo Vélez	Universidad EIA
Aníbal Cesar Maury Ramírez	Universidad El Bosque
Aura Rodríguez	Cámara De Comercio De Bogotá
Belisario Macías Esparza	Gobernación de Santander, Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural
Camila Andrea Rodríguez Pimentel	Constructora Bolívar
Camilo Sandoval	EMCALI
Carlos Andrés Mazorra	Independiente
Carlos Giovanni Agudelo Múnera	Pintuco
Carlos Rey	IDU
Carlos Saavedra	Aceis S.A.
Carolina Barreto	Climate Bonds Initiative
Carolina González	Celsia S.A.
Catalina Sanín	Aceis S.A.
Cesar Augusto Rendón Díaz	Latco
Clemencia Escallón	Universidad De Los Andes
Cristian Ballesteros	SYMA Consultores y Constructores Sociedad BIC
Daniela Martínez	Berkeley University Of California
Darly Miranda Barbosa	Pinturas Bler de Colombia
David Vélez	Universidad Nacional
Diego Ferney Joya Monroy	Eternit Colombiana S.A.
Diego Grajales	Ministerio de Minas y Energía
Edward Hermida Martínez	Pintuco
Efraín Camilo Rodríguez Rojas	Bt-Consultores
Elizabeth Rentería	Constructora Bolívar
Ernesto Porras	Consultoría y Diseño En Climatización S.A.S.
Estefanía Bahamón	Seguros Bolívar
Fabio Andrés Salgado	Cámara de Comercio de Bogotá
Felipe Ospina Suaza	
Fernando Páez	SYMA Consultores y Constructores Sociedad BIC
Flavio Ernesto Ojeda Visbal	Azul Urbano
Fredy Enrique Garzón	Holcim (Colombia) S.A.
German Ricardo Agudelo Ariza	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ECDBC)
Gloria Perafán	Holcim (Colombia) S.A.
Gloria Isabel Carvajal	Universidad de Medellín
Guillermo Valencia De La Calle	Alejandro Echeverri + Valencia Arquitectos
Harold Silva	Tubosa
Hernando Vargas	Universidad De Los Andes
Hilda Cristina Mariaca Orozco	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Isabel Uribe	Acesco Colombia S.A.S
Iván Fernando Otálvaro Calle	Pontificia Universidad Javeriana De Cali
Jaidy Milena Salazar Sandoval	Secretaría Distrital De Planeación
Jhonatan David Sánchez	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Johanna Martinez	Camacol
John Villabona	Camacol
John Melo	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Jonathan Rippe	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Nestor Miguel Ramírez	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Nathalie Yabrudy	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Adriana López	Pinturas Bler de Colombia
Alberto Martínez	Independiente
Alejandro F. Hernández Arango	Pintuco
Alex Saer	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Alexander Ubaque Orjuela	Constructora Capital
Álvaro Beltrán	Azul Urbano
Ana Milena Avendaño Páez	IFC
Andrés Felipe Rincón	Holcim (Colombia) S.A.
Andrés Guzmán	Universidad Del Norte
Andrés París	Constructora Bolívar
Aura Luisa Rodríguez Silva	Corporación Ambiental Empresarial CAEM
Aura Rojas	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (ECDBC)
Bolívar Monroy	Acaire
Camilo Gaitán	Secretaría Distrital De Planeación
Carlos Andrés Álvarez	Secretaría Distrital De Ambiente
Carlos Arredondo	Universidad de Medellín
Carlos Nuñez	Gustavo Perry Arquitectos SAS
Carlos Ruiz	Independiente
Carlos Toro Salazar	Centro Nacional De Producción Más Limpia
Carolina Camacho	Abacus Real Estate
Catalina Romano	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Cesar Augusto Hidalgo	Universidad de Medellín
Cesar Ruiz	Setri Sustentabilidad Sas
Cristhian Hernández Fandiño	Alcaldía de Cali
Daniela López	Independiente
Daniela Villalba	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
David Ochoa Lotero	Sura
Diego Felipe Prada	Green Factory
Diego González	Construcciones CFC y Asociados S.A.
Edgar Darío Mayorga Ladino	CORPOEMA -EBP
Edwin Segura	Subdirección De Planificación Del Territorio
Eliana Álvarez	Fondo Acción
Erika Nayibe Bobadilla González	Procemco
Esteban Martínez	Green Loop
Fabio Alejandro Arcila Bonilla	Universidad de los Andes
Fabiola Esperanza Marín	Acolvise
Federico Velásquez	SYMA Consultores y Constructores Sociedad BIC
Felipe Rivera	Hill
Ferney Pérez	Generac Colombia SAS
Franco Piza	Bancolombia
German Arévalo	Encon
Ginneth Marcela Peña	Secretaría Distrital De Ambiente
Gloria Rodríguez	Independiente
Gustavo Adolfo Beltrán Cortés	Procemco
Héctor Miguel Donado	World Resources Institute
Hernando Zabaranda	Generac Colombia Sas
Ignacio Gallo	Plan-In Planeación Inteligente
Iván Darío Espitia	Mts Consultoría + Gestión
Iván Osuna Motta	Planeación Distrital Cali
Jhon Eduard Lavado Arboleda	Pintuco
Johana Infante	Ebp Chile
John Sebastián Salazar Florez	Hill
Johnny Fabián Tascon Valencia	Universidad de los Andes
Jorge E Torres R	Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano y Regional, CENAC
Angie Gomez	Camacol
Jose Antonio Pinzón	DNP
Lizeth Gabriela Bonilla Botia	DNP

Jorge Andrés Gaitán Vargas	Entreluz Estudio
Jorge Iván Carmona	Comité Construcción Sostenible
Jose Alberto Guevara Maldonado	Universidad de los Andes
José Alejandro Martínez S.	Universidad EAN
Juan Carlos Cuberos	Pontificia Universidad Javeriana
Juan Diego Rincón Vega	Camacol
Juan Felipe López Pineda	Celsia S.A.
Juan Francisco Correal	Universidad de los Andes
Juan Ignacio Bueno Garavito	Johnson Controls
Juan Manuel Fernández	Veleta Arq.
Juan Pablo Celis	IDU
Juan Sebastián López Bello	Independiente
Judith Daniela Piñeros Salamanca	Camacol
Julián Villa	Planeación Distrital Cali - Manual Construcción Sostenible
Juliana Cancino Duarte	Cemex Colombia
July E. Gónzalez	Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio
Katherinne Bobadilla	Camacol
Leidy Johanna Prado Palacio	Latco
Lilian Rocío Bernal	Secretaría Distrital de Ambiente
Lina Castaño	Ministerio De Minas Y Energía
Lina María Sastoque	Setri Sustentabilidad SAS
Lised Chaves	Ministerio de Minas y Energía
Luis Alberto Suárez	Helecho SAS
Luis Felipe Restrepo Guerra	Casostenible Sas
Luisa Fernanda Castañeda	Secretaría Distrital De Planeación
Manuel Alejandro Rojas Manzano	Pontificia Universidad Javeriana De Cali
Manuela Aldana	Acesco Colombia S.A.S
María Del Mar Vélez	Bancolombia
María José Rojas	Seguros Bolívar
Mario Alejandro Landazabal Alegria	Latco
Mauricio Moreno Bernal	Independiente
Mauricio Sánchez Mendoza	SYMA Consultores y Constructores Sociedad de Beneficio e Interés Colectivo
Michael Ebel Benachi	Jaramillo Mora
Mónica Caro	Independiente
Monserrat Bobadilla	EBP Chile
Nelly Miranda	Fiberglass Isover
Nicola Borregaard	EBP Chile
Olga Montoya	Usb Cali
Pablo Atuesta	Recive
Paola Rojas	Camacol
Paola Ruje	Acoplásticos
Pedro Ortiz	Pei Asset Management
Raúl Gutierrez	Kingspan
Ricardo Duque Zapata	Empresa de Desarrollo Urbano de Medellín - EDU
Rodrigo Quimbay	Universidad Nacional
Sandra Milena Bravo Cordoba	World Resources Institute
Sandro Javier Muñoz	Secretaría Distrital de Ambiente
Sergio Ojeda	Constructora Bolívar
Susana Cardona Castelblanco	Departamento Administrativo De Planeación
Valentina Zubiria Bedoya	Pontificia Universidad Javeriana
Viviana Andrea Huetio Vergara	Alcaldía De Cali-Dagma
Walter Giraldo Castañeda	Universidad Del Valle
Yonatan Cadavid	Independiente

Jose Albeiro Montoya Arias	Construcciones CFC y Asociados S.A.
José Alberto Martínez Sánchez	Consejo para el Comisionamiento y el Aseguramiento de la Calidad - CCAC
José Antonio Espinoza	EBP Chile
Juan Castañeda	Habitat Bogotá
Juan Felipe Franco	Hill
Juan Gómez	Constructora Bolívar
Juan López Castillo	Eternit Colombiana S.A.
Juan Nicolás López Castillo	Eternit Colombiana S.A.
Juan Sebastián Cañavera Herrera	Independiente
Juana Mariño de Posada Julián	Gestión Urbana y Tecnológica SAS
Gutiérrez Chacón Julián	Jg Arquitectura
Zambrano	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible
Juliana Soto	Tc Latin America Partners
Karen Bejarano	Secretaría Distrital De Ambiente
Laura Aponte	Synthesia
Leonardo Rodríguez	Accuro
Liliana Medina Campos	Universidad Colegio Mayor De Cundinamarca
Lina Marcela Agudelo	Grupo Éxito
Lina Ramos	Ministerio de Minas y Energía
Lucas Builes Giraldo	Celsia S.A.
Luis Carlos Gutiérrez	Constructora Bolívar
Luis Fernando Taylor Orozco	Camacol Valle
Luz Dary Pulido Cruz	Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio
Manuel Lazcarro	Procemco
Marcela Espinosa	Mts Consultoría + Gestión
María Eugenia Gamarra	Alejandro Echeverri + Valencia Arquitectos
Mari Andrea Maroso	Azul Urbano
Mauricio Burbano	Secretaría Distrital De Ambiente
Mauricio Patiño	Gustavo Perry Arquitectos Sas
Mauricio Villaseñor	EBP Chile
Mónica Bibiana Páez M.	Cámara De Comercio De Bogotá
Mónica Espinosa	Hill
Natalia Carrero	57Uno Arquitectura
Néstor F Gómez	IDU
Nicolás Eduardo Sarmiento	Prodesa
Oscar Sierra	Holcim (Colombia) S.A.
Pablo González	57Uno Arquitectura
Paula Andrea Patiño Ortega	Pintuco
Ramón Santiago Correa Parra	Vidrio Andino
Raúl Hacheortiz	Independiente
Rodrigo Rubio Vollert	Arpro Arquitectos Ingenieros S.A.
Sandra Galarza	Pontificia Universidad Javeriana
Sandra Patricia Toloza Ovalle	Ladrillera Helios S.A.
Sergio Ballén	Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca
Silvia Calderón	Pei Asset Management
Tatiana Ruiz	Cemex Colombia
Vanessa Echeverry Holguín	SYMA Consultores y Constructores Sociedad de Beneficio e Interés Colectivo
Viviana Bohórquez	Fondo Acción
Yeison Enrique Romero	Secretaría Distrital De Planeación
Sumeha Malaviya	World Resources Institute
Fairuz Otila Loutfi Olivares	World Resources Institute
Kayla Rakes	World Resources Institute
Natalie Thomure	World Resources Institute
Clay Nesler	World Resources Institute

CONTENIDO

Siglas 10

Resumen Ejecutivo 11

Capítulo 1 I *¿A dónde queremos llegar con esta hoja de ruta y por qué?* 19

¿Por qué es importante esta hoja de ruta para Colombia?
¿Cómo se desarrolló esta hoja de ruta?
¿Qué es una edificación neto cero carbono en Colombia y cuáles son las emisiones asociadas?
¿Cuáles son las metas que se quieren lograr con esta hoja de ruta y cuál es su impacto?
¿Cómo está estructurada esta hoja de ruta?
¿Quiénes deben intervenir en la implementación de esta hoja de ruta?
¿Cómo se debe monitorear la implementación de esta hoja de ruta?

Capítulo 2 | *¿En dónde estamos ahora?* 31

Capítulo 3 | *¿Cuáles son las metas específicas y cómo podemos lograrlas?* 42

Metas y acciones prácticas corporativas
Metas y acciones planeación urbana
Áreas verdes y estructura ecológica principal
Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte
Metas y acciones materiales
Uso de materia prima
Uso de energía y agua en el proceso de fabricación
Transporte y distribución
Metas y acciones edificaciones nuevas
Selección y uso de materiales
Prácticas y procesos de diseño y construcción
Licencias y códigos de construcción sostenible
Sistemas estructurales
Electrificación de los usos energéticos finales
Etiquetado
Sistemas de certificación
Uso de agua y energía en el proceso constructivo
Generación de residuos en el proceso constructivo
Metas y acciones edificaciones existentes
Uso de agua y energía durante la operación del proyecto
Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización
Generación y gestión de residuos sólidos domésticos
Proceso de remodelaciones y adecuaciones
Uso de energía en el proceso deconstructivo
Aprovechamiento, reciclaje y reúso
Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización
Transporte de residuos de demolición
Metas y acciones asentamientos informales

Capítulo 4 | *¿Cómo se integran la equidad y el género en esta hoja de ruta?* 123

Capítulo 5 | *El rol de las compensaciones* 124

Capítulo 6 | *Referencias para la definición de metas* 128

Glosario 139

Bibliografía 141

Anexos 143

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Grandes metas edificaciones neto cero carbono

Tabla 2. Composición de las categorías de acción de la hoja de ruta

Tabla 3. Documentos CONPES relevantes en la construcción sostenible

Tabla 4. Metas. Prácticas corporativas

Tabla 5. Metas. Áreas verdes y estructura ecológica principal

Tabla 6. Metas. Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte

Tabla 7. Metas. Uso de materia prima

Tabla 8. Metas. Uso de energía y agua en el proceso de fabricación

Tabla 9. Metas. Transporte y distribución

Tabla 10. Metas. Selección y uso de materiales

Tabla 11. Metas. Prácticas y procesos de diseño y construcción

Tabla 12. Metas. Licencias y códigos de construcción sostenible

Tabla 13. Metas. Sistemas estructurales

Tabla 14. Metas. Electrificación de los usos energéticos finales

Tabla 15. Metas. Etiquetado

Tabla 16. Metas. Sistemas de certificación

Tabla 17. Metas. Uso de agua y energía en el proceso constructivo

Tabla 18. Metas. Generación de residuos en el proceso constructivo

Tabla 19. Metas. Uso de agua y energía durante la operación del proyecto

Tabla 20. Metas. Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización

Tabla 21. Metas. Generación y gestión de residuos sólidos domésticos

Tabla 22. Metas. Proceso de remodelaciones y adecuaciones

Tabla 23. Metas. Uso de energía en el proceso deconstructivo

Tabla 24. Metas. Aprovechamiento, reciclaje y reúso

Tabla 25. Metas. Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización

Tabla 26. Metas. Transporte de residuos de demolición

Tabla 27. Metas. Asentamientos informales

Tabla 28. Comparación entre la mitigación lograda con el portafolio y las metas del Proyecto AENCC en carbono operacional

Tabla 29. Comparación entre la mitigación lograda con el portafolio y las metas del Proyecto AENCC en carbono embebido

Tabla 30. Metas generales del proyecto

Tabla 31. Metas asociadas al ciclo de vida y categorías de emisión

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050)

Figura 2. Metas generales de la hoja de ruta

Figura 3. Estructura de la hoja de ruta

Figura 4. Acciones de primer nivel

Figura 5. Emisiones que se generan o absorben asociadas al ciclo de vida de las edificaciones

Figura 6. Metas generales de la hoja de ruta

Figura 7. Estructura de la hoja de ruta

Figura 8. Acciones de primer nivel

Figura 9. Estructura de ficha para cada una de las acciones de segundo nivel

Figura 10. Actores que intervienen en la hoja de ruta

Figura 11. Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050)

Figura 12. Proyección de emisiones de carbono operativo en Colombia en edificaciones nuevas y existentes

Figura 13. Proyección de emisiones de carbono embebido en Colombia por tipología de edificación

Figura 14. Número de proyectos presentados a la UPME por tipo de Energía desde el 2007 hasta el 2021

Figura 15. Emisiones GEI reducidas con el portafolio en carbono operativo y embebido

Figura 16. Escenario de mitigación - Emisiones carbono embebido

SIGLAS

AENCC	Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono
ACV	Análisis de Ciclo de Vida
BAU	Business As Usual
BAT	Best Available Technology
BIM	Building Information Modeling
CAR	Corporación Autónoma Regional
COP	Conferencia de las Partes
DAP	Declaración Ambiental de Producto
E2050	Estrategia Climática de Largo Plazo de Colombia E2050
EPD	Environmental Product Declaration/ Declaración Ambiental de Producto
FNCER	Fuentes No Convencionales de Energía Renovable
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GIS	Sistema de Información Geográfica
GWP	Global Warming Potencial/ Potencial de calentamiento global
HVAC	Heating, Ventilation and Air Conditioning/ Calefacción, Ventilación y Aire Acondicionado
MRV	Monitoreo Reporte y Verificación
NDC	Contribución Nacionalmente Determinada
NSR	Norma Sismo Resistente
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
PIGCCS	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Sectorial
PIGCCt	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial
PIGCCme	Plan Integral de Gestión del Cambio Climático del sector minero energético
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PBOT	Plan Básico de Ordenamiento Territorial
SIN	Sistema Interconectado Nacional
SUDS	Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible
RCD	Residuos de Construcción y Demolición

RESUMEN EJECUTIVO

A nivel mundial los edificios son responsables del 38% de las emisiones de carbono relacionadas con el consumo de energía y del 50% del consumo de todos los materiales extraídos. Por lo tanto, la industria de las edificaciones es esencial para lograr los compromisos climáticos establecidos en el Acuerdo de París. En Colombia, debido a la importancia de esta industria en la economía, se ha identificado dentro de la estrategia climática de largo plazo del país, la E2050, como uno de los sectores con gran potencial de mitigación e influencia a lo largo de su ciclo de vida.

Es por esto que desde el proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono (AENCC), se propone esta hoja de ruta nacional para trazar el camino hacia la descarbonización de este sector. Este proyecto es liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, y su comité asesor que está compuesto por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - MinVivienda, el Ministerio de Minas y Energía - Minenergía, el Departamento Nacional de Planeación - DNP, la ciudad de Bogotá, la ciudad de Cali, la Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS. El proyecto es financiado por el Global Environment Facility (GEF), la agencia ejecutora es la UN Environment Programme (UNEP), y es implementado a nivel global por el World Resources Institute (WRI) y a nivel local por el CCCS.

Con el fin de desarrollar esta hoja de ruta, se estableció un diálogo nacional entre el sector público y el sector privado para construir y entender las acciones que deben implementarse a nivel del sector edificado, para lograr edificaciones neto cero carbono. Para esto se consolidó un grupo de expertos de 384 personas, compuesto por los distintos actores de la cadena de valor entre los que se encuentra el gobierno, los gremios, el sector privado (toda la cadena de valor), el sector financiero, la academia, las ONG y las organizaciones de cooperación.

Situación actual del país

Actualmente, de acuerdo con la línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia, "*las emisiones de las edificaciones representan alrededor del 7% de las emisiones nacionales. Cuando se excluyen las emisiones del sector Agricultura, Silvicultura y Uso del Suelo (AFOLU, por sus siglas en inglés), se observa un aporte de las edificaciones que varía entre 16,4% en 2020 a 11,9% en 2050. Por su orden de magnitud, las generadas por las edificaciones son comparables con las que genera la industria nacional*" (Universidad de los Andes & Hill, 2021). Adicionalmente como causa del crecimiento poblacional y de la economía se estima que al menos el 40% de las viviendas que se tendrán en Colombia en el año 2050, corresponderán a las que se construyan entre 2020 y 2050, por lo que se espera que las emisiones de GEI asociadas a las edificaciones aumenten desde 18,9 Mt-CO2eq en el año 2020 hasta 32,6 Mt-CO2eq en 2050 (Universidad de los Andes & Hill, 2021).

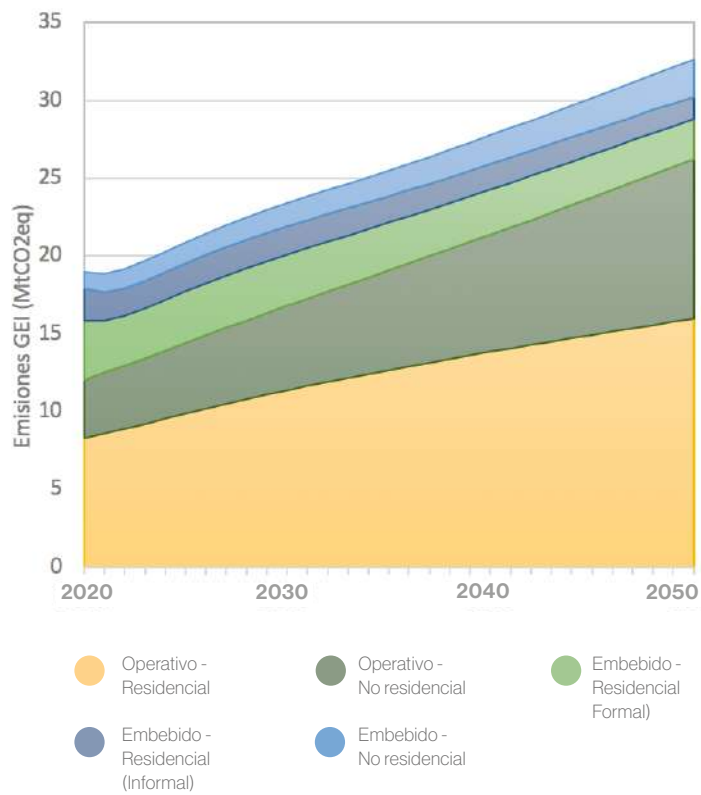


Figura 1. Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050). Fuente: Línea base de emisiones GEI de las edificaciones. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting.

Las emisiones son generadas principalmente en la etapa de operación de las edificaciones, particularmente de las residenciales. No obstante, las emisiones de carbono embebido, relacionadas con el uso de materiales, también son muy representativas.

Es importante mencionar que el país ya está dando pasos significativos en el desarrollo de políticas en torno al cambio climático. Ha establecido metas ambiciosas que generan un marco de política favorable para la descarbonización de los diferentes sectores de la economía, incluyendo el sector de la edificación y la construcción. Los principales avances regulatorios e incentivos se encuentran enfocados en medidas de eficiencia energética, uso de energías limpias y en la descarbonización de la matriz energética. Sin embargo, aún existen algunas barreras en la regulación y en la accesibilidad a las tecnologías que deberán resolverse en los próximos años para conseguir la implementación masiva de medidas de energía limpia y eficiencia energética en todas las edificaciones.

Por otro lado, si bien existen normativas sectoriales de carácter obligatorio que promueven la sostenibilidad en la construcción para edificaciones nuevas, como la Resolución 549 de 2015, la Resolución 472 de 2017 y la Resolución 1257 de 2021, no existe un sistema de monitoreo efectivo que garantice su aplicación en el territorio nacional. Adicionalmente a nivel de los procesos de diseño y construcción, el sector es en general poco tecnificado, hay mucha informalidad, se invierte poco en la planificación y diseño de los proyectos y, en general no se utilizan herramientas fundamentales para la toma de decisiones como son las simulaciones energéticas, térmicas, de iluminación, análisis de ciclo de vida, entre otras.

En particular frente a temas de carbono embebido existen pocos avances en el país. Los materiales comúnmente utilizados en las edificaciones son cemento, concreto, acero y ladrillo, que son intensivos en carbono, no hay un desarrollo significativo en sistemas constructivos bajos en carbono, ni hay información disponible sobre los impactos de los materiales (hay muy pocos productos con ACV y EPD). Asimismo, los métodos constructivos son poco tecnificados, prácticamente no se utilizan sistemas prefabricados o industrializados, generando impactos ambientales no solo durante la construcción sino también en la operación de las edificaciones, ya que se presentan problemas de desempeño y confort como consecuencia de las deficiencias constructivas.

Otra gran brecha identificada está relacionada con el carbono operativo en los edificios existentes. No existe ninguna normativa que promueva el ahorro de agua y energía en los edificios existentes ni los retrofits. Es necesario y urgente desarrollar instrumentos normativos, incentivos, capacidades, y proveer la tecnología necesaria para que todo el stock existente de edificaciones implemente medidas hacia la descarbonización, incluyendo la electrificación de sus usos finales, la implementación de medidas de eficiencia energética y el uso de energías limpias.

Finalmente, pero no menos importante, un gran reto que tiene el país está en los asentamientos informales. El Censo de Edificaciones (CEED) del DANE permite determinar que la proporción de viviendas sin licencia iniciadas a nivel nacional ha oscilado entre el 19 y 29% durante los últimos años (2013-2020) (Hill Consulting & Universidad de los Andes, 2022). Esta proporción es bastante significativa y se vuelve crítica en ciudades como Cali donde el valor varía entre el 58 y 70%. Estos procesos tienen efectos urbanos y económicos significativos, pero también tienen efectos ambientales, ya que se realizan a costa de una degradación ambiental importante además de presentar ineficiencias en el diseño y construcción que se traducen en mayores consumos de materiales y de generación de RCD. Teniendo en cuenta esto, es indudable que se necesitan tomar acciones específicas dirigidas a este sector.

Es claro entonces que para lograr edificaciones neto cero carbono en Colombia, se requiere un importante compromiso del sector público y del sector privado integrando toda la cadena de valor de la industria de las edificaciones. Desde el sector público es necesario una fuerte intervención desde el gobierno nacional y los gobiernos locales, con la integración de estas metas y acciones en las políticas e instrumentos de planeación. Por su parte, el sector privado debe asumir un fuerte compromiso desde toda la cadena de valor, estableciendo el liderazgo en la implementación de acciones para la descarbonización del sector.

Estructura de la hoja de ruta

En este contexto se plantea la hoja de ruta nacional de edificaciones neto cero carbono, la cual tiene un enfoque de ciclo de vida completo y por tanto propone unas grandes metas de reducción carbono operacional y carbono embebido escalonadas entre el 2030 y el 2040, con el fin de lograr edificaciones neto cero carbono en el 2050.

Con el objetivo de lograr estas grandes metas, se proponen unas metas específicas que se describen en el capítulo 3, junto con las acciones transformadoras que deben realizarse para lograrlas. En total se proponen 67 metas específicas las cuales toman como referencia las opciones de transformación de la E2050, las metas pactadas en la NDC, el Plan Energético Nacional y las medidas de mitigación que hacen parte del escenario de máxima mitigación propuesto por Hill y Uniandes en el marco del proyecto AENCC1. Las 67 metas están agrupadas en 6 categorías de acción: (i) Prácticas corporativas, (ii) Planeación urbana, (iii) Materiales, (iv) Edificaciones nuevas, (v) Edificaciones existentes, y (vi) Asentamientos informales. Para cada meta se incluyen los principales actores que deben estar involucrados en la ejecución, logro y seguimiento de la meta y se indica si el efecto que se busca con la meta es de mitigación de carbono operacional, de mitigación de carbono embebido y/o de resiliencia.

Edificaciones nuevas:

2030

El **100%** de edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones residenciales estratos 5 y 6, y comercial e institucional, son neto cero a nivel de *carbono operacional* y las residenciales estrato 1, 2, 3 y 4 logran una reducción del **40%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base. Todas logran una reducción del **30%** de carbono embebido.

2040

El **80%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, son neto cero a nivel de *carbono operacional* y logran una reducción del **70%** de *carbono embebido*.

2050

El **100%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son neto cero a nivel de *carbono operacional y embebido*.

Edificios regenerativos

Edificaciones existentes:

2030

Reducción mínima del **30%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base.

2040

Reducción mínima del **70%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base.

2050

El **100%** de edificaciones existentes son neto cero a nivel de *carbono operacional*.

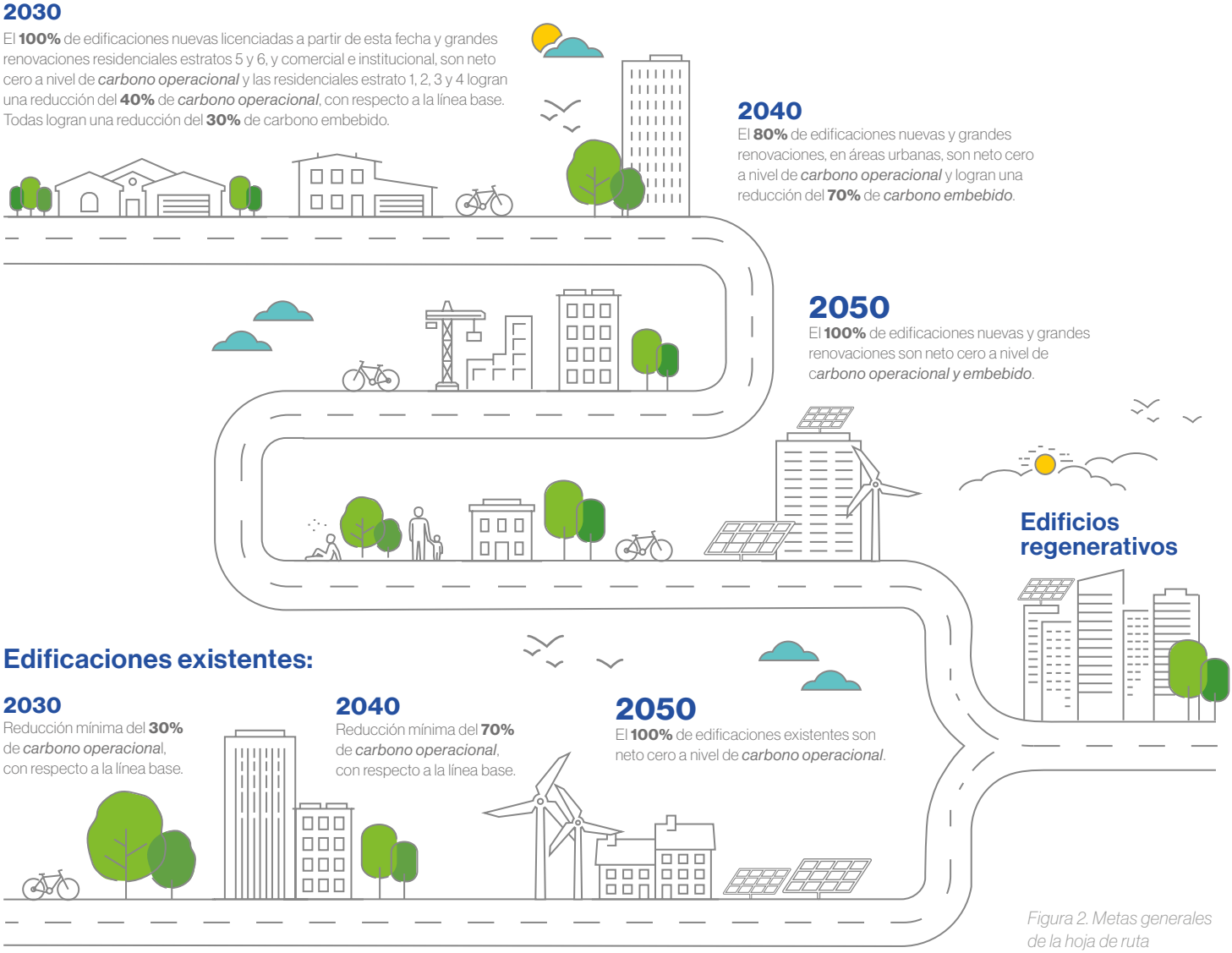


Figura 2. Metas generales de la hoja de ruta

[1] Ver Evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia (Hill y Uniandes, 2022)

Cada una de estas categorías de acción, con excepción de la de prácticas corporativas y la de asentamientos informales, está dividida en unas subcategorías de acción que permiten agrupar las metas de acuerdo a las emisiones asociadas y para las cuales se describen las acciones transformadoras que se deben ejecutar para lograrlas en el marco de cuatro habilitadores, que son: política, tecnología, desarrollo de capacidades y finanzas.

Las acciones transformadoras propuestas se categorizan en 12 acciones transformadoras de primer nivel, o grandes temáticas de trabajo, que son: (A) análisis de ciclo de vida, (B) eficiencia energética, (C) etiquetado, (D) promoción y demanda de materiales y sistemas sostenibles, (E) descarbonización de las fuentes energéticas, (F) estándares voluntarios verificados por un tercero, (G) prácticas de sostenibilidad en las empresas, (H) gestión de la información, (I) planeación urbana integrada, (J) resiliencia y servicios ecosistémicos, (K) formalización de la construcción y (L) acciones transversales. De estas acciones de primer nivel se desprenden las 163 acciones transformadoras de segundo nivel, o acciones específicas. Cada una de estas acciones cuenta con una ficha detallada que se puede consultar a través de los hipervínculos generados en el capítulo 3 y que explican en detalle lo que debe suceder en el país a corto, mediano y largo plazo para lograr las metas de descarbonización. Además, se describe el nivel de desarrollo actual frente a la acción y los instrumentos de política desde los cuales se pueden apoyar y articular las diferentes acciones.

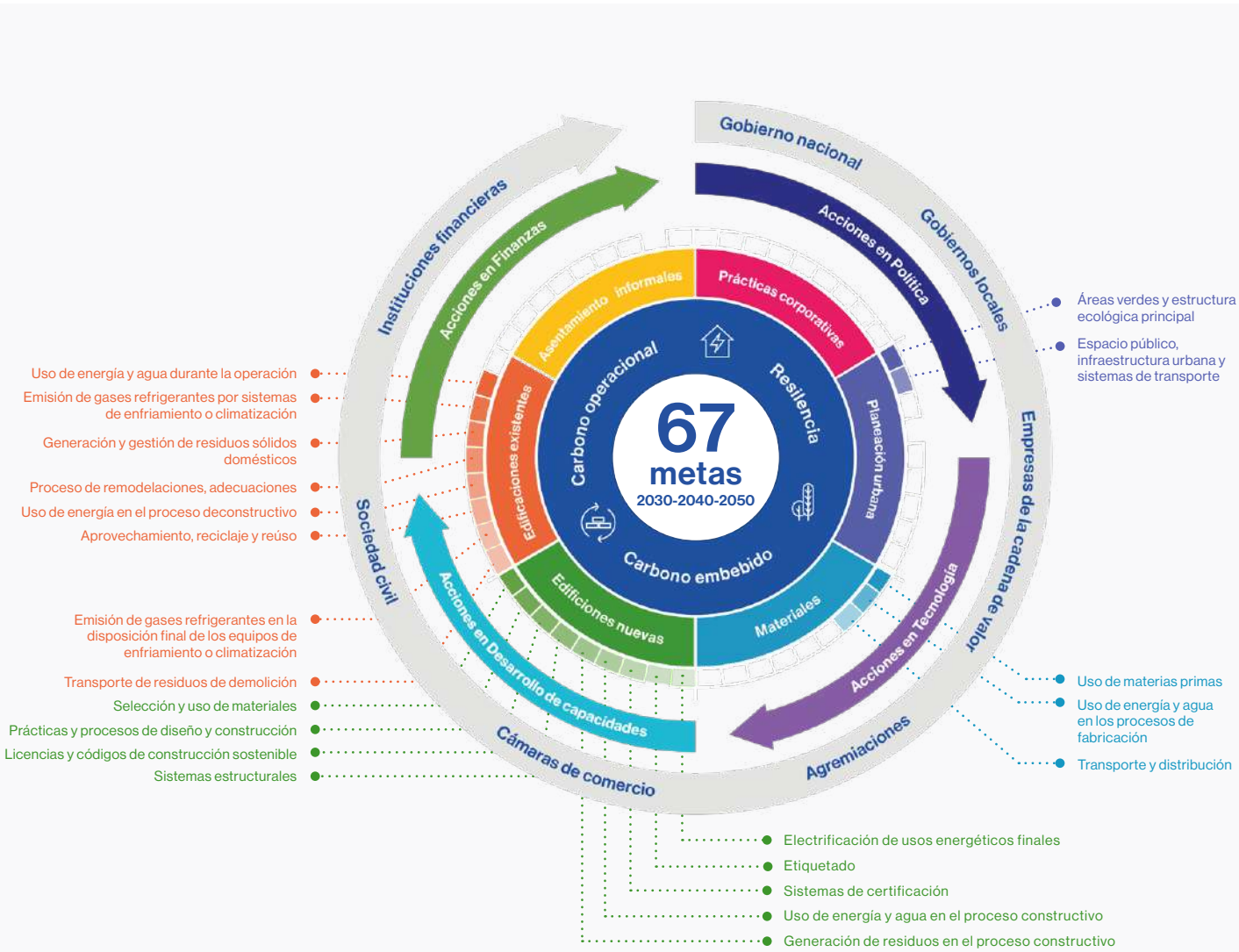


Figura 3. Estructura de la hoja de ruta

Metas específicas de la hoja de ruta

Como se mencionó anteriormente para cada categoría de acción se identifican unas metas específicas y unas acciones transformadoras que deben ocurrir para lograr dichas metas. Desde la categoría de **prácticas corporativas** se establece una única meta dirigida a que las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción logren la descarbonización. Para esto se deben generar acciones enfocadas en incentivar el diseño e implementación de planes de descarbonización y el desarrollo de capacidades dentro de las empresas para que puedan formular e implementar estos planes, así como medir y gestionar su huella de carbono.

Las metas de la categoría de **planeación urbana** están orientadas a acciones de mitigación y adaptación desde los entornos urbanos y se dividen en dos subcategorías de emisión, que son: (i) áreas verdes y estructura ecológica principal, y, (ii) espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte. En la primera subcategoría se generan tres metas orientadas a la protección, restauración y aumento de la estructura ecológica principal y las coberturas vegetales. Para lograr esto se identifican distintas acciones orientadas a generar una mejor interacción y definición de los canales intersectoriales e intergubernamentales, incluir lineamientos de urbanismo sostenible e infraestructura basada en la naturaleza desde las herramientas de ordenamiento territorial e involucrar a la sociedad civil en la gestión del riesgo y adaptación por cambio climático.

En la segunda subcategoría de espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte, se proponen siete metas orientadas a aumentar la resiliencia de la infraestructura, implementar infraestructura de climatización sostenible, de generación de energías limpias, gestión del agua, alumbrado eficiente y a generar lineamientos desde el ordenamiento territorial para un desarrollo orientado al transporte. Para la ejecución efectiva de las acciones propuestas en toda la categoría de planeación urbana es necesaria la capacitación de los planificadores y diseñadores urbanos, así como el desarrollo de mecanismos financieros que viabilicen la financiación del desarrollo urbano sostenible y la implementación y desarrollo de la tecnología necesaria.

Las metas y acciones de la categoría de **materiales** están dirigidas a reducir las emisiones en los procesos de extracción de materia prima, manufactura y transporte de materiales. Las metas se dividen entonces en tres subcategorías de emisión: (i) uso de materia prima, (ii) uso de energía y agua en el proceso de fabricación, y (iii) transporte y distribución. En la primera subcategoría, uso de materia prima, se establecen ocho metas enfocadas en la reducción de la demanda de materia prima

Figura 4. Acciones de primer nivel

virgen, la implementación de estrategias de eficiencia energética,de prácticas menos carbono intensivas durante el proceso de extracción y la estimulación de mercados para productos y materiales bajos en carbono y con contenido reciclado. Dentro de las principales acciones propuestas está el uso del ACV tanto de proyectos de construcción como de los materiales, la priorización de la rehabilitación o readecuación de edificaciones existentes, la integración de requerimientos de materiales sostenibles en los códigos de las edificaciones, el desarrollo de estándares para la maquinaria amarilla y el desarrollo e investigación de materiales con contenido reciclado y bajos en carbono, entre otras.

En la subcategoría de uso de energía y agua en el proceso de fabricación, se generan nueve metas enfocadas en el mejoramiento de la eficiencia energética, en la descarbonización de los procesos productivos, en la disminución del consumo de agua y la promoción de una gestión circular de este recurso. Para esto se proponen acciones dirigidas al desarrollo de incentivos y requerimientos para mejorar la eficiencia energética y promover procesos de electrificación, reemplazo de combustibles, uso de energías alternativas y el desarrollo e implementación de tecnologías como la captura y almacenamiento de carbono y el uso de hidrógeno. En la tercera subcategoría, de transporte y distribución, se proponen dos metas enfocadas en mejorar las operaciones logísticas y adoptar vehículos de bajas y/o cero emisiones para lo cual se deben generar requisitos mínimos para los vehículos, además de establecer estrategias e incentivos que faciliten la introducción de vehículos de carga limpios. Para el logro de las metas de la categoría de materiales se requiere de capacitación y colaboración entre la industria, así como mucha investigación y desarrollo por lo que se propone la creación de un HUB de conocimiento en materiales y el desarrollo de las competencias necesarias para la optimización e innovación en los materiales. Así mismo se identifica la necesidad de desarrollar diferentes mecanismos financieros para fomentar la investigación y desarrollo, la eficiencia energética, la descarbonización de procesos, la reconversión tecnológica y el desarrollo de incentivos para estimular el uso de productos y materiales sostenibles.

Por su parte, las metas de la categoría de **edificaciones nuevas** se dividen en nueve (9) subcategorías: (i) selección y uso de materiales, (ii) prácticas y procesos de diseño y construcción, (iii) licencias y código de construcción sostenible (iv) sistemas estructurales, (v) electrificación de usos finales, (vi) etiquetado, (vii) sistemas de certificación, (viii) uso de energía y agua en el proceso constructivo, y (ix) generación de residuos en el proceso constructivo. La primeras siete (7) categorías hacen referencia a las decisiones que se toman durante la planeación y diseño de las edificaciones.

La primera, selección y uso de materiales, establece tres metas que se enfocan en la medición y reducción del carbono embebido de las edificaciones utilizando herramientas como el

ACV para seleccionar materiales bajos en carbono y optimizar los diseños de la edificación. Adicionalmente, se enfocan en la promoción del uso de materiales que demuestren ser bajos en carbono, estimulando la creación de mercados para estos productos y por lo mismo la movilización de la industria de materiales. La segunda subcategoría, plantea tres metas que están dirigidas a contar con mejores prácticas y procesos de diseño y construcción para lo cual se plantean estrategias que estimulen y generalicen el uso de diseños bioclimáticos, herramientas de sostenibilidad y de metodologías colaborativas. La tercera subcategoría de licencias y códigos de construcción sostenible plantea dos metas que tienen como objetivo la inclusión de medidas de resiliencia y el fortalecimiento de los requisitos de construcción sostenible, hasta llegar a un código de edificaciones neto cero carbono en su ciclo de vida completo. La cuarta subcategoría, sistemas estructurales, establece dos metas enfocadas en aumentar el usos de sistemas estructurales bajos en carbono para lo cual se debe promover la investigación y desarrollo y la generación de las normas técnicas e inclusión de los nuevos sistemas en la norma sismorresistente.

La quinta subcategoría, electrificación de usos energéticos finales, establece tres metas enfocadas en que las edificaciones eviten el uso de combustibles fósiles y utilicen sistemas eficientes y limpios para lo cual se proponen acciones enfocadas a promover la descarbonización de los sistemas de cocción y a facilitar la adquisición de ecotecnologías. La sexta subcategoría establece una meta para el desarrollo e implementación de un sistema de etiquetado para las edificaciones nuevas que integre huella de carbono operacional y embebido. La séptima subcategoría, sistemas de certificación, también propone una única meta para que todos los sistemas de certificación que se utilizan en Colombia cuenten con un esquema neto cero carbono que incluya carbono operacional y embebido. La octava subcategoría, uso de agua y energía en el proceso constructivo, propone dos metas que están enfocadas en la descarbonización del proceso constructivo mediante el uso de maquinaria de bajas o cero emisiones y el uso de FNCER en las obras. Adicionalmente se proponen tres metas enfocadas en promover una gestión circular y sostenible del agua. Finalmente, la última subcategoría, generación de residuos en el proceso constructivo, establece una meta para aumentar de manera progresiva el porcentaje de aprovechamiento de RCD para lo cual se proponen acciones orientadas a mejorar las prácticas de separación y aprovechamiento en los procesos de obra y a promover modelos de negocio que motiven estas actividades.

La categoría de **edificaciones existentes** se divide en ocho subcategorías de emisión, que son: (i) uso de energía y agua durante la operación, (ii) emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización, (iii) generación y gestión de residuos sólidos domésticos, (iv) proceso de remodelaciones y adecuaciones, (v) uso de energía en el proceso deconstructivo, (vi) aprovechamiento, reciclaje y reúso, (vii) emisión de gases refrigerantes por disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización, y (viii) transporte de residuos de demolición. Las primeras cuatro categorías hacen referencia a las decisiones que se toman en la fase de uso, operación y mantenimiento, y las últimas cuatro categorías, se enfocan en la etapa de deconstrucción de las edificaciones.

La primera, uso de agua y energía durante la operación del proyecto, establece seis metas enfocadas en lograr una operación eficiente y descarbonizada. Entre las estrategias identificadas están la inclusión de requerimientos de sostenibilidad desde los códigos de eficiencia energética y etiquetados energéticos; el uso de herramientas para la readecuación de edificios, como las auditorías energéticas y procesos de retrofit; la electrificación de sistemas; y la optimización del recurso hídrico con enfoque a la circularidad. La siguiente subcategoría, emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización, tiene una meta enfocada en la reducción progresiva de las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC. La tercera subcategoría, generación y gestión de residuos sólidos domésticos, establece también una meta para incrementar las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones con el objetivo de disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final. Frente a la cuarta subcategoría, proceso de remodelaciones y adecuaciones, se generan tres metas enfocadas en generar requerimientos mínimos de desempeño para las edificaciones que pasen por procesos de remodelación y que implican la inclusión de mecanismos de verificación y control, obligatorios y voluntarios, para mejorar el desempeño de edificaciones existentes.

La quinta subcategoría, uso de energía en el proceso deconstructivo, tiene una meta dirigida al uso de maquinaria amarilla limpia. La sexta subcategoría, aprovechamiento, reciclaje y reúso, plantea dos metas para mejorar los procesos de demolición y aumentar la cantidad de residuos de demolición que van a procesos de aprovechamiento, lo que implica el desarrollo de pasaportes de edificios y la implementación de procesos de comisionamiento. La séptima subcategoría, emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización, tiene una meta enfocada en realizar una gestión ambientalmente adecuada de las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) al final de su vida útil. Finalmente, para el transporte de residuos de demolición, se plantea una meta para lograr un transporte de materiales eficiente y bajo en carbono. Es importante resaltar que para el logro de todas las metas de edificaciones nuevas y existentes es necesaria la capacitación de todos los actores de la cadena de valor de la construcción

desde la educación formal y no formal. Es necesario desarrollar las capacidades en los profesionales para que puedan dar cumplimiento a los estándares de construcción sostenible, integrar estrategias de eficiencia energética, resiliencia, gestión del agua, entre otras. Adicionalmente es necesaria la capacitación de los funcionarios públicos para que puedan formular y hacer seguimiento a las políticas y normativas que se desarrollen. Así mismo es necesaria la sensibilización de la población sobre la importancia de la descarbonización de las edificaciones y de hacer un uso eficiente y circular de los recursos. Finalmente, es necesaria la destinación de recursos para el desarrollo e implementación de los mecanismos de monitoreo, reporte y verificación y para fomentar los procesos de investigación y desarrollo. También es necesario el desarrollo de diferentes mecanismos de financiación e incentivos que faciliten la adopción de tecnologías y aceleren los cambios en el mercado.

Por último, en la categoría de **asentamientos informales** se propone una meta de reducción de la proporción de vivienda informal mediante el mejoramiento del acceso a viviendas de bajo costo. Para esto se plantean estrategias como facilitar los procesos de licenciamiento, brindar acompañamiento y educación financiera para viabilizar el acceso a vivienda formal y desarrollar esquemas alternativos para el acceso a vivienda formal orientado a personas sin acceso a financiamiento. Adicionalmente, para la vivienda informal o de autoconstrucción existente se propone incluir estrategias de sostenibilidad dentro de los programas actuales de mejoramiento integral de barrios y de viviendas.

Conclusiones

Con esta hoja de ruta se logran establecer objetivos puntuales e identificar los diferentes actores que deben liderar y apoyar el desarrollo de las iniciativas. Esto permite enviar señales concretas a los diferentes actores tanto públicos como privados para empezar el trabajo hacia la descarbonización en las diferentes etapas del ciclo de vida de las edificaciones. Adicionalmente, esta hoja de ruta agrupa todas las acciones que se están ejecutando en la actualidad por parte de las distintas carteras como parte de sus planes integrales de cambio climático y otros instrumentos y los articula como punto de partida. Así mismo, visibiliza la gran influencia de las edificaciones en diferentes sectores de la economía y los múltiples beneficios que se pueden potenciar en términos de equidad, resiliencia y salud.

Se espera que esta hoja de ruta sea una herramienta útil para el planteamiento de políticas e iniciativas que permitan la movilización del mercado hacia edificaciones altamente eficientes y resilientes al cambio climático que, en su ciclo de vida y la interacción con el entorno, generen bienestar a sus ocupantes y un balance neto de emisiones de carbono igual a cero.

CAPÍTULO 1

¿Qué queremos lograr con esta hoja de ruta y por qué?

1

¿Por qué es importante esta hoja de ruta para Colombia?

Como se ha expuesto en diferentes foros y escenarios internacionales, la meta global de mantener el aumento de la temperatura por debajo de los 1,5°C para finales de siglo, sólo se alcanzará si se logran neutralizar las emisiones de GEI (Gases de Efecto Invernadero) para el año 2050. Colombia, en línea con los compromisos globales, ha desarrollado una agenda relevante en términos de cambio climático. El país cuenta con un compromiso claro de corto plazo fundamentado en una NDC (Contribución Nacionalmente Determinada por sus siglas en inglés) con la cual se comprometió a reducir sus emisiones en un 51% al año 2030 y a generar unas acciones claras en torno a la adaptación desde los diferentes sectores de la economía. De igual forma, el país ha desarrollado una estrategia de largo plazo que busca alinearse con las intenciones internacionales de ser carbono neutral para el año 2050. Esta estrategia denominada Estrategia 2050 (E2050) fue presentada en la COP 26 a finales del año 2021. El sector de la edificación juega un rol muy importante en estos compromisos y estrategias, ya que es un motor fundamental de la economía nacional y que, de no tomar acciones, podría duplicar sus emisiones a 2050 (E2050, 2021).

A nivel mundial los edificios son responsables del 38% de las emisiones de carbono relacionadas con el consumo de energía y del 50% del consumo de todos los materiales extraídos (WorldGBC, 2021). Estas cifras no se alejan de la realidad de los países latinoamericanos, en los cuales el sector de la construcción, incluyendo la industria de los materiales y la operación de las edificaciones, es responsable de aproximadamente el 32% de las emisiones de carbono cuando se integran las emisiones directas e indirectas de las edificaciones, y las emisiones asociadas a los materiales de construcción (Global ABC, 2020).

De acuerdo al Departamento Nacional de Planeación (DNP), el sector de la edificación, principalmente el de vivienda, es un sector estratégico para el crecimiento económico y la generación de empleo (CAMACOL, 2021). Según cifras del DANE, más de un millón de personas se emplearon de manera directa en el sector edificador en el año 2021 y por cada empleo directo se generaron, además, 2,17 empleos indirectos (Minvivienda, 2021). Adicionalmente, durante el 2021 el mercado de la vivienda fue la principal inversión de los hogares colombianos y uno de los grandes motores de la reactivación económica y social del país (CAMACOL, 2021). Así mismo, el crecimiento económico del país influye enormemente en el sector de la construcción y en la intensidad de la actividad edificatoria tanto para vivienda cómo para otras edificaciones de comercio y servicios, debido al aumento de capacidad adquisitiva de la población que permite acceder a vivienda y a otros establecimientos de consumo.

Actualmente, según el Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV, 2018) existen en Colombia 16.070.893 de unidades de vivienda. De acuerdo con las proyecciones de crecimiento, entre el 2020 y 2050 el stock de viviendas urbanas en Colombia aumentará en 10,9 millones de viviendas. Es decir, de las viviendas totales en 2050, al menos la tercera parte serán construidas entre 2020-2050 (Universidad de los Andes & Hill, 2021).

Dentro de este crecimiento, cabe resaltar que existe un reto importante en términos de déficit de vivienda y construcción informal en el país. Actualmente, según el CNPV (2018), el número de hogares en Colombia que se consideran en condición de informalidad corresponde al 1,9% del total de hogares, es decir 236.800 hogares (1,1% en cabecera y 5,3% en zonas rurales). Adicionalmente, según el CNPV (2018), 3,7 millones de hogares se encuentran en déficit habitacional cualitativo, lo cual corresponde al 26,8% del total de hogares, mientras que el déficit cuantitativo alcanza un total de 9,8%. Si no se logra generar la oferta suficiente de vivienda formal, al ritmo del crecimiento de los hogares, y/o si se presentan desplazamientos forzados ya sea por violencia o desastres naturales (relacionados o no con el cambio climático), la necesidad de vivienda se suplirá de manera informal.

Por su parte, en el sector terciario, en el año 2020 existían 139,2 millones de metros cuadrados de edificaciones no residenciales. Para el año 2050 se proyecta que existirán más de 350 millones de metros cuadrados, es decir se construirá más del doble de los metros cuadrados existentes (Universidad de los Andes & Hill, 2021).

En este contexto, existen grandes retos y brechas que se deben cerrar para lograr el propósito de la carbono neutralidad del sector. No obstante, se han dado importantes pasos y señales desde la política pública y el sector privado que reconocen que el sector de la edificación no solo es vital en términos de reducción de emisiones en el país cuando se incluye todo el ciclo de vida (extracción, manufactura y transporte de materiales, construcción, uso durante la operación y fin de vida útil), sino que es un sector que tiene mucha influencia y que puede potenciar múltiples beneficios en términos de equidad, resiliencia y salud. Esto gracias a que es un movilizador muy importante de la economía nacional en cuanto a la generación de empleos, participación en el PIB y a que es la principal inversión de los colombianos.

Esta hoja de ruta se enmarca en las metas establecidas de la NDC y en las opciones de transformación de la E2050 y explica de manera clara y específica cómo lograrlas desde los distintos subsectores que conforman el sector de la edificación integrando las acciones que deben darse desde el sector público y desde el sector privado. Esta hoja de ruta capitaliza todas las acciones que se están ejecutando en la actualidad por parte de las distintas carteras como parte de sus planes integrales de cambio climático y otros instrumentos y los articula como punto de partida.

¿Cómo se desarrolló?

Esta hoja de ruta nace en el marco del proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono (AENCC), proyecto liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Minambiente, cuyo comité asesor está compuesto por el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio - Minvivienda, el Ministerio de Minas y Energía - Minenergía, el Departamento Nacional de Planeación - DNP, la ciudad de Bogotá, la ciudad de Cali, la Cámara Colombiana de la Construcción - CAMACOL y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible - CCCS. El proyecto es financiado por el Global Environment Facility (GEF), la agencia ejecutora es la UN Environment Programme (UNEP), y es implementado a nivel global por el World Resources Institute (WRI) y a nivel local por el CCCS.

Con el fin de desarrollar esta hoja de ruta, se estableció un diálogo nacional entre el sector público y el sector privado para construir y entender las acciones que debían implementarse a nivel del sector edificado, para lograr edificaciones neto cero carbono. Para esto se consolidó un grupo de expertos de 384 personas, compuesto por los distintos actores de la cadena de valor entre los que se encuentra el gobierno, los gremios, el sector privado (toda la cadena de valor), el sector financiero, la academia, las ONG y las organizaciones de cooperación. Este grupo de expertos sostuvo reuniones por más de 10 meses en las que se logró establecer el estado actual del sector de la edificación como punto de partida para la implementación de la hoja de ruta. Como resultado de estas reuniones se estableció la línea base de emisiones del sector de la edificación en su ciclo de vida[1]; se hizo un análisis de brecha entre el estado actual del sector y los diferentes referentes internacionales de neto cero en edificación; se hizo la exploración y el desarrollo de las distintas acciones transformadoras que requería el sector para lograr edificaciones neto cero carbono; y se hizo una evaluación de impacto de las medidas de mitigación asociadas a las acciones transformadoras propuestas[2]. La implementación de estas actividades fue liderada por el CCCS, con la participación del comité asesor del proyecto y con el apoyo de Hill Consulting y la Universidad de los Andes en el desarrollo técnico de línea base y de evaluación de impacto. Para conocer la metodología detallada de desarrollo de esta hoja de ruta ver el Anexo A.

¿Qué es una edificación neto cero carbono en Colombia y cuáles son las emisiones asociadas?

Con el fin de establecer el alcance de esta hoja de ruta y el nivel de intervención, el comité asesor del proyecto AENCC formuló una definición que integra como elementos necesarios y deseables de las edificaciones neto cero carbono en el país, la eficiencia, la resiliencia, el bienestar, el enfoque de ciclo de vida y la interacción del edificio con el entorno. De acuerdo a este comité asesor, en Colombia, una edificación neto cero carbono es:

"Una edificación altamente eficiente y resiliente al cambio climático que en su ciclo de vida y la interacción con el entorno, genera bienestar a sus ocupantes y un balance neto de emisiones de carbono igual a cero"

Partiendo de la visión de ciclo de vida, las edificaciones tienen asociadas unas emisiones de carbono embebido y otras de carbono operacional. Las emisiones de carbono embebido se definen como las vinculadas a los procesos de extracción, manufactura, transporte, construcción y deconstrucción. Mientras que las de carbono operacional se relacionan con la operación de la edificación durante su vida útil. La distribución de dichas categorías de emisión se muestra en la Figura 5.

[1] Ver *Línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia* (Hill y Uniandes, 2021)
[2] Ver *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia* (Hill y Uniandes, 2022)

Emisiones asociadas a carbono operacional

Emisiones asociadas a carbono embebido

Absorción de emisiones

DECONSTRUCCIÓN

- Uso de energía en el proceso deconstructivo incluye uso de maquinaria amarilla y equipos
- Transporte de residuos de demolición
- Proceso de disposición final
- Generación de gases por desmantelamiento de sistemas de refrigeración

USO Y MANTENIMIENTO

- Uso de energía y agua durante la operación
- Generación de gases de sistemas de refrigeración
- Generación y gestión de residuos sólidos
- Generación de aguas residuales durante la operación
- Proceso de remodelaciones, adecuaciones

CONSTRUCCIÓN

- Uso de energía en el proceso constructivo incluye uso de maquinaria amarilla y equipos
- Uso de agua en el proceso constructivo
- Generación de aguas residuales en el proceso constructivo
- Generación, transporte y disposición de residuos en el proceso constructivo

INTERACCIÓN CON EL ENTORNO

- Áreas verdes (cantidad y calidad)
- Estructura ecológica principal
- Espacio público e infraestructura urbana (excluyendo áreas verdes y sistemas de transporte)
- Interacción sistemas de transporte

APROVECHAMIENTO Y PROVISIÓN DE MATERIALES

- Extracción materias primas vírgenes
- Incorporación de materias primas aprovechadas
- Uso de agua y energía en los procesos de fabricación
- Transporte y distribución
- Generación de aguas residuales en el proceso de fabricación

Figura 5. Emisiones que se generan o absorben asociadas al ciclo de vida de las edificaciones

A nivel de la interacción con el entorno se identifican emisiones asociadas con las áreas verdes y la estructura ecológica principal, así como con el espacio público, la infraestructura urbana y los sistemas de transporte. En la fase de provisión de materiales se identifican emisiones relacionadas con el uso de materias primas, que integra los procesos de extracción de materia prima virgen y la incorporación de materia prima producto de procesos de aprovechamiento, además del uso y el suministro de agua y energía en los procesos de fabricación y manufactura, y del transporte y distribución de materiales.

En la fase de diseño y construcción se tienen emisiones asociadas con la selección y uso de materiales, sistemas técnicos, sistemas constructivos y sistemas estructurales; con las prácticas y procesos de diseño y construcción; con el uso y el suministro de agua y energía en el proceso constructivo; con el uso de maquinaria amarilla y equipos; y con la generación y transporte de Residuos de Construcción y Demolición (RCDs). Por su parte, durante la fase de uso, operación y mantenimiento existen emisiones atadas al uso y suministro de agua y energía durante la operación; a los gases provenientes de los sistemas de enfriamiento o climatización, a la generación y gestión de residuos sólidos domésticos; a la generación de aguas residuales; y a los procesos de remodelaciones y adecuaciones. Finalmente, durante la fase de deconstrucción se identifican emisiones asociadas con el uso de energía en el proceso deconstructivo que incluye el uso de maquinaria amarilla; con los procesos de aprovechamiento, reciclaje y reúso; con la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización y las sustancias refrigerantes; y con el transporte de residuos de demolición.

De esta manera, existen emisiones asociadas a todas las fases del ciclo de vida de la edificación, de las cuales la cadena de valor es responsable, no solo de manera directa, sino en varias ocasiones de forma indirecta de acuerdo a las decisiones y elecciones que se toman en los diferentes procesos.

¿Cuáles son las metas que se quieren lograr con esta hoja de ruta y cuál es su impacto?

En diferentes países alrededor del mundo el sector de la edificación se ha trazado unas metas ambiciosas en pro de contribuir a las metas globales de cambio climático. Estas consisten en lograr a nivel de carbono operacional, edificaciones nuevas neto cero a 2030 y edificaciones existentes neto cero a 2050. Adicionalmente, en reducir el 40% del carbono embebido en las edificaciones nuevas a 2030, logrando cero emisiones de carbono embebido a 2050 (WorldGBC, 2021). En Colombia, la E2050 desde su opción de transformación 28, propone que para el 2050 el 100% de las edificaciones nuevas, infraestructura y renovaciones deben generar cero emisiones de carbono embebido y que el 100% de las edificaciones nuevas y existentes deberán ser neto cero a nivel operacional (E2050, 2021).

Con el fin de lograr la opción de transformación propuesta por la E2050 y acercarse a las metas internacionales planteadas, entendiendo la realidad del país y con base en los resultados del estudio de evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia desarrollado por Hill y Uniandes (2022)[3] y el consenso del grupo de expertos del proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono (AENCC), esta hoja de ruta propone unas grandes metas de reducción carbono operacional y carbono embebido escalonadas entre el 2030 y el 2040, con el fin de lograr edificaciones neto cero carbono en el 2050.

Edificaciones nuevas:

2030

El **100%** de edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones residenciales estratos 5 y 6, y comercial e institucional, son neto cero a nivel de *carbono operacional* y las residenciales estrato 1, 2, 3 y 4 logran una reducción del **40%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base. Todas logran una reducción del **30%** de carbono embebido.

2040

El **80%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, son neto cero a nivel de *carbono operacional* y logran una reducción del **70%** de *carbono embebido*.

2050

El **100%** de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son neto cero a nivel de *carbono operacional y embebido*.

Edificios regenerativos

Edificaciones existentes:

2030

Reducción mínima del **30%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base.

2040

Reducción mínima del **70%** de *carbono operacional*, con respecto a la línea base.

2050

El **100%** de edificaciones existentes son neto cero a nivel de *carbono operacional*.

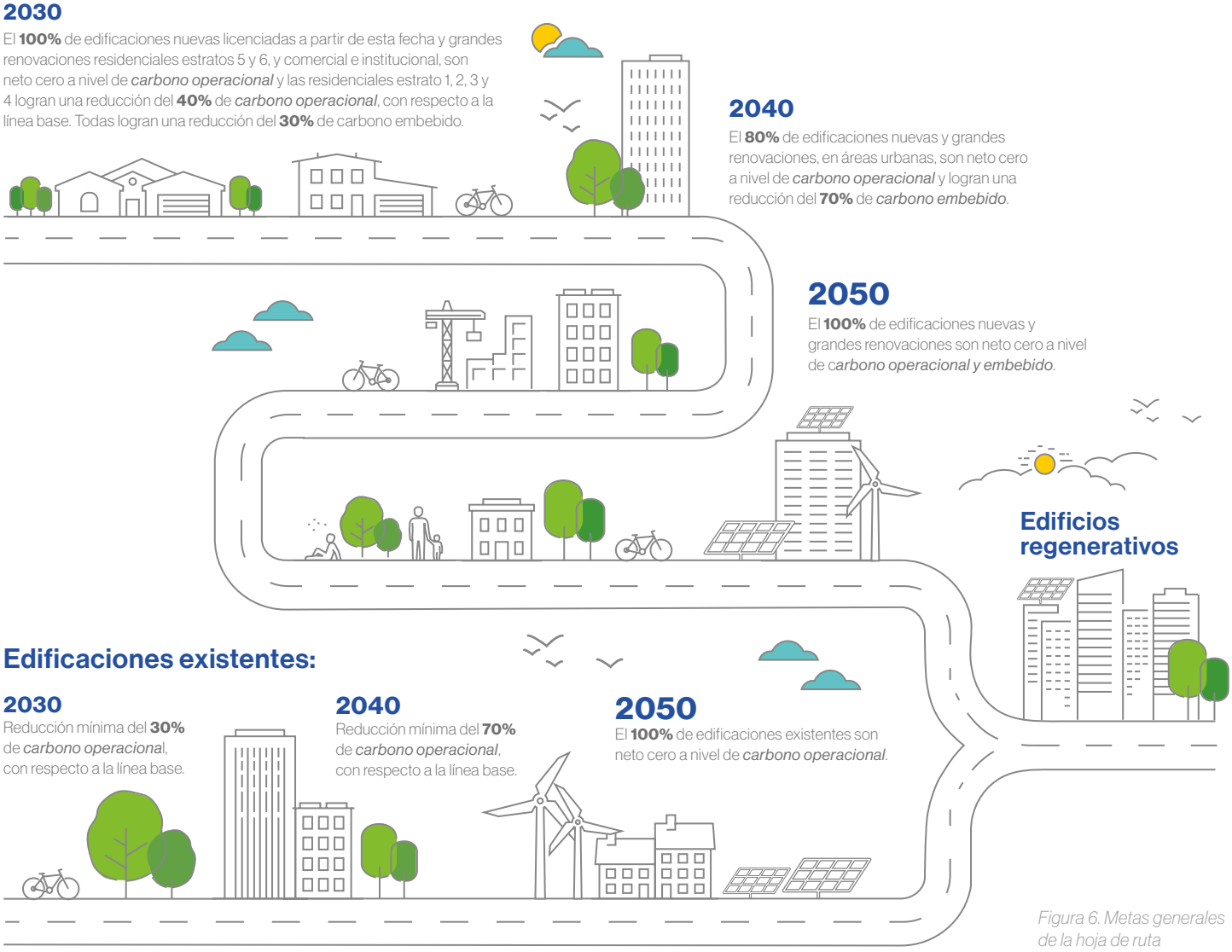


Figura 6. Metas generales de la hoja de ruta

[3] Ver *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia* (Hill y Uniandes, 2022)

Tabla 1. Grandes metas edificaciones neto cero carbono

Efecto en	2030		2040		2050	
	Edificaciones Nuevas	**Edificaciones Existentes**	**Edificaciones Nuevas**	**Edificaciones Existentes**	**Edificaciones Nuevas**	**Edificaciones Existentes**
Carbono operacional	El 100% de edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones (residencial estratos 5 y 6, y comercial e institucional) son neto cero a nivel de carbono operacional. Las edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones (residenciales estrato 1, 2, 3 y 4) logran una reducción del 40% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	Las edificaciones existentes logran una reducción mínima del 30% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	El 80% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, son neto cero a nivel de carbono operacional.	Las edificaciones existentes logran una reducción mínima del 70% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son neto cero a nivel de carbono operacional.	El 100% de edificaciones existentes son neto cero a nivel de carbono operacional.
Carbono Embebido	Las edificaciones nuevas y grandes renovaciones logran una reducción del 30% de carbono embebido.		Las edificaciones nuevas y grandes renovaciones logran una reducción del 70% de carbono embebido.		El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son cero emisiones a nivel de carbono embebido.	

Con el objetivo de lograr estas grandes metas, esta hoja de ruta propone unas metas específicas que se describen en el capítulo 3, junto con las acciones transformadoras que deben realizarse para lograrlas. Para establecer las metas específicas se tomó como referencia las opciones de transformación de la E2050, las metas pactadas en la NDC, el Plan Energético Nacional y las medidas de mitigación que hacen parte del escenario de máxima mitigación propuesto por Hill y Uniandes en el marco del proyecto AENCC[4], en donde las medidas gana-gana, es decir que tienen un costo incremental inferior a 0 abarcan más del 90% del potencial de mitigación identificado (Hill y Uniandes, 2022).

De acuerdo a las grandes metas presentadas en esta sección y a las metas específicas formuladas por esta hoja de ruta, para alcanzar edificaciones neto cero carbono es claro que es necesario lograr una alta coordinación intersectorial. Teniendo en cuenta que el ciclo de vida útil de las edificaciones abarca diferentes sectores de la economía nacional, las metas que se establecen en diferentes sectores como son industria, energía y transporte impactan directamente la posibilidad de las edificaciones de lograr el objetivo de ser neto cero. Específicamente desde el sector energético, lo relacionado con lograr energía del sistema interconectado nacional de menor intensidad de carbono se vuelve crítico. Para lograr edificaciones neto cero carbono a nivel operativo es necesario empezar a reducir el uso de combustibles fósiles, incluyendo el uso de gas propano y el gas natural a partir del 2040, lo que debe ser revisado en el plan energético nacional, en el que se contempla el uso de combustibles fósiles hasta el 2050 (Hill y Uniandes, 2022).

Adicionalmente a la reducción de combustibles fósiles como parte de la matriz energética nacional, existe un alto potencial de mitigación de carbono operacional asociado a las prácticas de eficiencia

[4] Ver *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia* (Hill y Uniandes, 2022)

energética en las edificaciones, a las soluciones de diseño pasivo y al uso de estufas de inducción. De acuerdo con Hill y Uniandes (2022) a nivel operativo hay un potencial de mitigación muy importante desde las intervenciones y acciones dirigidas a la vivienda nueva y existente estrato 1, 2, 3 y 4 y al sector terciario nuevo, seguido por el sector terciario existente y luego en una menor proporción por la vivienda estrato 5 y 6 nueva y existente. Por otra parte, a nivel de carbono embebido, es fundamental la optimización del diseño de materiales para reducir la cantidad de material usado, la integración de contenido reciclado, el uso de sistemas estructurales alternativos y la reducción de la informalidad.

Haciendo un esfuerzo importante desde los diferentes sectores, si se toma como base el escenario de máxima mitigación propuesto por Hill y Uniandes (2022)[5], con las metas y acciones propuestas por esta hoja de ruta, el país se acerca a lograr edificaciones neto cero carbono a nivel operacional integrando las compensaciones con una intensidad relativamente baja. Se lograría un porcentaje de mitigación cercano al 95% antes de hacer compensaciones.

Por otra parte, con base en el escenario de máxima mitigación estudiado y de acuerdo a la información y tecnología disponible en este momento, con las metas y acciones propuestas en esta hoja de ruta se dan unos pasos importantes hacia la mitigación del carbono embebido. Sin embargo, existe una brecha importante con respecto a la meta propuesta de descarbonización, teniendo en cuenta que se podría lograr un porcentaje de reducción de emisiones cercano al 55%. Esto requeriría la incorporación de un nivel importante de compensaciones para lograr la carbono neutralidad. Por esta razón, aunque esta hoja de ruta da un punto de partida fundamental, es muy importante revisar las metas propuestas y el escenario de mitigación cuando haya un avance mayor en términos de información del sector industrial y cuando la tecnología haya evolucionado, de forma que se pueda mejorar la ambición de esta hoja de ruta y cerrar la brecha frente a las metas de descarbonización del país.

[5] Ver *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones de GEI de las edificaciones en Colombia* (Hill y Uniandes, 2022)

¿Cómo está estructurada esta hoja de ruta?

Esta hoja de ruta se estructura en 6 categorías de acción: prácticas corporativas, planeación urbana, materiales, edificaciones nuevas, edificaciones existentes y asentamientos informales. Estas categorías integran las fases del ciclo de vida de la edificación según fueron definidas en la "Política Nacional de Edificaciones Sostenibles" (CONPES 3919, 2018): aprovechamiento y provisión de materiales, diseño y planeación, construcción, y uso y mantenimiento, en adición a la interacción con el entorno. Así mismo, cubren las ocho actividades que propone la hoja de ruta para Latinoamérica de Edificaciones y Construcción del Global Alliance for Building and Construction- Global ABC (Global ABC, 2020): materiales, planeación urbana, edificaciones nuevas, edificaciones existentes, operación de edificaciones, resiliencia, sistemas de las edificaciones y energías limpias. Adicionalmente, se creó una categoría de acción asociada a la reducción de los asentamientos informales y otra relacionada con las prácticas corporativas a nivel de las empresas de la cadena de valor al reconocer la importancia que tiene el sector privado en el logro de las metas propuestas. Las categorías de acción y su asociación con las fases del ciclo de vida y las actividades de la hoja de ruta del Global ABC se encuentran en la Tabla 2.

Cada una de estas categorías de acción, con excepción de la de prácticas corporativas y la de asentamientos informales, está dividida en unas subcategorías de acción que permiten agrupar las metas de acuerdo a las emisiones asociadas y a las acciones transformadoras que se deben ejecutar en cada una. Para cada subcategoría de acción existen una o varias metas específicas con umbrales que se deben lograr en el 2030, en el 2040 y en el 2050 con el fin de alcanzar las grandes metas propuestas por esta hoja de ruta. Para cada meta se incluyen los principales actores que deben estar involucrados en la ejecución, logro y seguimiento de la meta. Así mismo, se indica si el efecto que se busca con la meta es de mitigación de carbono operacional, de mitigación de carbono embebido y/o de resiliencia.

Así mismo, para cada una de las subcategorías de acción se presentan las acciones transformadoras que deben ejecutarse a nivel nacional para lograr las metas en el marco de cuatro habilitadores, que son: política, tecnología, desarrollo de capacidades y finanzas. Adicionalmente, se presentan las acciones locales que deben implementarse para desarrollar un plan de acción que permita contribuir y alinearse con las metas nacionales. Para el logro de las metas a nivel nacional, es fundamental que cada gobierno local use esto como insumo base para el desarrollo de los planes de acción locales, con acciones adaptadas a los contextos de cada lugar.

Tabla 2. Composición de las categorías de acción de la hoja de ruta

Categorías de acción	Fases del ciclo de vida (CONPES 3919)	Actividades hoja de ruta Global ABC
Prácticas corporativas	N/A	N/A
Planeación urbana	Interacción con el entorno	Planeación urbana
		Resiliencia
Materiales	Aprovechamiento y provisión de materiales	Materiales
		Energías limpias
Edificaciones nuevas	Planeación y diseño Construcción	Edificaciones nuevas
		Sistemas de las edificaciones
		Energías limpias
		Resiliencia
Edificaciones existentes	Uso y mantenimiento Deconstrucción	Edificaciones existentes
		Operación de edificaciones
		Sistemas de las edificaciones
		Energías limpias
Asentamientos informales	N/A	N/A

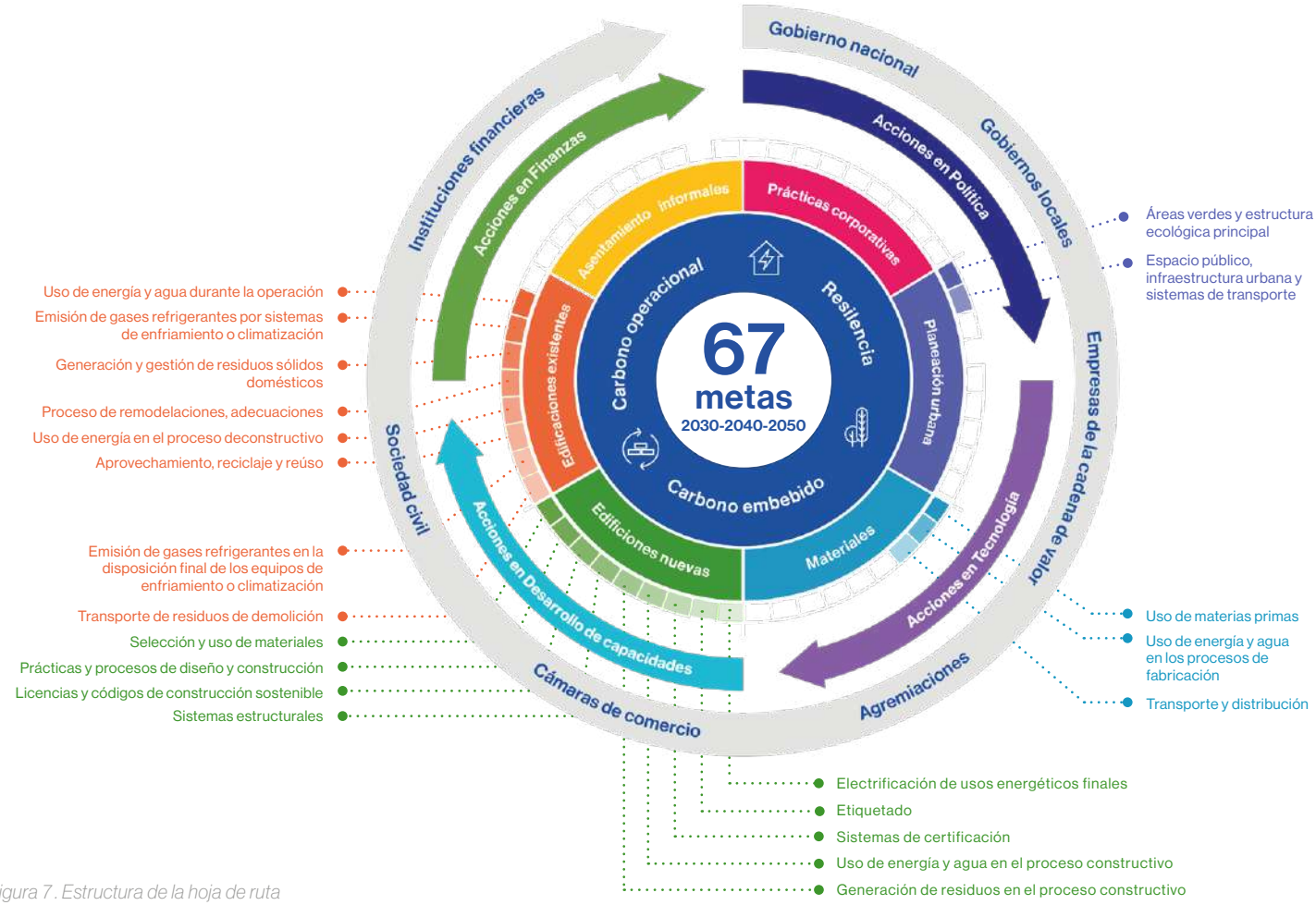


Figura 7. Estructura de la hoja de ruta

Las acciones transformadoras propuestas en esta hoja de ruta se categorizan en 12 acciones transformadoras de primer nivel, o grandes temáticas de trabajo, de las cuales se desprenden un total de 163 acciones transformadoras de segundo nivel, o acciones específicas. Las acciones transformadoras de primer nivel son: análisis de ciclo de vida, eficiencia energética, etiquetado, promoción y demanda de materiales y sistemas sostenibles, descarbonización de las fuentes energéticas, estándares voluntarios verificados por un tercero, prácticas de sostenibilidad en las empresas, gestión de la información, planeación urbana integrada, resiliencia y servicios ecosistémicos, formalización de la construcción y acciones transversales. La descripción de cada una de estas acciones transformadoras de primer nivel se encuentra en el Anexo B.

Para cada una de las acciones de segundo nivel, la hoja de ruta presenta una ficha detallada en la que se incluyen las fases en el ciclo de vida en las que se debe ejecutar la acción, la brecha de la acción con base en el estado actual del sector de la edificación en Colombia usando una escala de 1 a 5 (ver Anexo A para la descripción de las escalas de evaluación), el marco de política y normativo habilitante sobre el que se puede trabajar para avanzar en la ejecución de la acción, el resultado específico que se quiere lograr al implementar la acción, los actores que deben involucrarse y el nivel de involucramiento necesario, las acciones específicas que deben ejecutarse a corto, mediano y largo plazo, la articulación que debe darse con lo local y si hay articulación con otras acciones. Como parte de las acciones transformadoras se integran unos temas transversales fundamentales como son la equidad, los hábitos de consumo y la habitabilidad. El listado completo de las acciones transformadoras de segundo nivel y la ruta para llegar a cada una de las fichas se encuentra en el Anexo C. Es importante aclarar que varias acciones de segundo nivel aplican a más de una subcategoría.

Es muy importante resaltar que esta hoja de ruta busca ser un articulador de las principales acciones que se requieren para lograr la carbono neutralidad del sector de la edificación a nivel nacional. Por esta razón, integra metas específicas y acciones transformadoras que deben liderar diversos actores, sectores y carteras, muchas de las cuales ya se encuentran establecidas y/o en ejecución en instrumentos que existen en la actualidad. Estas se toman como punto de partida y se integran en esta hoja de ruta, lo que aumenta enormemente la probabilidad de lograr las grandes metas en un futuro.

Figura 8. Acciones de primer nivel

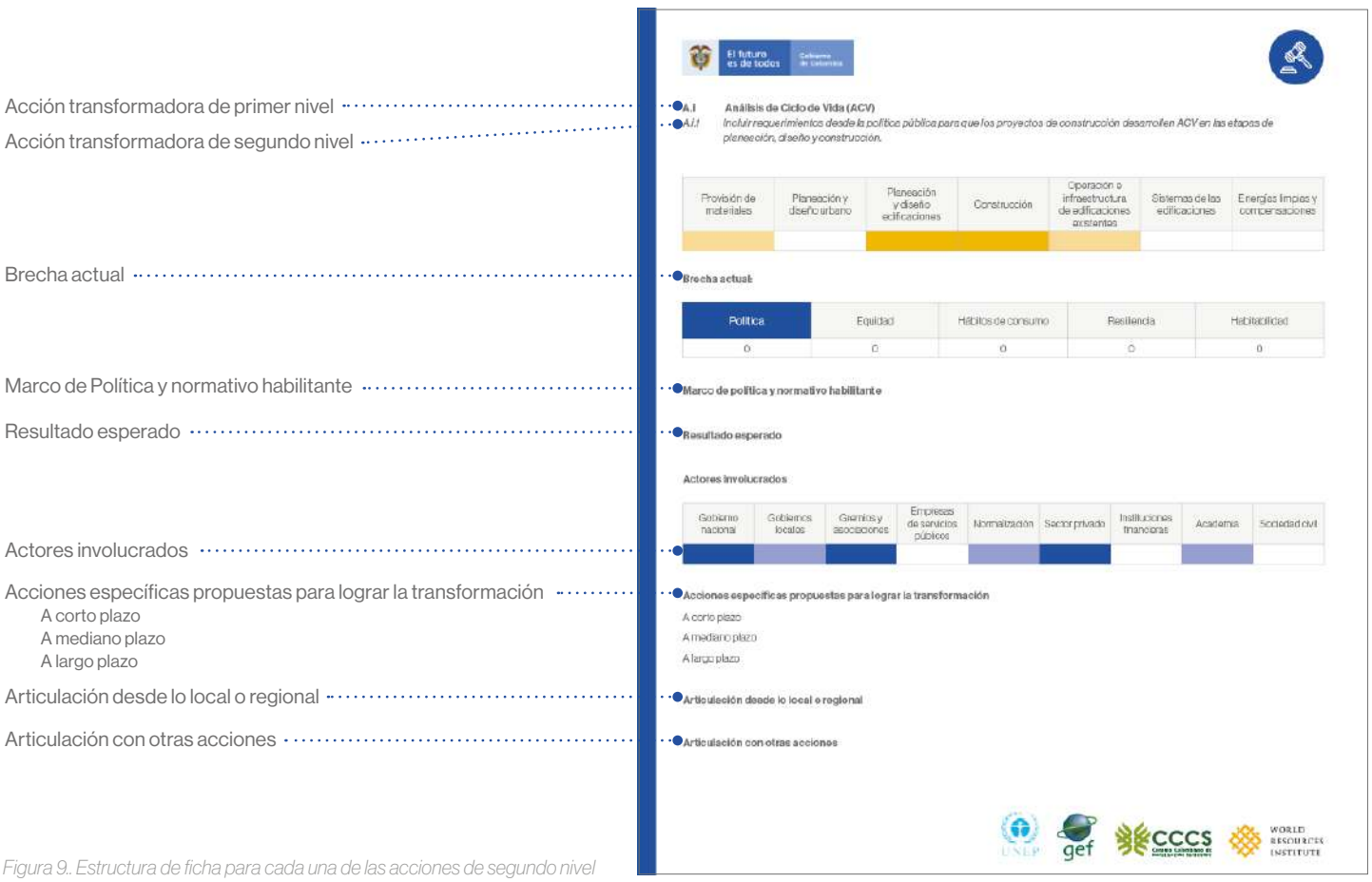


Figura 9.. Estructura de ficha para cada una de las acciones de segundo nivel

¿Quiénes deben intervenir en la implementación de esta hoja de ruta?

Para lograr edificaciones neto cero carbono en Colombia se requiere un importante compromiso del sector público y del sector privado integrando toda la cadena de valor de la industria de las edificaciones. Desde el sector público, a nivel nacional es necesario el liderazgo de Minvivienda, Minenergía y MinCIT como principales sectores que impactan la edificación en el ciclo de vida. Adicionalmente, se requiere un liderazgo importante desde Minambiente y DNP desde las políticas de estado. Se recomienda que cada una de estas 5 entidades, desarrolle un plan de acción específico a corto, mediano y largo plazo ligado a las metas propuestas en esta hoja de ruta para lograr edificaciones neto cero carbono y que integren las acciones adicionales necesarias en sus instrumentos de planeación. De igual forma, es importante la participación de otros ministerios y entidades, que como parte de esta hoja de ruta son responsables de la implementación de acciones transformadoras específicas, entre los que se encuentran Minhacienda, Minciencias, Mineducación, Mintransporte, IDEAM e ICONTEC.

Es importante resaltar que esta hoja de ruta se fundamenta y construye desde los avances que el país ha dado en términos de cambio climático, por lo que varias acciones y metas se encuentran actualmente en desarrollo o han sido planteadas como parte de los Planes Integrales de Cambio Climático sectoriales.

Por otra parte, es claro que para lograr las metas propuestas se requiere una fuerte intervención desde los gobiernos locales, a quienes se recomienda desarrollar un plan de acción específico, que se enfoque en las necesidades y realidades locales. Esta hoja de ruta incluye, para cada subcategoría de acción, las recomendaciones y lineamientos para integrar las metas de descarbonización del sector en unos planes de acción locales. Como parte del desarrollo e implementación de estos, es muy importante la participación de diferentes entidades locales, como por ejemplo las cámaras de comercio, para avanzar de una manera más acelerada.

Por su parte, el sector privado debe asumir un fuerte compromiso desde toda la cadena de valor, integrando los procesos de provisión de materiales y componentes, transporte de carga y uso de maquinaria amarilla, prácticas de diseño y construcción, prácticas

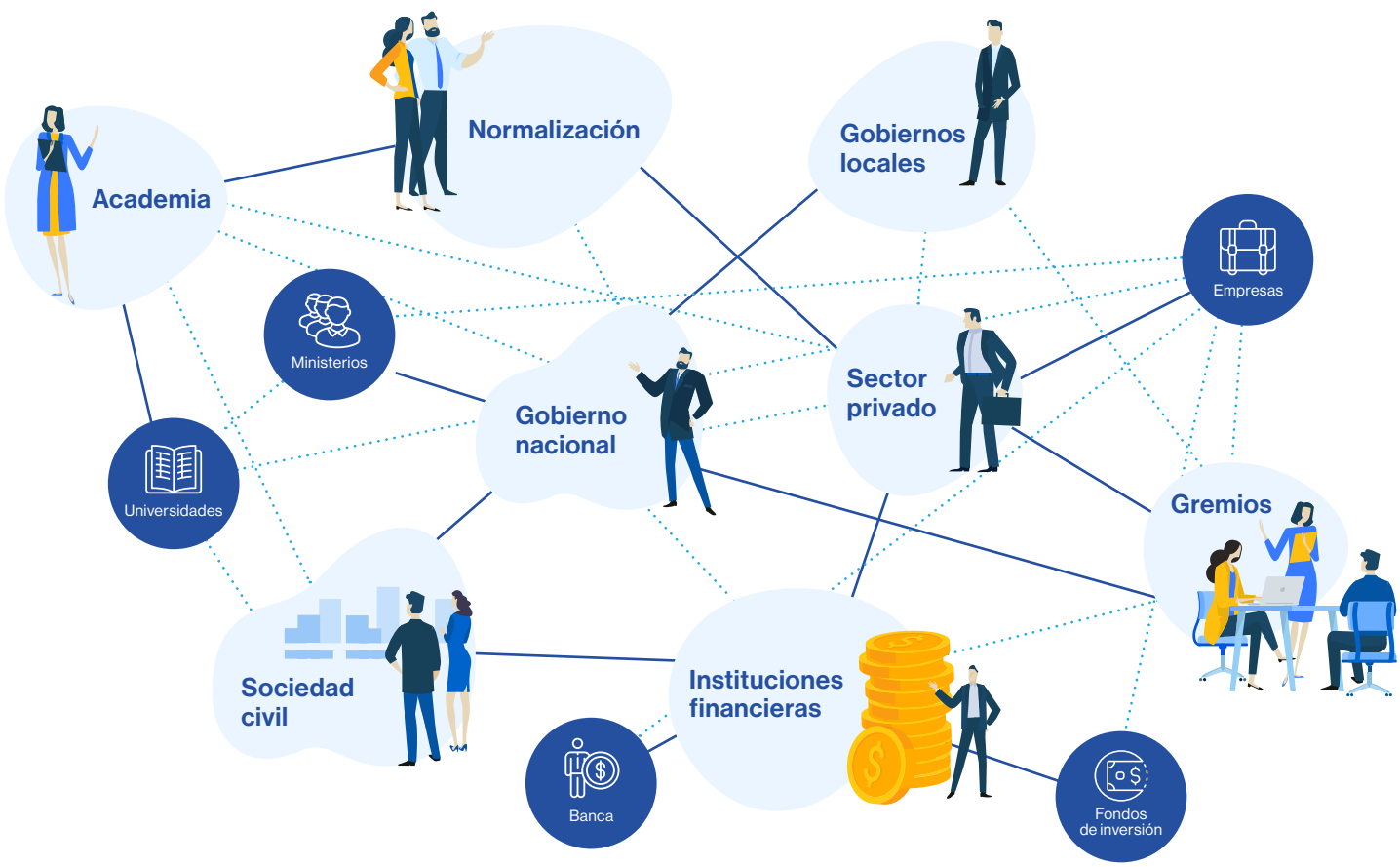


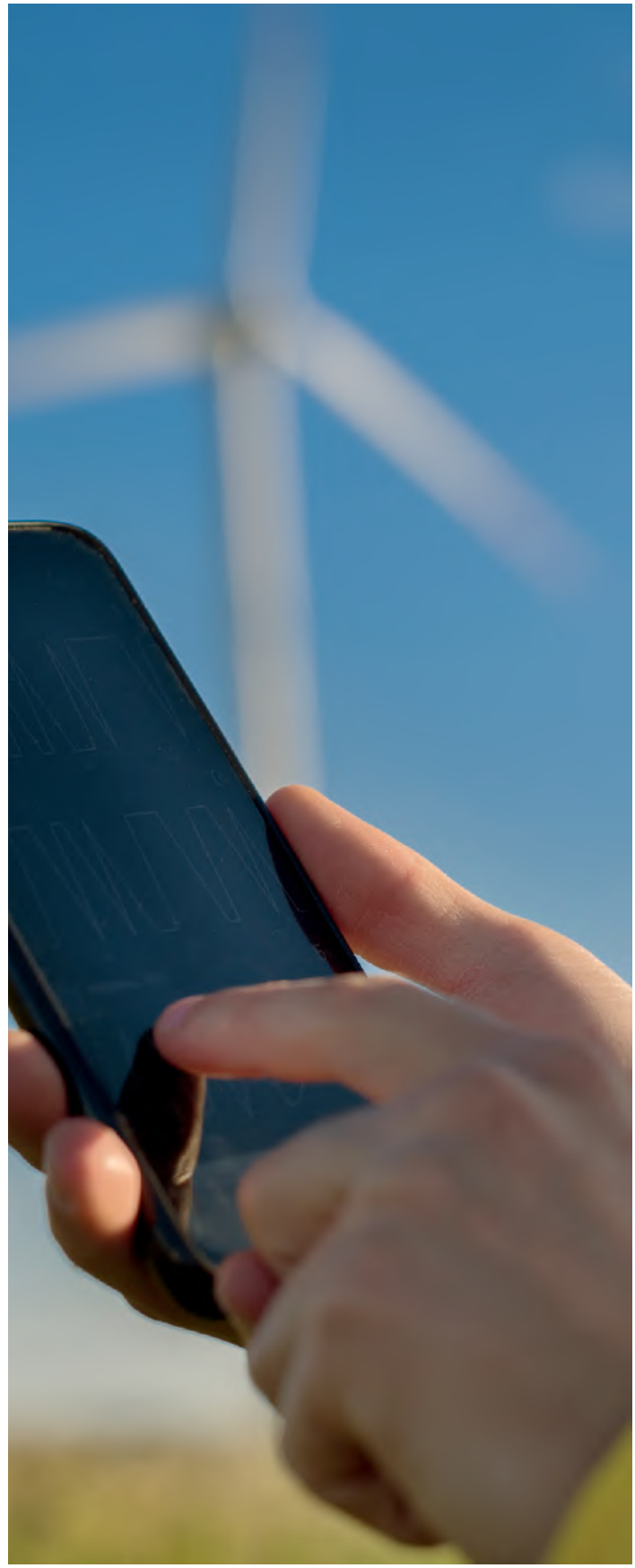
Figura 10. Actores que intervienen en la hoja de ruta

de operación y mantenimiento, prácticas de deconstrucción, con la participación de sectores transversales como son la generación energética y el sector financiero. Para esto es necesario lograr un importante liderazgo desde los diferentes gremios y asociaciones del sector, entre los que se encuentran la Sociedad Colombiana de Arquitectos, la Sociedad Colombiana de Ingenieros, la Asociación Colombiana de Ingeniería Estructural, CAMACOL, Procemco, los Comités cerámico, ladrillero y de productores de acero de la ANDI, Asobancaria, Acolvise, Acoplásticos y el CCCS, entre otros. Se recomienda que cada una de estas organizaciones desarrolle un plan de acción específico que le permita a los subsectores generar las transformaciones necesarias. De igual forma, es fundamental el compromiso y liderazgo de todas las empresas que componen esta cadena de valor a quienes se les recomienda desarrollar su propia hoja de ruta empresarial.

Finalmente, para el logro de las metas propuestas es esencial la participación de la academia y de las instituciones de investigación y formación. Se deben dar transformaciones importantes en la forma como se enseñan las disciplinas afines a la cadena de valor y se deben lograr unas capacidades específicas en los profesionales, en línea con las acciones transformadoras propuestas de las cuales este sector es responsable.

¿Cómo se debe monitorear la implementación de esta hoja de ruta?

Durante los 12 meses siguientes a la publicación de este documento, se publicarán las bases técnicas para el desarrollo de un protocolo de monitoreo, en el que se establecerán los indicadores de seguimiento para cada meta, los responsables del monitoreo y la metodología de cálculo propuesta.



2 CAPÍTULO 2

¿En dónde estamos ahora?

2

Debido a su importancia dentro de la economía, la industria de las edificaciones se ha identificado dentro de la estrategia climática del país como uno de los sectores con gran potencial de mitigación e influencia a lo largo de su ciclo de vida. Actualmente, de acuerdo con la línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia, "*las emisiones de las edificaciones representan alrededor del 7% de las emisiones nacionales. Cuando se excluyen las emisiones del sector Agricultura, Silvicultura y Uso del Suelo (Afolu, por sus siglas en inglés), se observa un aporte de las edificaciones que varía entre 16.4% en 2020 a 11.9% en 2050. Por su orden de magnitud, las emisiones generadas por las edificaciones son comparables con las que genera la industria nacional*" (Universidad de los Andes & Hill, 2021).

El crecimiento económico y de la población que se proyecta exista en Colombia entre 2020 y 2050 será el principal impulsor de la actividad edificatoria. Se estima que las emisiones de GEI asociadas a las edificaciones aumenten desde 18,9 MtCO2eq en el año 2020 hasta 32,6 MtCO2eq en 2050 (Universidad de los Andes & Hill, 2021). Las emisiones son generadas principalmente en la etapa de operación de las edificaciones, particularmente de las residenciales. No obstante, las emisiones de carbono embebido también son muy representativas.

Esta línea base de emisiones permite generar un punto de referencia para la evaluación de las diferentes medidas de mitigación, desde las cuales se plantearon las metas de esta hoja de ruta. Es importante resaltar que este fue el principal insumo para la construcción de las metas, pero no el único. También se integraron metas desde la E2050, la NDC 2020, el Plan Energético Nacional, los PIGCCS y metas de adaptación y resiliencia que pueden no tener un gran potencial de mitigación, pero que reconocen la importancia de implementar acciones para asegurar que el sector esté preparado ante los cambios y retos que conlleva el cambio climático, contribuyendo así a entornos prósperos y resilientes.

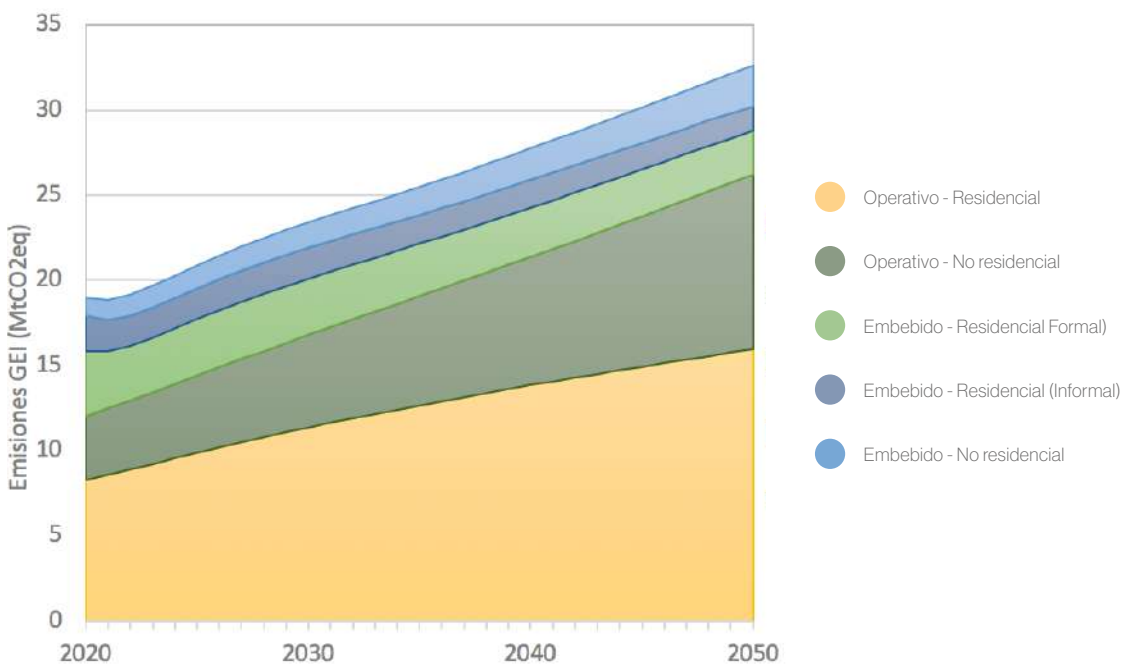


Figura 11. Proyección de emisiones de GEI en Colombia según tipo de fuente y tipología bajo el escenario punto medio (2020-2050). Fuente: Línea base de emisiones GEI de las edificaciones. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2021

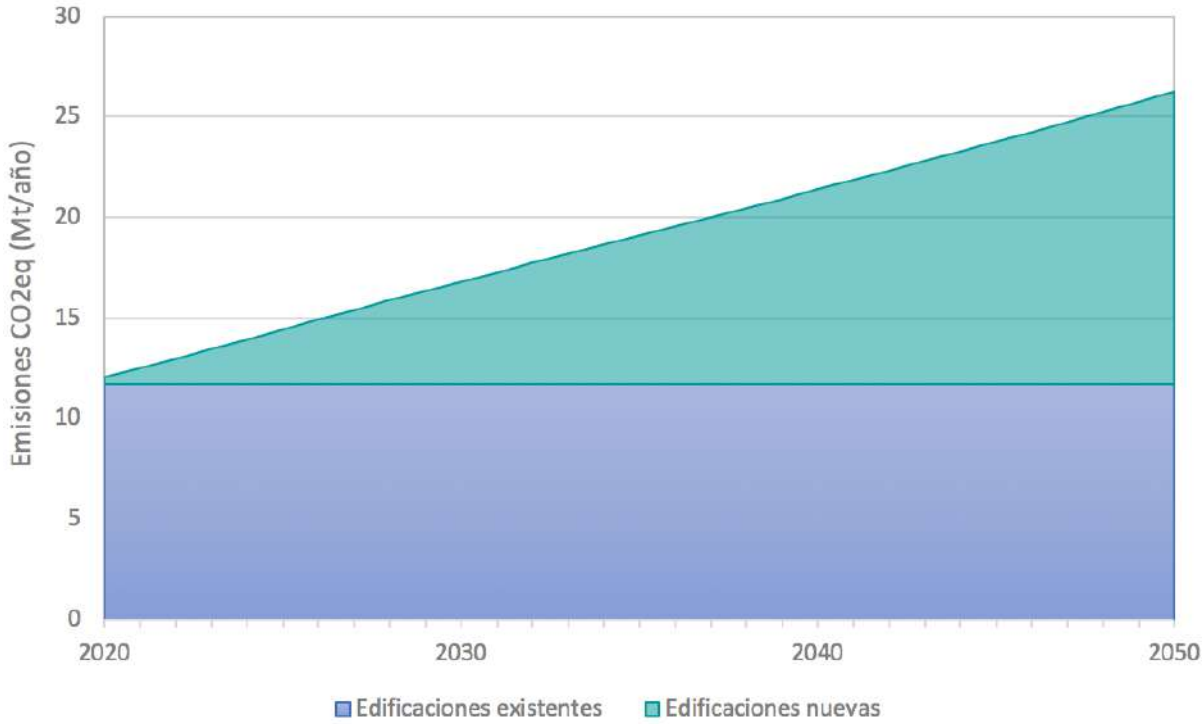


Figura 12. Proyección de emisiones de carbono operativo en Colombia en edificaciones nuevas y existentes. ***Fuente:*** *Línea base de emisiones GEI de las edificaciones. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2021*

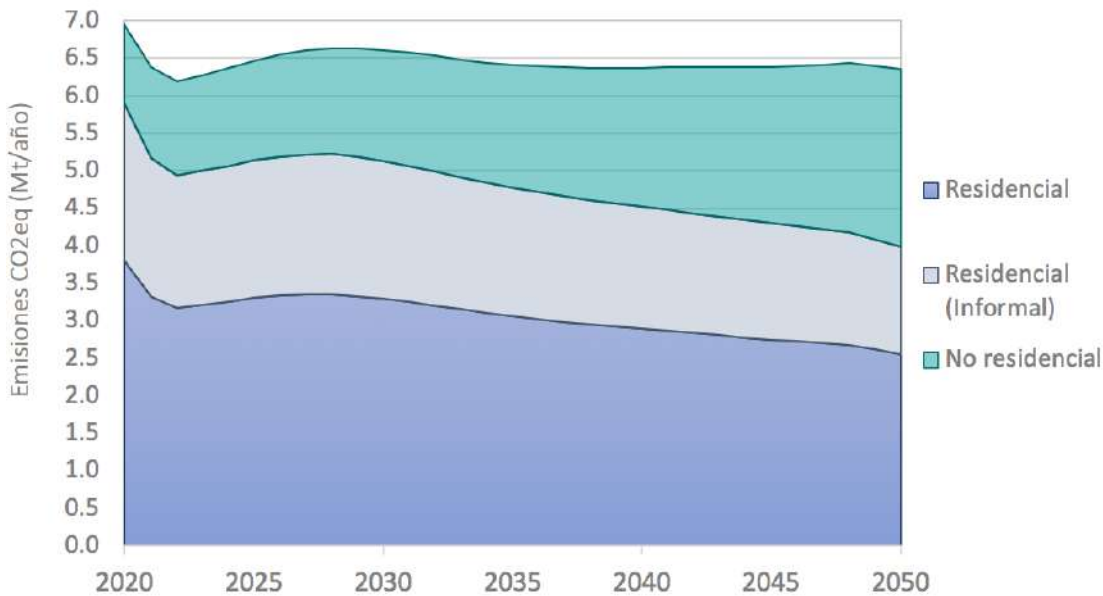


Figura 13. Proyección de emisiones de carbono embebido en Colombia por tipología de edificación. Fuente: *Línea base de emisiones GEI de las edificaciones. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2021*

* No residencial incluye: oficinas, hoteles, educación, hospitales, administración pública, comercio, bodegas y otros.

Avances, retos y oportunidades de la industria de la edificación en sostenibilidad y cambio climático

En los últimos años se ha potenciado el desarrollo de proyectos inmobiliarios sostenibles en Colombia debido a múltiples factores que han contribuido a la movilización del mercado, principalmente mediante instrumentos de política y financieros. Además, ha crecido la conciencia en el sector sobre la importancia de minimizar los impactos medioambientales asociados con la actividad edificatoria y de contribuir a los compromisos climáticos que ha adquirido el país.

Para seguir avanzando en este camino, se han identificado cuatro grandes habilitadores que movilizan al mercado y a la sociedad civil hacia la descarbonización del sector. Estos habilitadores son las políticas, la tecnología, el desarrollo de capacidades y las finanzas. Desde estos cuatro habilitadores se van a convocar, incentivar, y exigir las acciones transformadoras en cada una de las etapas de ciclo de vida de las edificaciones.

Política

El país cuenta con un marco normativo favorable que se desprende principalmente de los compromisos climáticos adquiridos en el Acuerdo de París. En 2015, Colombia presenta su Contribución Nacionalmente Determinada (NDC), con la que se compromete a reducir en un 20% sus emisiones de GEI respecto al nivel proyectado para el 2030 (escenario Business As Usual (BAU)), dejando la puerta abierta a aumentar su compromiso a 30% en una futura actualización. Posteriormente en el año 2020 Colombia actualiza su NDC donde se compromete a una reducción del 51% de sus emisiones para 2030, e incorpora en ella tres componentes: i) mitigación de Gases Efecto Invernadero (GEI), ii) adaptación al cambio climático, y iii) medios de implementación como componente instrumental de las políticas y acciones para el desarrollo bajo en carbono, adaptado y resiliente al clima. Así mismo, a nivel sectorial y territorial se han desarrollado los Planes Integrales para la Gestión del Cambio Climático Sectoriales y Territoriales (PIGCCS y PIGCCT respectivamente) de los cuales se resaltan el del Sector Minero Energético 2050 o PIGCCme 2050, el del Sector Comercio, Industria y Turismo, el de Transporte, el de Vivienda y el de Ambiente.

Adicionalmente, en el año 2021 durante la COP 26, Colombia presenta su estrategia a largo plazo, la E2050, en la cual se enmarca esta hoja de ruta. La estrategia plantea acciones concretas de transformación que deberá adoptar la industria y todos los actores de la cadena de valor de la construcción hacia la carbono neutralidad.

Además de estas políticas públicas enunciadas, el Gobierno Nacional ha elaborado, y puesto en marcha Estrategias y Planes que son de vital importancia para el desarrollo de edificaciones neto cero carbono de las cuales, se resaltan las siguientes:

- Plan Energético Nacional 2020 – 2050 (año 2020)
- La Misión de Transformación del Ministerio de Minas y Energía (año 2019)
- La Hoja de Ruta para el Hidrógeno en Colombia (año 2021)
- La Estrategia Nacional de Economía Circular (año 2019)
- La Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica (año 2020)

Por otra parte, existen los documentos CONPES, que son instrumentos de política pública que generan un marco de referencia para las diferentes políticas, iniciativas y regulaciones que se dan en el país. Al día de hoy, existen ocho documentos CONPES que son de alta relevancia en el desarrollo de la sostenibilidad en el sector de la construcción:

Tabla 3. Documentos CONPES relevantes en la construcción sostenible

Nombre y año	Objetivo
CONPES 3819 de 2014 "Política Nacional para Consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia"	*Fortalecer el Sistema de Ciudades como motor de crecimiento del país, promoviendo la competitividad regional y nacional, el mejoramiento de la calidad de vida de los colombianos y la sostenibilidad ambiental, en un contexto de equidad y post conflicto.*
CONPES 3718 de 2016 "Política Nacional de Espacio Público"	*Contribuir a la disminución del déficit cuantitativo y cualitativo de espacio público en los municipios y distritos, en las escalas urbana y suburbana, con énfasis en las zonas donde se localiza la población más pobre, a través de la participación público-privada y mediante estrategias institucionales, normativas, de gestión y financiación.*
CONPES 3874 de 2016 "Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos"	*Implementar la gestión integral de residuos sólidos como política nacional de interés social, económico, ambiental y sanitario, para contribuir al fomento de la economía circular, desarrollo sostenible, adaptación y mitigación al cambio climático.*
CONPES 3918 de 2018 "Estrategia para la Implementación de los ODS en Colombia"	*Definir la estrategia de implementación de los ODS en Colombia, estableciendo el esquema de seguimiento, reporte y rendición de cuentas, el plan de fortalecimiento estadístico, la estrategia de implementación territorial y el mecanismo de interlocución con actores no gubernamentales.*
CONPES 3919 de 2018 "Política Nacional de Edificaciones Sostenibles"	*Impulsar la inclusión de criterios de sostenibilidad para todos los usos y dentro de todas las etapas del ciclo de vida de las edificaciones a través de ajustes normativos, el desarrollo de mecanismos de seguimiento y la promoción de incentivos económicos, que contribuyan a mitigar los efectos negativos de la actividad edificadora sobre el ambiente.*
CONPES 3934 de 2019 "Política de Crecimiento Verde"	*Impulsar a 2030 el aumento de la productividad y la competitividad económica del país, al tiempo que se asegura el uso sostenible del capital natural y la inclusión social, de manera compatible con el clima.*
CONPES 4002 de 2020 "Programa de cobertura condicionada de tasa de interés para créditos de vivienda no VIS, FRECH no VIS"	*Ajusta las condiciones del programa Cobertura Condicionada a la Tasa de Interés para Vivienda Nueva, Frech no VIS y se amplía su periodo de ejecución para las vigencias 2020, 2021 y 2022. Se destina un porcentaje del número de las coberturas a la tasa de interés a otorgar o un monto adicional al valor de la cobertura para la adquisición de viviendas con criterios de sostenibilidad.*
CONPES 4004 de 2020 "Economía Circular en la Gestión de los Servicios de Agua Potable y Manejo de Aguas Residuales"	*Implementar un modelo de economía circular y desarrollar mecanismos de gestión de la información en la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales para garantizar la disponibilidad de agua en el largo plazo, y la prestación de los servicios de agua potable y manejo de aguas residuales en condiciones de calidad y continuidad.*

Respecto al marco normativo, existen leyes que habilitan ciertas acciones para lograr la carbono neutralidad de las edificaciones:

- Ley 1715 de 2014: Fuentes No Convencionales de Energía, que regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional.
- Ley 1844 de 2017: Ley que ratifica el Acuerdo de París
- Ley 1931 de 2018: Ley de Cambio Climático, que establece las directrices para la gestión del cambio climático en las decisiones de las personas públicas y privadas, la concurrencia de la nación, departamentos, municipios, distritos, áreas metropolitanas y autoridades ambientales.
- Ley 2099 de 2021: Ley de Transición Energética, que establece las disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético y la reactivación económica del país.
- Ley 2169 de 2021: Ley de Acción Climática, que establece las medidas mínimas para alcanzar la carbono neutralidad, la resiliencia climática y el desarrollo bajo en carbono en el país en el corto, mediano y largo plazo
- Asimismo, existen normativas sectoriales de carácter obligatorio que promueven la sostenibilidad en la construcción. De estas se resalta la Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio, que establece los porcentajes mínimos y medidas de ahorro en agua y energía a alcanzar en las nuevas edificaciones, lo que constituye un primer paso para edificaciones altamente eficientes. También la Resolución 1257 de 2021 de Minambiente, (que actualiza la Resolución 472 de 2017), que modifica las condiciones para el aprovechamiento de RCD, consagra las medidas mínimas de manejo ambiental en sitios de disposición final, reglamenta el programa de manejo ambiental de RCD, las obligaciones de los generadores y dispone metas de aprovechamiento de RCD, en línea con la estrategia de economía circular.

Tecnología

Desde el punto de vista de desarrollo tecnológico existen retos importantes ya que Colombia es un país principalmente importador de tecnología. Esto hace necesario trabajar no solo desde la perspectiva de los recursos necesarios para traer mejor tecnología, sino también desde el desarrollo de investigación e innovación a escala local, con el fin de desarrollar tecnología eficiente y accesible para todos.

De acuerdo con el BEU (Balance de Energía Útil) presentado por la UPME en el año 2018, en términos generales, los diferentes sectores que hacen parte de la cadena de valor de la construcción utilizan tecnología poco eficiente y que se encuentra muy por debajo de la mejor tecnología disponible a nivel internacional. Esto incluye los procesos de extracción y manufactura de materiales, los procesos constructivos, los sistemas de las edificaciones y los electrodomésticos, lo cual implica que se debe hacer un salto tecnológico significativo para lograr altos niveles de eficiencia energética tanto en los procesos productivos, como a nivel de la operación de las edificaciones.

Desde la política dirigida a la industria de materiales se han desarrollado programas importantes como la NAMA Industria, entre otros programas de eficiencia energética que promueven la reconversión tecnológica en este sector. Si bien con estos proyectos se han dado pasos importantes, se requieren grandes innovaciones tecnológicas que permitan la producción a escala industrial de materiales con bajo o cero carbono embebido. Estas innovaciones deben darse en torno al reemplazo de combustibles fósiles, la captura y almacenamiento de carbono, la electrificación de procesos, el uso de hidrógeno, la reducción en el uso de materias primas no renovables, la integración de nanotecnología en los productos, entre otros. Muchas de estas tecnologías están aún en desarrollo en el mundo, lo que implica que Colombia debe hacer un esfuerzo para no quedarse atrás en términos de desarrollo e innovación.

A nivel de los procesos de diseño y construcción, el sector es en general poco tecnificado, hay mucha informalidad y se invierte poco en la planificación y diseño de los proyectos lo que lleva a ineficiencias, reprocesos y a la generación de desperdicios. Existe en la actualidad conciencia sobre la importancia de la incorporación de procesos más colaborativos y con una alta digitalización por lo que el país ha avanzado en el desarrollo de la hoja de ruta BIM (Building Information Modeling). Sin embargo,

en el sector en general aún hay poca digitalización y automatización de los procesos. A nivel de los sistemas constructivos, se utilizan muy poco los sistemas constructivos livianos y modulares, y en general hay muy poca investigación y desarrollo en cuanto a sistemas estructurales alternativos. A nivel de los procesos de obra no hay un gran avance en la tecnificación de los procesos y se tiene un bajo aprovechamiento de RCD.

Desde la perspectiva de los sistemas técnicos de las edificaciones en general no se utilizan herramientas fundamentales para la toma de decisiones durante el diseño de los proyectos como son las simulaciones energéticas, térmicas, de iluminación, análisis de ciclo de vida, entre otras. Este tipo de herramientas, aunque se conocen en el país, son de uso casi exclusivo de proyectos en proceso de certificación en construcción sostenible.

Desde el punto de vista del uso de energías renovables, desde el año 2015 se identifica una tendencia de aumento de proyectos registrados en el sistema interconectado nacional de energía que usan energías como la eólica, la solar y la biomasa (CCCS, 2021). Adicionalmente, se resaltan las subastas de largo plazo, la expedición de la Resolución 030 de la CREG y los proyectos de Distritos térmicos que, junto con los incentivos de la Ley 1715, promueven la descarbonización y la descentralización de la energía (Ferro, 2021). El siguiente gráfico muestra el número de proyectos registrados en la UPME que utilizan energías renovables con el fin de diversificar la matriz energética.

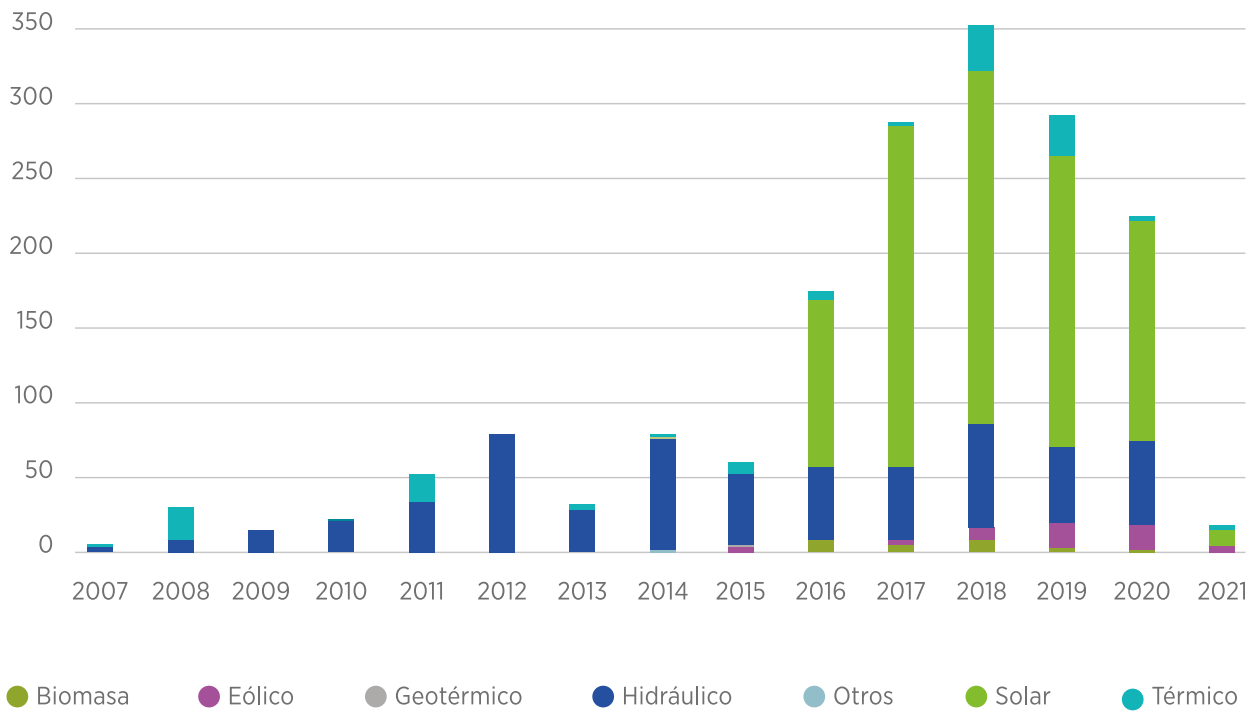


Figura 14. Número de proyectos presentados a la UPME por tipo de Energía desde el 2007 hasta el 2021. (UPME, 2021) Fuente: Estado de la construcción sostenible en Colombia (CCCS, 2021).

En general, existen pocos datos e información para la medición y reporte de las emisiones de gases de efecto invernadero y de consumos energéticos. Hace falta desarrollo e implementación de tecnología que permita la medición avanzada, software y hardware para el procesamiento de datos, y dispositivos que permitan el uso generalizado de sistemas de respuesta a la demanda y de cálculo real de carbono embebido. Sin esta información no es posible la generación de indicadores y metas, ni el seguimiento y evaluación de la efectividad de las políticas.

Desarrollo de capacidades

Para el desarrollo de edificaciones sostenibles es esencial contar con personal calificado. Actualmente algunas universidades han integrado asignaturas relacionadas con la construcción sostenible en su currículo y algunas incluso han desarrollado programas de especialización y maestría en esta área (CCCS, 2021).

En el 2020 Mineducación y CAMACOL diseñaron las cualificaciones para el sector de la construcción de acuerdo al marco nacional de cualificaciones, en el cual se incluyen competencias asociadas al trabajo en proyectos de construcción sostenible. Un tema importante que se incluye como cualificación obligatoria para todos los actores, es la capacitación en separación en la fuente para el manejo de RCDs como una de las acciones para promover la circularidad.

También cabe destacar que Minvivienda y CAMACOL han desarrollado capacitaciones para la digitalización del sector en el uso de la metodología y herramientas BIM, en el marco del BIM Fórum Colombia al cual se han integrado fabricantes, constructores, diseñadores y la academia. Así mismo, el CCCS dictó en el 2021 más de 9.000 horas hombre de capacitación para profesionales de la cadena de valor interesados en mejorar sus competencias en construcción sostenible.

Sin embargo, existen aún grandes brechas en el desarrollo de capacidades. A pesar de que la sostenibilidad se ha integrado como una materia en distintas carreras afines a la cadena de valor de la construcción, no ha permeado los currículos de una manera transversal. Adicionalmente, no existen muchos grupos de investigación sobre construcción sostenible, materiales sostenibles, eficiencia energética, etc. Tampoco hay una alta articulación entre los programas de investigación y la industria, lo que dificulta la masificación de diferentes innovaciones y tecnologías.

Adicionalmente, hace falta mayor penetración de la sostenibilidad en la educación elemental y superior. Esto impulsaría una transformación del mercado desde un usuario consciente y exigente.

Finanzas

El sector financiero y el desarrollo de incentivos y subsidios por parte del gobierno, han movilizado la construcción sostenible en el país. Actualmente las finanzas climáticas juegan un rol importante en Colombia, lo que se visualiza en diversas iniciativas, inversiones y servicios financieros que se han generado en los últimos años.

En el año 2012 se firmó un acuerdo de cooperación entre el Gobierno Nacional y el Sector Financiero Colombiano llamado Protocolo Verde. Este acuerdo ha dado lineamientos para que las entidades financieras en Colombia incorporen dentro de sus estrategias el financiamiento climático, y que sean precursoras, multiplicadoras y demostrativas de buenas prácticas ambientales para el desarrollo sostenible del país (Asobancaria, 2017).

Colombia ha emitido Bonos Verdes Corporativos Financieros, Bonos de Clima Certificado y un Bono Soberano, lo que lo convierte en uno de los principales países de Sur América en la emisión de este tipo de bonos (CCCS, 2021). El principal receptor de recursos de inversión climática ha sido el sector energético, sin embargo, a diferencia de otros países de Latinoamérica, en Colombia el segundo sector receptor de estos recursos ha sido el sector constructor.

El movimiento de recursos para fomentar el desarrollo de proyectos de construcción sostenible inició en el 2016 con una emisión de bonos por parte de Bancolombia. Desde ese momento otras organizaciones como Bancóldex, Davivienda, Celsia, ISA y el Banco de Bogotá han realizado este tipo de emisiones. Estos recursos han permitido el despliegue de servicios financieros como líneas de crédito orientadas a la compra y construcción de proyectos sostenibles. Para 2022, Bancolombia, Davivienda, BBVA, Banco de Bogotá y Banco Caja Social ofrecen este tipo de productos, que están disponibles para los proyectos que estén en proceso de obtener una certificación en construcción sostenible. Desde el sector asegurador, actualmente Seguros SURA ofrece beneficios para proyectos que cuenten con una de estas certificaciones, reduciendo el valor de la prima en las pólizas de cumplimiento y construcción, y extiendiendo los beneficios al comprador quien puede acceder a una póliza de arrendamiento o de hogar con descuento.

Por otro lado, desde el gobierno existe la línea reactiva de Findeter para viviendas VIS sostenibles que cumplan con criterios específicos de sostenibilidad basados en lo establecido en la Resolución 549 de 2015. Si bien esta línea de crédito ofrece una tasa muy atractiva, no se ha utilizado ampliamente en el país por falta de claridad en los criterios para su acceso.

Adicionalmente, el gobierno generó una serie de incentivos tributarios derivados del Estatuto Tributario y de la Ley 1715 de 2014 para proyectos de eficiencia energética, equipos, tecnologías y servicios que ofrezcan un beneficio ambiental. Los beneficios incluyen la exclusión de IVA, el descuento y deducción de renta, la exención de aranceles y la depreciación acelerada. En los proyectos de construcción sostenible existen algunos componentes, materiales y elementos adicionales de medidas pasivas, que pueden acceder a los beneficios de IVA y renta exclusivamente si la edificación cuenta con certificación en construcción sostenible. Así mismo, este tipo de proyectos pueden acceder al beneficio de renta en los servicios de diseño de arquitectura e ingeniería. El procedimiento para acceder a los beneficios se encuentra regulado por la Resolución 196 de 2020.

Recientemente el gobierno generó también un subsidio llamado Ecobertura para proyectos de vivienda No VIS construidos bajo estándares certificados de sostenibilidad, como parte del paquete de reactivación económica. La cobertura equivale a otorgar un subsidio mensual para el pago de los intereses del préstamo hipotecario o leasing y es de hasta 52 salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV), es decir 10 SMMLV adicionales al subsidio FRENCH No VIS. Este es un instrumento importante para la movilización del mercado desde la demanda.

Por último, es importante mencionar que la superintendencia financiera publicó recientemente la taxonomía verde como principal instrumento para orientar las inversiones que se realicen en sostenibilidad en el país. La taxonomía incluye definiciones para edificaciones, construcción y materiales sostenibles abriendo muchas posibilidades para este sector. Vale la pena resaltar que existe un alto interés de los bancos comerciales en desarrollar nuevos productos orientados a promover inversiones en sostenibilidad. Este marco de referencia es fundamental para esto.

Principales conclusiones del estado actual

El país está dando pasos significativos en el desarrollo de políticas contra el cambio climático. Ha establecido metas ambiciosas que generan un marco de política favorable para la descarbonización de los diferentes sectores de la economía, incluyendo el sector de la edificación y la construcción. Los principales avances regulatorios e incentivos se encuentran enfocados en medidas de eficiencia energética, uso de energías limpias y en la descarbonización de la matriz energética. Sin embargo, aún existen algunas barreras en la regulación y en la accesibilidad a las tecnologías que deberán resolverse en los próximos años para conseguir la implementación masiva de medidas de energía limpia y eficiencia energética en todas las edificaciones.

En este momento las principales brechas del país se relacionan con temas de carbono embebido. Los materiales comúnmente utilizados en las edificaciones son cemento, concreto, acero y ladrillo, que son intensivos en carbono, no hay un desarrollo significativo en sistemas constructivos con madera o guadua, aún no existen políticas claras o incentivos que promuevan el desarrollo de materiales y sistemas constructivos innovadores bajos en carbono, ni hay información disponible sobre los impactos de los materiales (hay muy pocos productos con ACV y EPD). Asimismo, los métodos constructivos son poco tecnificados, prácticamente no se utilizan sistemas prefabricados o industrializados, generando impactos ambientales no solo durante la construcción sino también en la operación de las edificaciones, ya que presentan problemas de desempeño y confort como consecuencia de las deficiencias constructivas.

Otra gran brecha identificada está relacionada con el carbono operativo en los edificios existentes. Aunque existe una normativa que obliga al ahorro de agua y energía en los edificios nuevos, ésta no aplica a los edificios existentes ni a las renovaciones. Es necesario y urgente desarrollar instrumentos normativos, incentivos y capacidades, y proveer la tecnología necesaria para que todo el stock existente de edificaciones implemente medidas hacia la descarbonización, incluyendo la electrificación de sus usos finales, la implementación de medidas de eficiencia energética y el uso de energías limpias.

CAPÍTULO 3

¿Cuáles son las metas específicas y cómo podemos lograrlas?

3

A continuación, se presentan las metas específicas propuestas con el enunciado de las acciones transformadoras sugeridas para su logro. Esto se hace para cada categoría y subcategoría de acción que hacen parte de esta hoja de ruta. Para cada meta se indica si esta apunta a un objetivo de mitigación de carbono operacional, de mitigación de carbono embebido o de resiliencia. De igual forma se presentan los actores que deben participar para alcanzar un logro efectivo de la misma. Para ver la descripción de cada acción de transformación se puede usar el hipervínculo que lleva a la ficha detallada.

Prácticas corporativas

La construcción es una actividad que reúne y moviliza múltiples sectores de la economía y que por lo tanto involucra una gran diversidad de compañías: empresas fabricantes de materiales, de transporte, diseño, consultoría, constructoras, bancos, fondos de inversión, de Real Estate, entre otras. Esto constituye un reto y a la vez una oportunidad para impactar e influenciar, desde este sector, a muchas otras actividades económicas. Por lo tanto, las empresas de la cadena de valor de la construcción se deben involucrar de manera decidida en la lucha contra el cambio climático y en la búsqueda de una economía cero carbono. Para que esto sea posible, es necesario que la sostenibilidad sea parte intrínseca de sus estrategias de negocio. En este marco, desde la hoja de ruta se plantea como imperativo que las empresas del sector establezcan compromisos de descarbonización. Las metas para lograr esta transición se muestran a continuación:

Tabla 4. Metas. Prácticas corporativas

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Carbono embebido Resiliencia	Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han desarrollado su cálculo de huella de carbono y su hoja de ruta hacia la descarbonización, incluyendo alcances 1, 2 y 3.	Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han implementado sus hojas de ruta hacia la descarbonización.	Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han logrado la descarbonización.	• MinCIT • Minenergía • Minvivienda • Minambiente • Cámaras de comercio • Empresas privadas • Gremios de cada industria • Academia • Gobiernos locales

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Para lograr esta meta es necesario que desde la política se incentive el diseño e implementación de planes de descarbonización de las empresas de la cadena de valor de la construcción, incluyendo las edificaciones asociadas a su actividad (ver acción G.i.1). Esto implica la articulación con el programa Nacional de Carbono Neutralidad y otros instrumentos como el PIGCCme que plantea la realización de acuerdos voluntarios con las empresas y el desarrollo de alianzas subsectoriales para la gestión del cambio climático. Así mismo, se deben establecer metodologías claras para determinar y cuantificar las emisiones en las empresas, identificar los riesgos asociados al cambio climático, generar estrategias de mitigación y adaptación y desarrollar capacidades en los equipos de trabajo. También se deben establecer beneficios claros para quienes, de manera voluntaria, se unan a estas iniciativas (u otras internacionales como Advancing Net Cero del WorldGBC) y demuestren reducciones de emisiones tanto en sus operaciones, como en los servicios y/o productos. Es importante establecer estrategias para la transición justa de la fuerza laboral y para el involucramiento de empresas medianas y pequeñas.

- Así mismo, implica determinar reglas claras para que las empresas puedan acceder al mercado de comercio de emisiones (ver acción E.iv.2 Promover la descarbonización de la industria de materiales mediante la fijación de un precio al carbono y la puesta en marcha de un mercado de carbono). A futuro, se debe considerar establecer obligaciones para que las empresas implementen medidas de eficiencia energética y reporten y reduzcan sus emisiones.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

- Desde la tecnología se identifica la necesidad de desarrollar una plataforma para la medición, monitoreo y gestión de las emisiones de las empresas del sector (ver acción H.ii.3), que permita la medición de los avances e indicadores y el reporte de la descarbonización de cada organización. Esta información es útil también para compartir experiencias, brindar apoyo interinstitucional y generar una cultura empresarial sostenible.

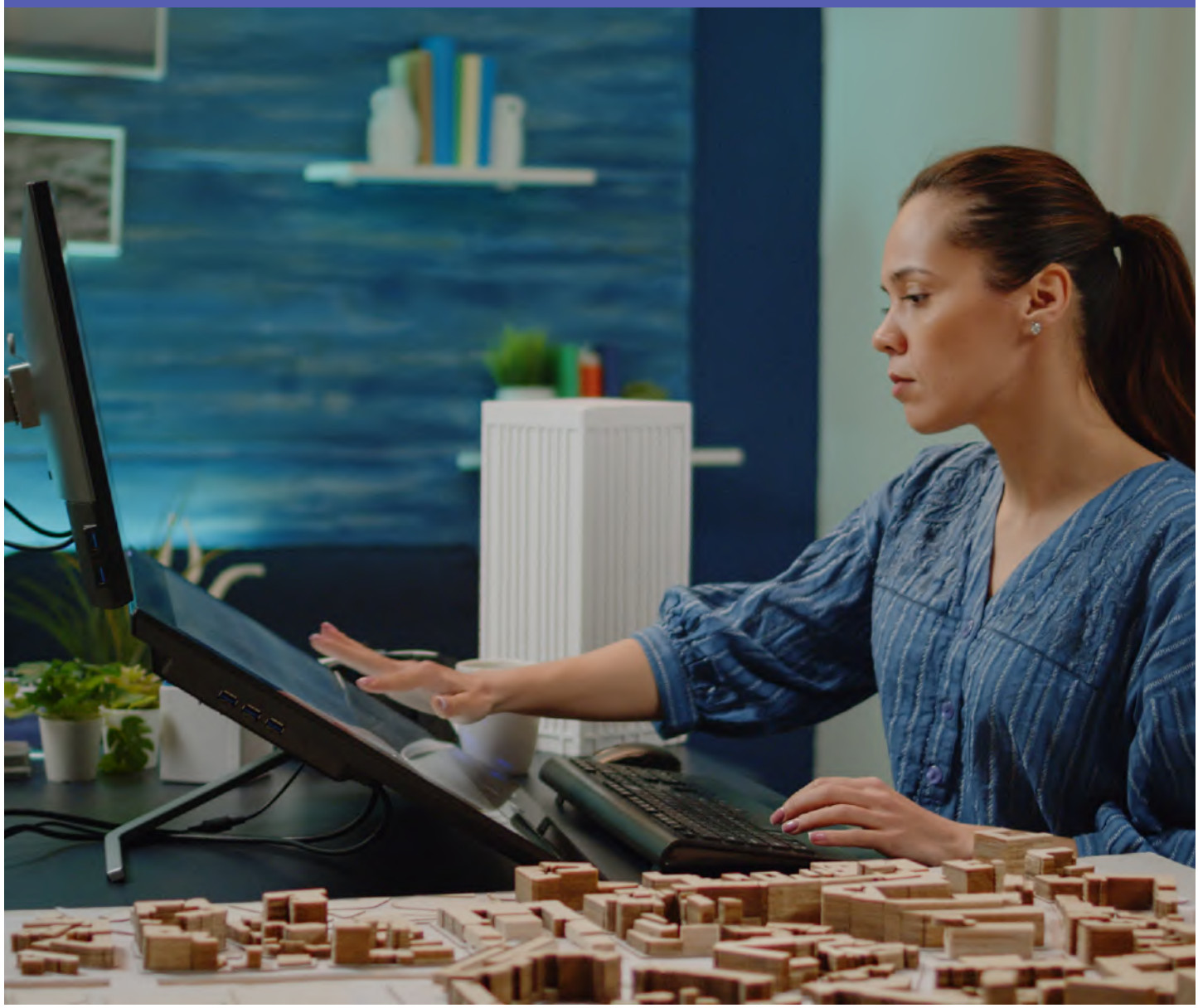
Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- Desde el desarrollo de capacidades se identifica la necesidad de formar a las empresas de la cadena de valor de la construcción en la formulación e implementación de planes de descarbonización y su impacto en la estrategia corporativa (ver acción G.iii.1). Para esto se deben generar espacios de capacitación dirigidos a los diferentes niveles de las organizaciones, incluyendo a los cargos directivos y tomadores de decisión para que comprendan los beneficios y retos que implica formular e incorporar planes de descarbonización en la estrategia corporativa. Adicionalmente, se deben capacitar personas dentro de las organizaciones para que puedan medir su huella de carbono, verificarla y reportarla de manera adecuada y transparente.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Dentro de los planes de acción locales se deben generar iniciativas regionales articuladas con el programa Nacional de Carbono Neutralidad, desde donde se promuevan beneficios e incentivos a las empresas que participen y se genere apoyo técnico y capacitaciones de la mano con las cámaras de comercio y clústeres de las regiones.

Planeación urbana



Colombia es un país con predominancia urbana desde la década de 1960. Este incremento de las dinámicas en las ciudades capitales representa la necesidad de una planeación urbana integrada, en la que se integren los esfuerzos de articulación de los diferentes actores que lideran e inciden en las directrices gubernamentales a nivel nacional y local para lograr de manera efectiva el diseño, la implementación, la administración, el seguimiento y el control de las acciones orientadas al desarrollo sostenible del entorno urbano. Se entiende que, desde la interacción con el entorno, una edificación puede modificar sus emisiones asociadas y la capacidad de adaptarse a los efectos del cambio climático.

Las metas de la categoría de planeación urbana están orientadas a acciones de mitigación y adaptación desde los entornos urbanos, es por esto que las metas se dividen en dos categorías de emisión, que son: (i) áreas verdes y estructura ecológica principal; (ii) espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte.

(i) Áreas verdes y estructura ecológica principal

Tabla 5. Metas. Áreas verdes y estructura ecológica principal

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Resiliencia	Los criterios del uso del suelo han sido desarrollados para: la protección de la estructura ecológica, la recuperación de ecosistemas remanentes, el incremento en la conectividad ecológica (estructural y funcional) de diferentes tipos de ecosistemas y coberturas vegetales urbanas (ej. bosques, humedales, parques), y la reducción de la degradación ambiental.	El 60% de los ecosistemas estratégicos de las ciudades priorizadas por la E2050 tienen en ejecución su restauración, rehabilitación y recuperación, para hacerle frente a la reducción del riesgo de desastres frente a amenazas de origen hidrometeorológico y contribuir a la fijación de carbono, diseñando medidas específicas para la atención de las mujeres, niños y niñas.	El 100% de los ecosistemas estratégicos de las ciudades priorizadas por la E2050 tienen en ejecución su restauración, rehabilitación y recuperación, para hacerle frente a la reducción del riesgo de desastres frente a amenazas de origen hidrometeorológico y contribuir a la fijación de carbono, diseñando medidas específicas para la atención de las mujeres, niños y niñas.	• Minambiente • Minvivienda • CAR • UNGRD • IGAC • IDEAM • DNP • Autoridades locales de ambiente • Autoridades locales de planeación • Sociedad civil
Carbono operacional Resiliencia	Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) han sido actualizados con la participación efectiva y sustantiva de mujeres en escenarios de toma de decisiones para proteger la estructura ecológica principal, aumentar la cantidad y calidad de las coberturas vegetales urbanas y peri-urbana con funcionalidad social y ecológica, que integre la gestión del riesgo climático. Se ha estimado la cobertura de árboles y el potencial de una mayor cobertura forestal urbana que contribuya a la captura de CO2 y la disminución de la incidencia de enfermedades respiratorias en el 100% de municipios de categoría especial, 50% de categoría 1 y 50% categoría 2 por debajo de los 1600 msnm	Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) han sido actualizados con la participación efectiva y sustantiva de mujeres en escenarios de toma de decisiones para proteger la estructura ecológica principal, aumentar la cantidad y calidad de las coberturas vegetales urbanas y peri-urbana con funcionalidad social y ecológica, que integre la gestión del riesgo climático. Se logran 10 metros cuadrados de área verde por habitante en el 100% de los municipios de categoría especial y 50% de categoría 1 por debajo de los 1600 msnm.	La funcionalidad socio-ecológica es el estructurante del ordenamiento territorial y condicionante del desarrollo urbano para la reducción del riesgo por cambio climático y de daños/pérdidas en infraestructura vital urbana y suministro de servicios públicos. Se logran 10 metros cuadrados de área verde por habitante en el 100% de los municipios de categoría especial, el 100% de categoría 1 y el 50% de categoría 2 por debajo de los 1600 msnm.	• Minambiente • Minvivienda • CAR • UNGRD • IGAC • IDEAM • DNP • Autoridades locales de ambiente • Autoridades locales de planeación • Empresas de servicios públicos • Sector privado • Sociedad civil
Carbono operacional Resiliencia	Se han desarrollado los lineamientos y reglamentación para el cumplimiento de requerimientos de área, conectividad ecológica y calidad de la infraestructura verde en procesos de urbanización y desarrollo de espacio público.	El área, conectividad ecológica y calidad de la infraestructura verde que es requerida en los procesos de urbanización y desarrollo de espacio público se ha incrementado. Se entiende como calidad de la infraestructura verde, aquella que presta algún servicio ambiental, social y cultural: recarga de acuíferos, drenaje sostenible, disminución de islas de calor, captura y almacenamiento de GEI, etc.	En todas las ciudades se ha incrementado la cantidad, calidad y funcionalidad de la infraestructura verde pública y privada, integrando enfoque de género para impulsar los servicios ecosistémicos relacionados con captura de GEI, regulación hídrica, control de la erosión, regulación microclimática, entre otros, claves para la adaptación y la reducción del riesgo.	• Minambiente • Minvivienda • CAR • UNGRD • IGAC • IDEAM • DNP • Autoridades locales de ambiente • Autoridades locales de planeación • Sociedad civil

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Para **generar una mejor interacción y definición de los canales intersectoriales e intergubernamentales**, se deben articular las políticas de planeación urbana con el marco nacional integral de cambio climático y establecer los canales de articulación entre los actores (ver acción I.i.1). Esto con la finalidad de aumentar la cobertura de las acciones y gestionar los lineamientos de las políticas macro en todo el territorio nacional.

- Para **incluir lineamientos desde las herramientas de ordenamiento territorial**, se requiere que estos consideren la integración de requerimientos de urbanismo sostenible y su interacción con las edificaciones (ver acción I.i.4), esto para priorizar entornos con un valor ecosistémico alto con estrategias bajas en carbono. Así mismo, se necesita que contemplen el aumento de la resiliencia en los territorios (ver acción J.i.2), con los cuales se promuevan proyectos que aumenten la oferta de servicios ecosistémicos con infraestructura basada en la naturaleza, a partir de estrategias que gestionen el recurso hídrico y el drenaje urbano sostenible (ver acción J.i.3); y se generen acciones para adaptar y/o readecuar la infraestructura crítica asociada a los servicios de energía, agua y salud. Es importante que la recuperación de la estructura ecológica principal conlleve al incremento de la biodiversidad.

- Para **involucrar a la sociedad civil en la gestión del riesgo por cambio climático** se necesita desarrollar un programa que permita generar estructuras sociales y la interacción de las comunidades para una mayor adaptabilidad y mejor respuesta ante los desastres (ver acción J.i.4). Esto para la generación de alertas tempranas, con herramientas estructuradas que promuevan la participación ciudadana, el desarrollo de capacidades y la participación de las partes interesadas.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

- Desde tecnología se identifica la necesidad de tener herramientas de información que les permitan a las autoridades nacionales y locales, y a la comunidad tener información verídica y en tiempo real. Esto con el fin de generar y comunicar alertas tempranas, y actuar oportunamente. En primer lugar, se requiere desarrollar herramientas como sistemas de información geográfica (GIS) para el mapeo y gestión del riesgo (ver acción J.ii.1), lo que permitiría tener mapas disponibles donde se identifiquen poblaciones en riesgo y en situación de vulnerabilidad. Además, contar con una herramienta digital para la recolección de datos en tiempo real del entorno urbano que permita analizar información y gestionar los riesgos (ver acción J.ii.2), en el cual se realicen análisis multirriesgo asociados a las condiciones particulares de cada zona. Por último, se deben implementar plataformas tecnológicas que permitan la interacción de las comunidades para una mayor adaptabilidad y mejor respuesta ante los desastres (ver acción J.ii.3), teniendo así comunidades fortalecidas como promotores de resiliencia urbana.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- La implementación de las acciones para garantizar las metas referentes a áreas verdes y estructura ecológica principal, necesita de la planeación y ejecución de programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de planificadores y diseñadores urbanos para avanzar en la descarbonización del entorno construido (ver acción L.iii.5). Al igual que programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias de la cadena de valor de la construcción para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.1) Esto permite que se tenga un conocimiento generalizado acerca del cambio climático, los Objetivos de Desarrollo Sostenible y sus implicaciones en las soluciones de planificación urbana. El plan de capacitaciones deberá estar diferenciado de acuerdo con los roles e involucrados en los procesos urbanos. Además, se deben actualizar regularmente considerando los avances tecnológicos y de conocimiento que se generen, así como nuevas necesidades de acuerdo al avance del cambio climático.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para garantizar la viabilización de las estrategias relacionadas a la estructura ecológica principal, se requieren diversas **estrategias para la financiación del desarrollo urbano**, tales como: líneas de crédito, incentivos, subsidios y recursos específicos. En primer lugar, es necesario que se generen líneas de crédito desde los bancos para el financiamiento a proyectos que en sus desarrollos urbanos implementen estrategias de sostenibilidad como SUDS, bosques urbanos, lagunas de retención, entre otros (ver acción F.iv.5). Así mismo, generar incentivos del gobierno que permitan realizar inversiones por parte de diferentes actores, públicos y privados, orientados a incorporar estrategias de sostenibilidad, así como reducir o eliminar impuestos para productos y servicios sostenibles, entre otros (ver acción I.iv.1). Por otra parte, será necesario desarrollar subsidios para superar las barreras de costos iniciales, los cuales pueden estar asociados a estrategias de cumplimiento de los compromisos del país a nivel internacional, en términos de mitigación y adaptación (ver acción I.iv.2). Por último, se requiere el acceso a recursos destinados al desarrollo urbano sostenible para diferentes entidades territoriales y actores relacionados con el diseño y ejecución de proyectos urbanísticos, de infraestructura y espacio público, con mecanismos financieros que incluyan la creación de asociaciones público-privadas y permitan el desarrollo de estrategias de adaptación al cambio climático (ver acción I.iv.3 y acción J.iv.4).

- Para garantizar la **implementación de tecnología**, se requiere destinación de recursos para desarrollar herramientas GIS para el mapeo y gestión del riesgo (ver acción J.iv.1), especialmente en poblaciones en situación de vulnerabilidad. Al igual que, la destinación de recursos para desarrollar una herramienta que permita recopilar datos en tiempo real y realizar un monitoreo del riesgo de desastres (ver acción J.iv.2). Esto debe ir acompañado por un plan de inversión para el desarrollo de las herramientas, la promoción y apropiación de las plataformas, así como su difusión, administración y operación, con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento en el tiempo. Igualmente, se requiere la destinación de recursos para el desarrollo de un programa que permita generar estructuras sociales y la interacción de comunidades para una mayor adaptabilidad y mejor respuesta ante los desastres (ver acción J.iv.3). Esta plataforma debe ser nacional con incidencia y aplicación local.

- Para el desarrollo en cuantía, calidad y funcionalidad de infraestructura verde, y recuperación, restauración y rehabilitación de ecosistemas, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno**, particularmente aquellos encargados de la planificación urbana, se deben destinar recursos para la capacitación de los equipos dentro del gobierno (ver acción L.iv.5).

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Para **promover que se incluyan lineamientos de sostenibilidad** que promuevan las áreas verdes y la estructura ecológica principal desde los planes de ordenamiento, se debe tener un trabajo conjunto con entidades territoriales y la comunidad, con el fin de tener una construcción colectiva y evitar que se hagan ejercicios únicamente de socialización. Además, involucrar la estructuración de los observatorios ambientales a nivel local en todas las ciudades, para garantizar que se canalice la información de manera amplia y transparente.

Para incluir lineamientos desde las herramientas de ordenamiento territorial se debe asegurar inversión y destinación de recursos desde los presupuestos de los planes de desarrollo de los gobiernos locales. Así mismo, generar incentivos urbanísticos, fiscales y administrativos en el marco de programas de construcción sostenible, como: mayores índices, permisos expeditos, descuentos en el impuesto predial, etc. Los incentivos se pueden dinamizar a través de programas locales como Bogotá Construye Sostenible y Cali Construcción Sostenible.

Para **involucrar las administraciones locales** se debe garantizar la destinación de recursos y tiempo de los funcionarios para procesos continuos de capacitación.

(ii) Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte

Tabla 6. Metas. Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Resiliencia	Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 40 a 60%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 60 a 80%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 80 a 90%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	• Minambiente • Minenergía • Minvivienda • DNP • CAR • CRA • Gobiernos locales
Carbono operacional Resiliencia	Se han desarrollado distritos térmicos en ocho (8) ciudades, cinco (5) en ciudades principales más tres (3) en ciudades intermedias. Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) e instrumentos de gestión del territorio permiten sectorizar y crear unidades zonales que compartan servicios y funcionalidades para habilitar el desarrollo de distritos térmicos y otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	En el 70 a 90% de las ciudades se han implementado distritos térmicos u otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	En el 100% de las ciudades se han implementado distritos térmicos u otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	• Minambiente • Minenergía • Minvivienda • UTO • UPME • CREG • IDECA • Empresas de servicios públicos • Sector privado • Instituciones financieras • CIDARE
Carbono operacional Resiliencia	Se ha desarrollado una normativa para que las edificaciones nuevas y proyectos urbanísticos incluyan SUDS	Se aumentan progresivamente las exigencias normativas para la generación de SUDS en los entornos urbanos.		• Minambiente • Minvivienda • CAR • DNP • CRA • Empresas de servicios públicos • Sector privado • Gremios y asociaciones
Carbono operacional Resiliencia	Se ha aumentado el uso de luminarias de tecnología LED, solar fotovoltaica y sistemas de telegestión en los sistemas de alumbrado público	Existe uso generalizado de luminarias de tecnología LED (o mejor tecnología disponible), solar fotovoltaica y sistemas de telegestión en los sistemas de alumbrado público	Todos los sistemas de alumbrado público usan luminarias de tecnología LED (o mejor tecnología disponible), solar fotovoltaica y sistemas de telegestión	• Minenergía • Minvivienda • UPME • Gobiernos locales • Empresas de servicios públicos • Sector privado: fabricantes o proveedores de nuevas tecnologías y desarrolladores

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Los POT, Planes Maestros, Planes de Desarrollo Distritales y Municipales han integrado dimensiones del Desarrollo Orientado al Transporte para incrementar la participación de los modos de transporte activos, compartidos (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad. Incluyendo, acciones para mejorar el acceso para las mujeres: uso de los servicios y espacios públicos sin limitaciones ni barreras y con propuestas para una movilidad segura, fácil y asequible.	Los proyectos de revitalización de la ciudad y desarrollo de nuevas áreas utilizan un enfoque de Desarrollo Orientado al Transporte para alcanzar un porcentaje de participación del 60% de los modos de transporte activo, compartido (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad y la reducción del VKT (vehículo kilómetro viajado) en vehículos privados.	Los proyectos de revitalización de la ciudad y desarrollo de nuevas áreas utilizan un enfoque de Desarrollo Orientado al Transporte para alcanzar un porcentaje de participación del 70% de los modos de transporte activo, compartido (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad y la reducción del VKT (vehículo kilómetro viajado) en vehículos privados.	• Minvivienda • Minambiente • Mintransporte • DNP • Autoridades de planeación • Gremios y asociaciones • Sector privado • Sociedad civil
Carbono operacional	90% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	100% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación y 60% de los proyectos de Vivienda de Interés Social cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	100% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación y 100% de los proyectos de Vivienda de Interés Social cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	• Minvivienda • Minambiente • Mintransporte • DNP • Autoridades de planeación • Gremios y asociaciones • Sector privado • Sociedad civil
Carbono embebido Resiliencia	La infraestructura urbana, incluyendo la de transporte, utiliza materiales bajos en carbono y con otros atributos de sostenibilidad (como permeabilidad, drenaje, entre otros) para reducir los daños y pérdidas por cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.			• Minambiente • MinCIT • Gobiernos locales • Gremios asociados a los principales fabricantes • Normalización • Sector privado • Constructores, consultores y diseñadores

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Se requiere avanzar en la implementación y operación de los distritos térmicos (ver acción B.i.7**)**. Así, dar continuidad al programa de Distritos Térmicos en Colombia y tener una mayor inclusión de este sistema como solución sostenible a la climatización de las edificaciones. Esta estrategia se puede integrar a proyectos urbanos como planes parciales y proyectos de renovación urbana.

- Para incentivar **diversas fuentes de energía a nivel urbano**, se necesita promover sistemas descentralizados para la producción de energía eléctrica a nivel de distritos urbanos (ver acción E.i.5), con un marco regulatorio que establezca las condiciones de operación, permisos de conexión y uso de redes. Así mismo, que esté alineado con las herramientas de ordenamiento territorial y defina zonas en las ciudades para su desarrollo, además de metas, incentivos, condiciones de mercado y otros factores que permiten su construcción. Igualmente, se debe contar con el mecanismo de comercialización de certificados de energía renovable en el marco del programa de cupos transables o el mercado de emisiones dentro de las consideraciones de la Ley 1931.

- Para **articular los desarrollos urbanos con servicios para la comunidad e incrementar su resiliencia,** se necesita evaluar a nivel local consideraciones de crecimiento urbano compacto en la planeación urbana incluyendo estrategias con orientación a los sistemas de transporte TOD (ver acción I.i.2). Esto se debe hacer a través de instrumentos locales de planeación como los POT y PD, donde se evalúen diferentes modelos de desarrollo con el fin de facilitar la toma de decisiones en los territorios. Además, se deben incluir lineamientos desde las herramientas de ordenamiento territorial enfocadas a aumentar la resiliencia en los territorios (ver acción J.i.2). A partir de esto, se desarrollarían proyectos para aumentar la oferta de servicios ecosistémicos con infraestructura basada en la naturaleza y se generarían acciones para adaptar y/o readecuar la infraestructura crítica asociada a los servicios de energía, agua y salud.

- Para incentivar el **uso de materiales con bajo carbono embebido** en proyectos de desarrollo urbano es necesario desarrollar programas para promover la adopción de etiquetado de materiales en el sector (ver acción C.i.1). Esto se debe integrar al requisito de adquisición de materiales sostenibles en las compras públicas locales, con un sistema de incentivos para proyectos que incluyen este tipo de materiales. Las exigencias deberán ir en aumento tanto en la proporción de materiales usados con estos atributos, como en la exigencia de las etiquetas. Igualmente, considerar periodos de diseño mayores, que optimicen la vida útil de los proyectos y puedan ser un criterio para contratistas.

- Para promover el **desarrollo de infraestructura baja en carbono**, se deben generar iniciativas normativas con regulaciones zonales para edificios bajos en carbono (ver acción I.i.3) a partir de lineamientos desde la normativa nacional, con aplicabilidad en los territorios, para que los entornos con un valor ecosistémico alto tengan un desarrollo con estrategias bajas en carbono. Además, que consideren su aplicación en diferentes zonas climáticas y se generen incentivos para el desarrollo de proyectos piloto.

- Para **incentivar el desarrollo de SUDS en proyectos** se deben promover estrategias para la gestión del recurso hídrico y el drenaje urbano sostenible con un enfoque hacia las soluciones basadas en la naturaleza (ver acción J.i.3). Esto con el liderazgo del gobierno nacional para que los entornos urbanos tengan este tipo de desarrollos bajo un concepto de circularidad, acompañado por incentivos a los proyectos urbanísticos que los implementen.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Las acciones de política descritas anteriormente, requieren de apoyo tecnológico que faciliten y garanticen su implementación efectiva.

- Para mejorar el **desempeño del alumbrado público** se requiere implementar tecnologías innovadoras y eficientes (ver acción I.ii.1). Se debe poner en acción un programa o iniciativa de actualización tecnológica a nivel nacional para el cambio del alumbrado público a sistemas inteligentes y eficientes, en el que se promuevan sistemas solares fotovoltaicos u otras fuentes de energía más eficientes que las actuales, y sistemas de telegestión.

- Para mejorar la **generación y gestión de la información** que permita tener datos verídicos y en tiempo real, se requiere desarrollar herramientas como sistemas de información geográfica (GIS) para el mapeo y gestión del riesgo (ver acción J.ii.1) y para la recolección de datos en tiempo real del entorno urbano que permita analizar información y gestionar los riesgos (ver acción J.ii.2). De esta manera, la información contribuirá a identificar los riesgos a los que está expuesta la infraestructura, especialmente la vital y la asociada a energía y agua. El uso de datos e información sobre los posibles riesgos permite la integración de las medidas de resiliencia en la planeación urbana y la toma de decisiones sobre el uso del suelo, para generar regulaciones y asignar recursos para mitigar riesgos donde sea posible.

- Para incentivar el **desarrollo y la operación de infraestructura resiliente**, se necesita diseñar e implementar soluciones urbanas y de equipamiento de adaptación al cambio climático (ver acción J.ii.4). Estos desarrollos deben tener enfoque a soluciones basadas en la naturaleza, con el objetivo de mejorar la resiliencia y la calidad urbana, permitir la absorción de GEI y disminuir la escorrentía y el efecto isla de calor. Es necesario priorizar la implementación de las soluciones en regiones con mayor vulnerabilidad, como por ejemplo aquellas susceptibles a la erosión costera, inundaciones, etc.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- La implementación efectiva a nivel nacional de planeación urbana integrada con miras a neto cero carbono, requiere de la planeación y ejecución de programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de planificadores y diseñadores urbanos para avanzar en la descarbonización del entorno construido (ver Acción L.iii.5). Esto permite que se tenga un conocimiento generalizado acerca de las necesidades del país para adoptar infraestructura que contribuya a la mitigación y adaptación al cambio climático, así como su alta vulnerabilidad que requiere de acciones urgentes en diferentes regiones. El plan de capacitaciones deberá estar diferenciado de acuerdo con los roles e involucrados en los procesos urbanos. Además, se deben actualizar regularmente considerando los avances tecnológicos y de conocimiento que se generen, así como nuevas necesidades de acuerdo al avance del cambio climático.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para promover **desarrollos urbanos sostenibles** se deben crear estrategias exclusivas para este tipo de proyectos y adicionales a las existentes como las siguientes: generar incentivos (ver acción I.iv.1), generar líneas de crédito dedicadas (ver acción F.iv.5), generar subsidios (ver acción I.iv.2), y destinar recursos para desarrollos y soluciones urbanas y de equipamientos sostenibles y adaptados al cambio climático (ver acción I.iv.3 y acción J.iv.4).

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Por lo mismo, es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar la **implementación de tecnología**, se requiere destinación de recursos para desarrollar herramientas GIS para el mapeo y gestión del riesgo (ver acción J.iv.1), especialmente en poblaciones en situación de vulnerabilidad. Al igual que, la destinación de recursos para desarrollar una herramienta que permita recopilar datos en tiempo real y realizar un monitoreo del riesgo de desastres (ver acción J.iv.2). Esto debe ir acompañado por un plan de inversión para el desarrollo de las herramientas, la promoción y apropiación de las plataformas, así como para su difusión, administración y operación, con el fin de garantizar su adecuado funcionamiento en el tiempo y que permita retroalimentar los diseños de infraestructura urbana.

- Para el desarrollo de espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte con criterios de sostenibilidad, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno **(**ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- Para **incentivar el desarrollo de sistemas de alumbrado público con la mejor tecnología disponible**, se requiere de acciones que disminuyan los riesgos e incertidumbres sobre este tipo de proyectos incluyendo ofrecer al mercado seguro de garantía para la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética y energías limpias (ver acción L.iv.4).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, **se deben** destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Para la **implementación y operación de distritos térmicos y los sistemas descentralizados para la producción de energía eléctrica a nivel urbano**, se requiere integrar estos proyectos a los POT, al igual que a los instrumentos de gestión de cambio climático (por ejemplo, los PIGCCt). Así, articular las estrategias de orden nacional con los gobiernos locales. Esto debe ir acompañado del compromiso y planes de capacitación a nivel local, al igual que el entendimiento de los aportes de este tipo de proyectos a las metas de mitigación del país.

Para articular los **desarrollos urbanos orientados a sistemas de transporte TOD e infraestructura baja en carbono**, se necesita que el gobierno nacional trabaje de manera conjunta con las entidades territoriales, para la propuesta de iniciativas de regulaciones zonales que sean aplicables a diferentes condiciones y características a nivel local. Asimismo, aprovechar la iniciativa de algunas ciudades que tienen zonas urbanas de aire protegido, tanto en fuentes fijas como móviles, para incentivar este tipo de desarrollos.

Para incentivar el **desarrollo y la operación de infraestructura resiliente** es necesario generar una articulación adecuada entre los diferentes actores nacionales y locales de acuerdo con las funciones y responsabilidades. Además, que se incluyan estos proyectos en las herramientas de ordenamiento territorial, con estrategias como la promoción de la actualización de los planes de contingencia existentes a nivel local.

Materiales

El aumento de la población y el crecimiento económico impulsan mayores tasas de construcción y por lo tanto una mayor demanda de materiales, contribuyendo al agotamiento de recursos y aumentando el consumo de energía y las emisiones de GEI por su producción y transporte. Se espera que la producción y consumo de materiales en Colombia aumente entre 2020 y 2050 a medida que el stock de edificaciones aumenta. Se proyecta que, en entre 2020 y 2050 se van a consumir alrededor de 315 millones de metros cúbicos de concreto, 27 millones de toneladas de acero y 130 millones de toneladas de ladrillo (Universidad de los Andes y Hill consulting, 2022).

Las metas y acciones de la categoría de materiales están dirigidas a reducir las emisiones de la fase del ciclo de vida de los proyectos denominada: provisión de materiales. Esto incluye los procesos de extracción de materia prima, manufactura y transporte. Las metas se dividen entonces en tres categorías de emisión: (i) uso de materia prima, (ii) uso de energía y agua en el proceso de fabricación, y (iii) transporte y distribución.

(i) Uso de materia prima

Tabla 7. Metas. Uso de materia prima

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	A partir de la remodelación de edificaciones existentes se ha reducido la extracción de materias primas vírgenes.	Se reduce en un 50% el número de edificaciones proyectadas a ser demolidas por la remodelación de edificaciones existentes.	N/A	• Minvivienda • Minambiente • Entidades locales • Empresas de construcción • Academia
Carbono embebido	Se incrementa de manera progresiva la incorporación de materias primas aprovechadas en los materiales de construcción para reducir la extracción de materias primas vírgenes.			• Minambiente • Minvivienda • MinCIT • Minenergía • Gremios asociados a los principales fabricantes • Empresas fabricantes de materiales • ICONTEC • Academia
Carbono embebido	Se ha reducido el factor clinker-cemento llegando a una proporción del 68%.	Se ha reducido el factor clinker-cemento 7,3%, llegando a una proporción del 63%.	Se ha reducido el factor clinker-cemento 10%, llegando a una proporción del 58%.	• MinCIT • Procemco • Minambiente • Industria cementera
Carbono embebido	Se ha incrementado el aprovechamiento de materiales rezagados en términos de reutilización/ reciclaje: vidrio, madera.	Se han logrado las siguientes tasas de aprovechamiento: 40% de plásticos, 30-40% de vidrio, 30-40% de madera.	Se han logrado las siguientes tasas de aprovechamiento: 50 % de concreto, 60 % de plásticos, 90 % de acero, 40-50 % de vidrio, 40-50 % de madera.	• Minambiente • Minvivienda • MinCIT • Gobiernos locales y autoridades ambientales locales • Gremios de recicladores y asociaciones de reciclaje • Empresas constructoras • Gestores • Sociedad Civil • Academia
Carbono embebido	Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la extracción de materia prima para materiales de construcción, cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.	Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.		• Minambiente • Minenergía • Mintransporte • IDEAM • ANLA • Autoridades ambientales locales • Proveedores de maquinaria • Empresas de extracción de materia prima
Carbono embebido	Se reducen de manera progresiva las emisiones por la incorporación de estrategias de eficiencia energética en la extracción y procesamiento de materia prima.			• MinCIT • Minambiente • Minenergía • Autoridades ambientales locales • Empresas de extracción de materia prima • Banca • Academia

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se reduce de manera progresiva la extracción de materias primas vírgenes a partir de la optimización del diseño de los materiales (secciones optimizadas, disminución en la cantidad de material, etc.).			• Minambiente • Minvivienda • MinCIT • Gremios asociados a los principales fabricantes • Empresas fabricantes de materiales • ICONTEC • Academia
Carbono embebido	Existe un uso generalizado de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).	El 100% de los materiales y productos relacionados con el sector de la construcción cuentan con DAP.	NA	• MinCIT • Minambiente • Minvivienda • Gremios asociados a los principales fabricantes • Empresas fabricantes de materiales • ICONTEC • Academia

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las principales acciones de política que se plantean para disminuir los gases de GEI asociados al uso de materas primas y cumplir las metas antes descritas, se relacionan con la reducción de la demanda de materia prima virgen, la implementación de estrategias de eficiencia energética, de prácticas menos carbono intensivas durante el proceso de extracción y la estimulación de mercados para productos y materiales bajos en carbono y con contenido reciclado. Cabe resaltar que estas acciones se articulan con el PIGCCme en las acciones de GD.A) Gestión eficiente de la demanda de energía, SE.A) Electrificación y sustitución por energéticos menos carbono intensivos y CBC.D) Economía Circular.

- Para **reducir la demanda de materia prima** se deben promover procesos de diseño que optimicen y reduzcan el uso de materiales. Esto se logra mediante la inclusión de requerimientos desde la política pública para que los proyectos de construcción desarrollen ACV en las etapas de planeación, diseño y construcción (ver acción A.i.1). Esto facilita a los diseñadores y constructores tomar decisiones e implementar buenas prácticas en sus proyectos frente a la selección de materiales, sistemas constructivos y proveedores. También se logra con el desarrollo de estrategias para priorizar la rehabilitación sostenible de edificaciones existentes (ver acción D.i.6), con el fin de extender de la vida útil de la edificación y reusar materiales para disminuir la demanda de los recursos naturales. Para esto se requiere que se promueva esta actividad desde el sector público, los sistemas de certificación en construcción sostenible y a través de incentivos.

- Así mismo, integrar requerimientos de materiales sostenibles en el código de construcción sostenible de las edificaciones (ver acción D.i.1) es una acción de política para disminuir la demanda de materia prima virgen ya que promueve el uso de materiales optimizados y con contenido reciclado. Es importante que se cuente con criterios claros e instrumentos como las DAP que promuevan el uso de materiales sostenibles y con contenido reciclado, lo que disminuye la demanda de materia prima virgen. Para esto es necesario incluir requerimientos desde la política pública para que los fabricantes de materiales desarrollen ACV de sus productos y materiales (ver acción A.i.2). Se plantea el desarrollo de un programa para la realización de ACV sectoriales que permita recolectar datos e información sobre los impactos de los materiales y la definición de las reglas de categoría de producto para la elaboración y promoción de las DAP de los diferentes materiales. Es importante también solicitar el ACV y/o DAP a los materiales que se importen para asegurar justa competencia con los fabricantes nacionales y evidenciar el impacto del transporte de los mismos. Esto puede promover además que se prefiera el uso de materias primas y productos nacionales sobre los importados.

- Para **estimular el desarrollo y comercialización de materiales** optimizados y/o con contenido reciclado que sean bajos en carbono, se necesita generar un programa de promoción de investigación y desarrollo en materiales y componentes de construcción (ver acción L.i.1), promover el desarrollo de modelos de negocio atados a procesos de circularidad y apoyar el desarrollo de procesos y estándares para los materiales nuevos que se desarrollen. La investigación requiere una asignación presupuestal para la generación de convocatorias que promuevan el avance tecnológico y el desarrollo de nuevos modelos de negocio. Promover el desarrollo de modelos de negocio atados a procesos de circularidad integrando el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.i.3) permite mejorar el aprovechamiento entre los sectores minero, industrial, de la construcción y de otras industrias, a través del desarrollo de modelos regionales para la gestión y aprovechamiento. Esto permite la articulación de actores y la generación de cadenas de valor y de un mercado de procesamiento, compra y venta de insumos generando un flujo continuo de materias primas de segundo uso. Atado a esta acción es necesario generar incentivos y construir la infraestructura necesaria, como las estaciones de transferencia de residuos sólidos de demolición y construcción, para el aprovechamiento de residuos en los diferentes municipios del país.

- Es muy importante asegurar que los materiales y sistemas que se desarrollen con contenido reciclado cuenten con las normas técnicas, así como que la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes apruebe que se integren en la Norma Sismo Resistente (NSR) para su uso estructural, facilitando su difusión en el mercado tanto desde la oferta como desde la demanda. (Ver acciones D.i.2 Desarrollar las normas técnicas para materiales y sistemas estructurales alternativos bajos en carbono y D.i.3. Ampliar en el código de construcción de las edificaciones (NSR) el uso estructural de materiales y sistemas estructurales alternativos bajos en carbono).

- Por último, para **acelerar la eficiencia energética** en la extracción de materia prima se debe incluir en la Política Pública incentivos y requerimientos para mejorar la eficiencia energética en los procesos de extracción y producción de materiales afines al sector de la construcción (ver acción B.i.1). Esto implica promover programas de gestión de la energía, desarrollar guías de mejores prácticas y apoyar la adopción de la mejor tecnología disponible. Estas acciones están articuladas con el PIGCCme en las líneas estratégicas relacionadas con minería climáticamente inteligente y con el PROURE por lo cual se debe buscar la articulación de las iniciativas. Adicionalmente, se deben desarrollar lineamientos normativos para la inclusión de maquinaria amarilla con bajos niveles de emisión (ver acción E.i.9) para lo cual se necesita generar incentivos para la adquisición de maquinaria nueva, crear restricciones al ingreso de maquinaria contaminante al país y desarrollar un plan para la chatarrización de la maquinaria antigua, entre otras acciones. Es importante considerar estrategias que permitan a empresas de pequeño y mediano tamaño acceder a maquinaria con estos estándares y evitar procesos de desigualdad de crecimiento en la industria.

- Es importante además incluir estrategias de adaptación y la inclusión de variables de riesgo por variabilidad y cambio climático, así como promover acciones de reforestación y protección de la biodiversidad en las zonas de extracción de materias primas. Esto de la mano con lo propuesto desde el PIGCCme en la línea estratégica de adaptación.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

En términos de desarrollo tecnológico se debe trabajar en el desarrollo de nuevos materiales optimizados y/o con contenido reciclado que permitan la reducción de la demanda de materia prima. También se debe trabajar en la reconversión tecnológica y adopción de la mejor tecnología disponible promoviendo procesos eficientes y limpios, y en la innovación en procesos de recolección y reciclaje que faciliten los procesos de aprovechamiento y la reincorporación de material reciclado en nuevos materiales.

- Para **desarrollar y promover el uso de materiales con contenido reciclado para su uso estructural y no estructural (Ver acción D.ii.2)**, es importante establecer objetivos e identificar necesidades específicas para los subsectores y, en particular, para los principales materiales utilizados, como el cemento, acero, ladrillo, vidrio y plástico. Por ejemplo, particularmente para el cemento es necesario avanzar en las técnicas para disminuir la proporción Clinker-cemento (Ver acción D.ii.3), lo cual no solamente disminuye el uso de materias primas sino la cantidad de energía y emisiones en la producción del cemento. Debido a que estos desarrollos requieren de procesos de innovación, pruebas e investigación, en general, es necesario generar un programa de promoción de investigación y desarrollo en materiales y componentes de construcción (Ver acción L.i.1), así como facilitar el acceso a software para realizar ACV, análisis de huella de carbono y análisis de costos en el ciclo de vida de los materiales y proyectos (ver acción A.ii.3), para asegurar que los materiales optimizados y/o con contenido reciclado desarrollados, estén disminuyendo su carbono embebido. Así mismo es importante desarrollar una plataforma de materiales con etiquetado y certificaciones de sostenibilidad (ver acción C.ii.1) que funcione como un catálogo de materiales y permita al diseñador y constructor tomar decisiones informadas frente a los beneficios y ventajas de cada material.

- Otra estrategia importante para **reducir el consumo de materias primas vírgenes** es desarrollar y promover el uso de tecnologías alternativas e innovadoras para los procesos constructivos de las edificaciones (ver acción D.ii.5). Esto implica tomar medidas para reducir los desechos durante la fabricación y construcción y desarrollar materiales, productos y procesos constructivos que requieran menos recursos (optimización), como, por ejemplo, el uso de sistemas modulares y prefabricados, el desarrollo de la impresión 3D, uso de robots para la automatización de los procesos constructivos, entre otros.

- La reconversión **tecnológica y la adopción de la mejor tecnología disponible** se logra con la incorporación de prácticas y tecnologías para lograr la máxima eficiencia energética posible en la extracción y manufactura de materiales (ver acción B.ii.1). Para esto es necesario generar indicadores para cada uno de los materiales que permita monitorear y comparase frente a los BATs (Best Available Techonology), generar estándares mínimos de eficiencia y desarrollar incentivos para la adquisición y desarrollo de tecnología. Es importante contar con un sistema de monitoreo, reporte y verificación de los consumos energéticos, tal y como se propone en el PIGCCme. Así mismo, promover espacios y redes entre los industriales y las empresas extractoras para compartir buenas prácticas, identificar potenciales de eficiencia, establecer metas, etc. Finalmente, es necesario implementar estrategias para contar con vehículos y maquinaria de bajas emisiones o limpias (ver acción E.ii.4).

- Para la **innovación en procesos de recolección y reciclaje** (ver acción G.ii.3) se debe desincentivar la disposición final en rellenos sanitarios, generar la infraestructura necesaria para el aprovechamiento, desarrollar las capacidades para mejorar las prácticas de separación en sitio, promover el desarrollo de modelos de negocio atados a procesos de circularidad, generar incentivos para proyectos de responsabilidad extendida y desarrollar la tecnología para facilitar y automatizar los procesos de reciclaje de RCD y residuos sólidos.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En términos de desarrollo de capacidades se deben generar espacios para la transferencia de conocimiento entre los industriales, así como desarrollar capacidades frente a las técnicas de ecodiseño. Para esto es importante generar alianzas entre diferentes actores, lo cual se articula la acción GC.A) Investigación e información para todos los actuales y potenciales del sector, del PIGCCme. Adicionalmente, se debe educar tanto al personal de obra como a la sociedad civil en las prácticas de separación en sitio de RCDs y residuos sólidos.

- Con el objetivo de trabajar en el **desarrollo de materiales optimizados y/o con contenido reciclado**, además de compartir buenas prácticas en **eficiencia energética** y generar transferencia de conocimientos, se debe establecer un "HUB de conocimiento" en materiales en temáticas como: eficiencia energética, prácticas y tecnologías para descarbonizar procesos, tecnología de captura y almacenamiento de carbono, circularidad, materiales innovadores, entre otros (ver acción D.iii.1). Para esto es necesario buscar financiamiento nacional o internacional, convocar espacios que integren a la industria, el gobierno, universidades y centros de investigación, así como promover la integración de programas de cooperación internacional para la transferencia de tecnología y conocimiento. Adicionalmente, se deben desarrollar guías técnicas de ecodiseño para la optimización de materiales, sistemas y componentes de las edificaciones (ver acción D.iii.2), donde se establezcan los estándares de calidad mínimos y máximos y los criterios y características que debe cumplir cada uno de los materiales, implementando principios de ecodiseño y circularidad e incluyendo una estructura de costos que permitan la competitividad de los productos.

- En cuanto a la **mejora en los procesos de recolección y reciclaje**, se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias del personal de obra para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.4), que incluyan la separación, manejo y gestión de RCDs, el desarrollo de conocimientos y habilidades aplicadas frente al uso de materiales con contenido reciclado y el entendimiento de los flujos de aprovechamiento que permita la sensibilización de los actores. También es importante desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6), que incluya capacitaciones sobre la separación, manejo y gestión de residuos sólidos y RCDs generados en procesos de remodelaciones y reparaciones.

- Es necesario generar programas de capacitación **dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno en temáticas como: estándares de eficiencia energética, sistemas de etiquetado, energías renovables, compras sostenibles, sistemas de medición, monitoreo y reporte, trabajo colaborativo, planificación urbana sostenible, riesgos climáticos, entre otros (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de las políticas, desarrollar nuevas regulaciones con indicadores y mecanismos de seguimiento, así como actualizar políticas existentes. Estos programas se deben realizar de manera periódica y diferenciada de acuerdo a la región, y se deben actualizar de acuerdo con la identificación de nuevas necesidades de capacitación considerando los avances tecnológicos y de conocimiento que se generen, así como nuevas necesidades de acuerdo al avance del cambio climático.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Los mecanismos financieros identificados para la reducción del uso de materias primas vírgenes, la implementación de estrategias de eficiencia energética durante el proceso de extracción, la estimulación de mercados para productos y materiales bajos en carbono y con contenido reciclado y el desarrollo de capacidades en el sector público, se describen a continuación:

- Para la reducción en el uso de materias primas vírgenes es necesario generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1), generar incentivos para el desarrollo de materiales sostenibles y aprovechamiento de RCD (ver acción D.iv.2) y desarrollar líneas de crédito dedicadas para el desarrollo de materiales sostenibles y aprovechamiento de RCD (ver acción D.iv.3). Tanto para los incentivos como para el desarrollo de líneas de crédito, es necesario tener claras las definiciones dentro de la taxonomía verde para identificar claramente que es susceptible a los beneficios y qué no. Para los créditos también es necesario incluir consideraciones de resiliencia e indicadores que contribuyan a identificar la liquidez de las empresas y la viabilidad del mercado.

- Para facilitar la implementación de estrategias de **Eficiencia Energética**, se deben mantener y generar incentivos para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos (ver acción E.iv.1). Actualmente existen beneficios, estipulados en la Resolución 196 de 2020 que otorga incentivos para medidas de eficiencia energética en energía eléctrica, medidas de eficiencia energética en combustibles sólidos, medidas de eficiencia energética en gas natural y para el diseño e implementación de Sistemas de Gestión de la Energía, SGEn, en las industrias. Se recomienda mantener los incentivos y evaluar la necesidad de modificarlos o aumentarlos de acuerdo a la efectividad de su aplicación. Adicionalmente, se deben desarrollar líneas de crédito dedicadas para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos (ver acción E.iv.3). Estas líneas de crédito deben generar tasas preferenciales que faciliten las inversiones para el recambio tecnológico incluyendo maquinaria y vehículos de transporte de carga.

- Para la **estimulación de mercados para productos y materiales bajos en carbono y con contenido reciclado** se deben desarrollar modelos de negocio atados a procesos de circularidad integrando el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.iv.1), generando disponibilidad de recursos y financiamiento para el desarrollo de una plataforma que reúna información regional sobre el mercado de residuos a nivel multisectorial y permita desarrollar exitosamente modelos de negocio para el aprovechamiento de residuos y materiales provenientes de la industria de la construcción. También se deben desarrollar incentivos a la construcción sostenible (ver acción L.iv.6) que incluya materiales con criterios de sostenibilidad adicionales a su aporte en la eficiencia energética, como por ejemplo la incorporación de contenido reciclado. Esto con el objetivo de estimular el mercado desde la demanda.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito es la **emisión de bonos.** Por lo mismo, es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el desarrollo de **capacidades de los funcionarios del gobierno** se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5)**.** Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Los planes de acción locales deberán integrar lineamientos que fomenten dentro de su jurisdicción una extracción de materiales eficiente y con prácticas ambientales sostenibles que reduzcan al máximo las emisiones de GEI asociadas a dichos procesos. Adicionalmente, se deben generar lineamientos claros para promover el desarrollo y uso de materiales sostenibles (que reduzcan el uso de materia prima virgen) y promover modelos regionales de economía circular que faciliten el reúso, reciclaje y aprovechamiento de materiales, y el reúso de edificaciones.

- Para lograr una **extracción de materiales eficiente y baja en carbono** a nivel regional se deben fortalecer las autoridades ambientales, quienes deben hacer seguimiento, control y monitoreo a las diferentes actividades que se desarrollen en la región. Adicionalmente, se deben generar los inventarios de la maquinaria que se utiliza a nivel local junto con los cálculos de las emisiones que representan. Con esta información se podrá desarrollar reglamentación a nivel local.

Para promover el **desarrollo de materiales sostenibles** y con contenido reciclado, se debe promover la investigación y desarrollo desde los gobiernos y programas locales para identificar soluciones y desarrollar tecnología y servicios que respondan a las situaciones particulares de cada región. A nivel local, se debe buscar destinar recursos y facilitar la articulación entre actores relevantes: universidades, empresas y entidades locales. En este ejercicio pueden apoyar las cámaras de comercio con los clústeres.

- Para promover el **uso de materiales sostenibles** y con contenido reciclado se debe integrar el requisito de adquisición de materiales sostenibles en las compras públicas locales. Adicionalmente, se debe evaluar la generación de incentivos locales (normativos, administrativos y/o tributarios) para edificaciones que incluyan un alto porcentaje de materiales sostenibles.
- Para promover modelos regionales de economía circular que faciliten el reúso, reciclaje y aprovechamiento de materiales, se deben generar lineamientos y políticas articuladas con los PGIRS que promuevan el aprovechamiento y desestimulen la disposición final de residuos sólidos y RCD. Se deben generar proyectos a nivel local para identificar y establecer modelos regionales para la gestión y aprovechamiento de residuos sólidos y residuos de construcción y demolición. Dentro de las principales acciones que se deben generar en estos proyectos está:

    - La identificación de los actores relevantes y la coordinación de espacios de articulación.
    - Asignación de responsabilidades concretas a las administraciones locales y regionales en el desarrollo de infraestructura básica para la gestión y aprovechamiento de los residuos sólidos y RCD.
    - Identificar posibles incentivos al aprovechamiento.
    - Fortalecer la capacidad institucional de las autoridades ambientales a nivel local y regional para realizar seguimiento a la normativa asociada a la gestión de residuos sólidos y RCD.

- Para promover el **reúso sostenible de edificaciones** a nivel local, las administraciones deberán priorizar este tipo de proyectos para sus instalaciones e inmuebles, evaluar la posibilidad de generar incentivos normativos, administrativos y/o tributarios a los proyectos que realicen esta actividad, y promoverlos en los planes de renovación urbana.

(ii) Uso de energía y agua en el proceso de fabricación

Tabla 8. Metas. Uso de energía y agua en el proceso de fabricación

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se ha logrado una reducción del 15% en el consumo de energía y/o emisiones en producción industrial, en el módulo correspondiente de demanda energía.	Se reduce de manera progresiva el consumo de energía y/o emisiones en la producción industrial, en el módulo correspondiente de demanda energía.		• Minenergía • MinCIT • Minambiente • UPME • Gremios asociados a los principales fabricantes • Empresas fabricantes de materiales • Cámaras de comercio • Academia
Carbono embebido	Se ha incrementado la eficiencia energética en la producción de ladrillo, con un crecimiento compuesto anual de 1,5%	Se reduce de manera progresiva el consumo de energía y/o emisiones en la producción de ladrillo, en el módulo correspondiente de demanda energía.		• MinCIT • Minambiente • Minenergía • UPME • Comité de ladrilleros de la Andi • Ladrilleras • Cámaras de comercio • Academia
Carbono embebido	Se ha logrado la sustitución en un 25% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	Se ha logrado la sustitución en un 60% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	Se ha logrado la sustitución en un 80% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	• MinCIT • Procemco • Minambiente • Minenergía • UPME • DNP • Minciencias • Industria cementera • Academia
Carbono embebido	Se aumenta progresivamente el uso de fuentes no convencionales de energía renovable en los procesos de producción de materiales de construcción.			• Minenergía • Minambiente • UPME • CREG • Empresas fabricantes de materiales • Empresas proveedoras de servicios energéticos • Academia
Carbono embebido	Se aumenta progresivamente la electrificación de los procesos de fabricación de los materiales de construcción			• Minenergía • MinCIT • Minambiente • UPME • Gremios asociados a los principales fabricantes • Empresas fabricantes de materiales • Cámaras de comercio • Academia

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos en Colombia (meta en reducción de huella de carbono 15% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos (meta en reducción de huella de carbono 30% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos (meta en reducción de huella de carbono 50% respecto al año 2020).	• MinCIT • Minambiente • Comité de ladrilleros de la Andi • Ladrilleras • Cámaras de comercio • Academia
Carbono embebido	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero en Colombia (meta en reducción de huella de carbono 15% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero (meta en reducción de huella de carbono 30% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero (meta en reducción de huella de carbono 50% respecto al año 2020).	• MinCIT • Minambiente • Minenergía • UPME • Comité de productores de acero de la Andi • Empresas productoras y transformadoras de Acero • Academia
Resiliencia	Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en los procesos de manufactura de los materiales de construcción.			• Minambiente • Minvivienda • Autoridades Ambientales • Empresas de servicios públicos de agua y alcantarillado • Empresas fabricantes de materiales • Gremios asociados a los principales fabricantes • Academia
Resiliencia	Se aumenta de manera progresiva el uso de agua de fuentes alternativas en los procesos de manufactura, tales como: aguas lluvia, aguas grises y aguas postindustriales.			

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las principales acciones de política para lograr la reducción de emisiones asociadas al uso de energía en la producción de materiales están asociadas a la implementación de estrategias de eficiencia energética y a la descarbonización de los procesos productivos. Estas acciones están articuladas con lo propuesto desde el PROURE y el PIGCCme. En cuanto al uso de agua, se plantean estrategias para disminuir su consumo y promover una gestión más circular del recurso con el objetivo principal de aumentar la resiliencia.

- Para **acelerar la eficiencia energética** en la producción de materiales se debe incluir en la Política Pública incentivos y requerimientos para mejorar la eficiencia energética en los procesos de extracción y producción de materiales afines al sector de la construcción (ver acción B.i.1). Esto implica recolectar y consolidar la información de consumos de energía y combustibles por subsector industrial para definir indicadores, establecer metas ambiciosas, promover programas de gestión de la energía, desarrollar guías y espacios de transferencia de mejores prácticas e incentivar la adopción de la mejor tecnología disponible (BATs).

- Para acelerar la **descarbonización de los procesos** productivos de materiales se debe desarrollar un programa desde la política pública que incluya la generación y continuidad de incentivos que fomenten la reconversión tecnológica hacia procesos electrificados, sustitución de combustibles fósiles, uso de energías alternativas y la captura y almacenamiento de carbono (ver acción E.i.1 Promover la descarbonización de procesos por medio de la electrificación, reemplazo de combustibles, uso de energías alternativas y la captura y almacenamiento de carbono). Se deben recolectar y consolidar datos de emisiones por cada subsector industrial para definir indicadores y establecer porcentajes mínimos obligatorios de disminución de emisiones. Esto permitirá fomentar la producción de materiales con bajo carbono embebido. Es importante articular esta acción y enmarcarla dentro del PIGCCme 2050 y la Ley 2099 de transición energética.

- Para **disminuir el consumo de agua** en los procesos productivos y realizar una **gestión circular** del recurso, se deben promover los incentivos existentes y/o generar nuevos incentivos para las industrias productoras de materiales que demuestren una reducción significativa en el consumo de agua potable. Se deben incluir requisitos de cálculo de huella hídrica y lineamientos de circularidad, y fortalecer los requisitos frente al consumo de agua y la calidad de vertimientos en la normativa ambiental vigente aplicable al manejo de aguas industriales. (Ver acción J.i.3 Promover estrategias para la gestión del recurso hídrico y el drenaje urbano sostenible con un enfoque hacia las soluciones basadas en la naturaleza).

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

En términos de desarrollo tecnológico se debe trabajar en la reconversión tecnológica y adopción de la mejor tecnología disponible promoviendo procesos eficientes y limpios. Además, se deben implementar procesos y prácticas que disminuyan las emisiones de GEI.

- La **reconversión tecnológica y la adopción de la mejor tecnología disponible** se logra con la incorporación de prácticas y tecnologías para lograr la máxima eficiencia energética posible en la extracción y manufactura de materiales (ver acción B.ii.1). Para esto es necesario generar indicadores para cada uno de los subsectores industriales que permitan monitorear y comparase frente a los BATs (Best Available Techonology), generar estándares mínimos de eficiencia, desarrollar incentivos para la adquisición y desarrollo de tecnología, así como promover redes entre los industriales para compartir buenas prácticas, identificar potenciales de eficiencia, establecer metas, etc.

- Para implementar **procesos y prácticas que disminuyan las emisiones de GEI** se debe promover la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos (ver acción E.ii.1). Para esto se deben mantener y generar nuevos incentivos tributarios y líneas de crédito que faciliten la reconversión tecnológica y descarbonización de procesos (ver acciones E.iv.1 Generar y mantener incentivos para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos y E.iv.3 Desarrollar líneas

de crédito dedicadas para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos). Es importante identificar dentro de cada industria las necesidades calóricas de los procesos productivos y el potencial de optimización y sustitución de fuente energética. Identificar qué procesos se pueden electrificar, pensando a su vez en proveer la energía con FNCER, y en qué procesos se deben buscar combustibles alternativos a los fósiles. Para esto, es necesario incentivar el aprovechamiento energético de residuos, así como el aprovechamiento de subproductos derivados de otras industrias (ver acción E.ii.7 Implementación de programas de tratamiento y/o Waste-to-energy como forma de gestión de los residuos) y desarrollar tecnología para utilizar hidrógeno verde y azul como combustible (ver acción E.ii.3). Adicionalmente, es importante desarrollar e implementar la Cogeneración en la industria (ver acción E.ii.6) para evitar pérdidas en los procesos de calor, y desarrollar e implementar tecnología para la captura y almacenamiento de carbono (ver acción E.ii.2) para eliminar las emisiones de CO_2 que no se hayan podido evitar en los procesos.

- En cuanto a la **gestión y consumo de agua** es necesario desarrollar tecnologías para el manejo aguas residuales y/o grises in situ (ver acción J.ii.6). Esto implica desarrollar tecnologías sencillas para el reúso y tratamiento de aguas, así como Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales in situ que sean económicas, flexibles y fáciles de operar. Adicionalmente, se deben buscar otro tipo de estrategias como SUDS y otras soluciones basadas en la naturaleza que permitan limpiar, infiltrar y gestionar ciertos tipos de agua.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Desde el desarrollo de capacidades, es importante generar alianzas entre diferentes actores, así como la capacitación de los funcionarios del gobierno. Esto se articula la acción GC.A) Investigación e información para todos los actuales y potenciales del sector, del PIGCCme.

- En términos de desarrollo de capacidades es fundamental establecer espacios de interacción entre la industria, el gobierno y la academia que permitan enfocar y potenciar mejor la investigación de acuerdo a las necesidades en términos de desarrollo tecnológico y de buenas prácticas. Para esto se propone la creación de un "HUB de conocimiento" en materiales en temáticas como: eficiencia energética, prácticas y tecnologías para descarbonizar procesos, tecnología de captura y almacenamiento de carbono, circularidad, materiales innovadores, entre otros (ver acción D.iii.1). Es necesario buscar financiamiento nacional o internacional, así como promover la integración de programas de cooperación internacional para la transferencia de tecnología y conocimiento. En estos espacios se pueden además formar y certificar perfiles profesionales con las competencias técnicas requeridas para implementar las diferentes tecnologías y suplir las necesidades de las diferentes industrias.

- Es necesario generar programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno en temáticas como: estándares de eficiencia energética, energías renovables, compras sostenibles, sistemas de medición, monitoreo y reporte, trabajo colaborativo, riesgos climáticos, entre otros (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se puedan establecer indicadores para las diferentes industrias y realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de las políticas e instrumentos normativos existentes y nuevos.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Las herramientas financieras identificadas para disminuir las emisiones por el uso de energía en el proceso de fabricación de materiales están enfocadas en promover la eficiencia energética, la descarbonización de procesos y el uso de FNCER.

- Para promover la eficiencia energética y la descarbonización de procesos se deben mantener y generar incentivos para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos (ver acción E.iv.1). Actualmente existen beneficios, que son los estipulados en la Resolución 196 de 2020. Se recomienda mantener los incentivos y evaluar la necesidad de modificarlos o aumentarlos de acuerdo a la efectividad de su aplicación. Adicionalmente, se deben desarrollar líneas de crédito dedicadas para la descarbonización de la manufactura a través de

reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos (ver acción E.iv.3). Estas líneas de crédito deben generar tasas preferenciales que faciliten las inversiones para la electrificación de procesos, cambios de hornos, implementación de proyectos de cogeneración, sustitución de combustibles, etc. Adicionalmente, se debe promover la financiación e inversión para proyectos de tratamiento de residuos y Waste-to-Energy (ver acción E.iv.8), que facilite los procesos de coprocesamiento en la industria, al tiempo que se aporta a la solución para la gestión de residuos.

- Otra estrategia desde el sector privado para facilitar las inversiones en eficiencia energética y descarbonización de procesos es diseñar modelos de negocio con contratos tipo ESCO para procesos de manufactura más eficientes (ver acción E.iv.11). Esto implica generar algunas acciones que disminuyan los riesgos e incertidumbres sobre este tipo de proyectos incluyendo que las empresas aseguradoras ofrezcan al mercado seguros de garantía para la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética y energías limpias (ver acción L.iv.4).

- La **fijación de un precio al carbono y la puesta en marcha de un mercado de carbono** es esencial para fomentar la eficiencia energética en la producción de materiales y promover la descarbonización de los procesos, entre otras buenas prácticas (como la reutilización y el reciclaje, la investigación y desarrollo, etc.), que faciliten la adopción de materiales con bajo carbono embebido. Esto es particularmente relevante para materiales carbono intensivos como el cemento, acero y ladrillo (ver acción E.iv.2 Promover la descarbonización de la industria de materiales mediante la fijación de un precio al carbono y la puesta en marcha de un mercado de carbono).

- Para **promover el uso de FNCER** en los procesos de producción de materiales de construcción se deben promover los incentivos existentes y crear incentivos adicionales como generar reembolsos en factura o beneficios en impuestos para pagar las inversiones en FNCER (ver acción E.iv.4) y desarrollar subsidios para energías limpias (ver acción E.iv.5). Adicionalmente, es importante el desarrollo de modelos de negocio atados a un mercado de comercialización de energía renovable (ver acción E.iv.9) que permita adquirir y vender certificados de energía renovable.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito dedicadas para los proyectos de eficiencia energética y descarbonización de procesos es la **emisión de bonos**. Es importante entonces emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

- Para el desarrollo de las tecnologías que permitan mejorar la eficiencia, disminuir el uso de agua y energía y descarbonizar los procesos de manufactura, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Los planes de acción locales deberán integrar lineamientos que fomenten dentro de su jurisdicción, el desarrollo de materiales locales con bajo carbono embebido mediante procesos de producción eficientes, con prácticas ambientales sostenibles que reduzcan al máximo las emisiones de GEI asociadas a dichos procesos. Adicionalmente, se deben generar lineamientos claros para promover el uso de materiales sostenibles con bajo carbono embebido.

- Para promover el **desarrollo de materiales con bajo carbono embebido** se debe fomentar la investigación y desarrollo desde los gobiernos y programas locales para identificar soluciones, desarrollar tecnología y servicios que respondan a las situaciones particulares de cada región. A nivel local, se debe buscar destinar recursos y facilitar la articulación entre actores relevantes: universidades, empresas y entidades locales. En este ejercicio pueden ayudar las cámaras de comercio con los clústeres.

- Para promover el **uso de materiales con bajo carbono embebido** se debe integrar el requisito de adquisición de materiales sostenibles en las compras públicas locales. Adicionalmente se debe evaluar la generación de incentivos locales (normativos, administrativos y/o tributarios) para edificaciones que incluyan un alto porcentaje de materiales sostenibles.

- Las soluciones tipo **Waste-to energy** que impacten tanto la descarbonización de las industrias como la gestión de residuos urbanos, se deberán promover en las herramientas de ordenamiento territorial y deberán articularse con los PGIRS (ver acción I.i.4 Incluir lineamientos desde las herramientas de ordenamiento territorial enfocadas al urbanismo sostenible y su interacción con las edificaciones).

(iii) Transporte y distribución

Tabla 9. Metas. Transporte y distribución

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se reducen de manera progresiva las emisiones asociadas al transporte y manejo de materiales a partir del mejoramiento de operaciones logísticas y de procesos asociados.			• MinCIT • Mintransporte • Minambiente • Minvivienda • Autoridades locales • Gremio de transporte de carga • Fabricantes de materiales • Empresas de transporte
Carbono embebido	El 70% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI.	El 100% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI. Se han desarrollado proyectos piloto para la aplicación de nuevas tecnologías disponibles (por ejemplo, camiones que usan hidrógeno y electricidad).	Se han adoptado nuevas tecnologías de cero y muy bajas emisiones para el transporte de materiales de construcción.	• Mintransporte • Minenergía • Minambiente • Minhacienda • Autoridades locales de movilidad, ambiente y salud. • Gremio de transporte de carga • Fabricantes de materiales • Empresas de transporte • Banca comercial

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Para la reducción de emisiones asociadas al transporte y distribución se deben desarrollar requisitos en la política pública para lograr un transporte de materiales eficiente y bajo en carbono (ver acción E.i.2). Esto implica generar planes de renovación de la flota de carga a partir del establecimiento de límites máximos permisibles para los vehículos (que se incrementen en el tiempo) y programas de chatarrización, identificar los incentivos necesarios y otorgar plazos de acuerdo al tamaño de las empresas para la transformación de la flota. Adicionalmente, se deben fomentar prácticas de eco-conducción, optimización de las flotas, reducción de viajes y en general mejoras en las operaciones logísticas para la realización de una operación integral de abastecimiento de las obras. En este sentido es importante articularse con iniciativas existentes como la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y Sostenible, la NAMA de Movilidad Eléctrica, NAMA de Logística, NAMA Industria y la reglamentación de la Ley 1964 de 2019, así como replicar programas locales de otras ciudades como el proyecto "Huella logística" de la ciudad de Bogotá.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde tecnología se identifica la necesidad de implementar estrategias para contar con vehículos y maquinaria de bajas emisiones o limpias (ver acción E.ii.4). Algunas de las estrategias para el transporte de materiales incluyen desarrollar programas para la optimización aerodinámica de las flotas, promover la introducción de tecnología de bajas y cero emisiones, desarrollar la infraestructura necesaria de soporte para la operación de los nuevos vehículos (infraestructura de carga eléctrica y de hidrógeno), restringir el ingreso de tecnología con altos niveles de emisión y eventualmente promover la creación de industria nacional que sea capaz de proveer la tecnología.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Desde el desarrollo de capacidades, es necesario generar programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno para desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno (Ver acción L.iii.7), que les permita formular programas y políticas para un transporte bajo en carbono, realizar la trazabilidad y el monitoreo, y establecer indicadores.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para facilitar la introducción de vehículos de carga limpios se deben generar inventivos desde el gobierno que permitan el desarrollo del mercado de los vehículos de cero emisiones (Ver acción E.iv.1 Mantener y generar incentivos para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos). Adicionalmente, se debe contar con líneas de crédito que faciliten la adquisición de los vehículos (Ver acción E.iv.3 Desarrollar líneas de crédito dedicadas para la descarbonización de la manufactura a través de reconversión tecnológica y el cambio a combustibles alternativos). Estas líneas de crédito generan tasas preferenciales que facilitan las inversiones para el recambio tecnológico de vehículos de transporte de carga.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Es importante entonces emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

- Para **fomentar el desarrollo de tecnología limpia** y que ayude a mejorar las prácticas logísticas se debe generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1).

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se debe incluir la necesidad de generar el inventario de los vehículos de carga que se utilizan y cuantificar las emisiones asociadas para trazarse metas desde la política y normativa local. Se pueden desarrollar programas para promover mejoras logísticas y una operación integral de abastecimiento de las obras que reduzca las emisiones asociadas a esta actividad (se puede usar el programa “Huella Logística” de la ciudad de Bogotá como referente).

Edificaciones nuevas

De acuerdo con la proyección de la línea base, entre el 2020 y el 2050 el stock de viviendas urbanas aumentará en 10,9 millones de viviendas. Es decir que, de las viviendas totales en 2050, más de la tercera parte serán construidas entre 2020-2050 (Universidad de los Andes y Hill Consulting, 2021). En el caso de las edificaciones del sector terciario, se estima que se construyan alrededor de 220 millones de metros cuadrados adicionales, es decir un incremento del 60% con respecto a lo que existe hoy en día. Para descarbonizar completamente estas edificaciones a lo largo de su ciclo de vida se requiere tomar medidas desde su planeación, diseño y construcción que permitan reducir tanto el carbono operacional como el embebido.

Es por esto que las metas de las edificaciones nuevas se dividen en nueve (9) categorías de emisión: (i) selección y uso de materiales, (ii) prácticas y procesos de diseño y construcción, (iii) licencias y código de construcción sostenible (iv) sistemas estructurales, (v) electrificación de usos finales, (vi) etiquetado, (vii) sistemas de certificación, (viii) uso de energía y agua en el proceso constructivo, y (ix) generación de residuos en el proceso constructivo. La primeras siete (7) categorías hacen referencia a las decisiones que se toman durante la planeación y diseño de las edificaciones. Si bien en esta etapa no se generan las emisiones, las decisiones que se toman tienen un impacto directo en la generación de emisiones en otras fases, como en la provisión de materiales, la construcción y la operación. Las últimas dos (2) categorías (uso de energía y agua en el proceso constructivo y generación de residuos en el proceso constructivo), sí tienen un impacto directo en la fase de construcción que es en donde se generan las emisiones.

(i) Selección y uso de materiales

Tabla 10. Metas. Selección y uso de materiales

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	La mayoría de edificaciones han incluido como factor de diseño el carbono embebido. Se ha reducido el uso de materiales a partir de la optimización del diseño de las edificaciones.	El carbono embebido es incluido como un factor de diseño en la totalidad de las edificaciones nuevas. Se reduce en 20% el factor de emisión del carbono embebido por la optimización del diseño de las edificaciones. La reducción es para las nuevas edificaciones respecto al año 2020.		• Minvivienda • Empresas constructoras, desarrolladores y diseñadores • Camacol y CCCS
Carbono embebido	100% de los proyectos públicos nuevos y grandes remodelaciones realizan ACV de por lo menos la estructura y envolvente.	El 100% de los proyectos nuevos de edificaciones y grandes remodelaciones realizan ACV de manera obligatoria	N/A	• Minvivienda • Minambiente • Empresas constructoras, desarrolladores y diseñadores • Camacol y CCCS
Carbono embebido	El 20% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	El 50% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	El 60% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	• Minvivienda • Minambiente • MinCIT • Empresas constructoras y diseñadores • Fabricantes de materiales

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las principales acciones de política que se plantean para disminuir los GEI asociados al uso de materiales y lograr el cumplimiento de las metas antes descritas, se relacionan con la medición y reducción del carbono embebido de las edificaciones utilizando herramientas como el Análisis de Ciclo de Vida para seleccionar materiales bajos en carbono y optimizar los diseños de la edificación. Adicionalmente, se debe promover el uso de materiales que demuestren ser bajos en carbono, estimulando la creación de mercados para estos productos y por lo mismo la movilización de la industria de materiales.

- Para **medir el carbono embebido** en las edificaciones es necesario incluir requerimientos desde la política pública para que los proyectos de construcción desarrollen ACV en las etapas de planeación, diseño y construcción (ver acción A.i.1). Esto implica el desarrollo de bases de datos con información de los impactos ambientales de los materiales que se producen y consumen en Colombia y que sirvan como base para el desarrollo de los ACV de los proyectos. Para esto es necesario incluir requerimientos desde la política pública para que los fabricantes de materiales desarrollen ACV de sus productos y materiales (ver acción A.i.2) **y** desarrollar programas para promover la adopción de etiquetado de materiales en el sector (ver acción C.i.1). Parte esencial de estas dos acciones es la elaboración de reglas de categoría de producto propias, así como el desarrollo de capacidades en el país para elaborar ACV y DAP. Con la información de los impactos de los materiales se puede desarrollar una base de datos e integrar una herramienta que sea de acceso abierto a todos los stakeholders y que permita realizar comparaciones y cálculos. Así mismo la información le permitiría a los formuladores de política establecer indicadores y metas para la generación de estándares mínimos de desempeño de los mismos. Las decisiones de diseño y la elección de los materiales deben tener en cuenta toda la vida útil del edificio y sus componentes incluyendo el final de su ciclo de vida. En este sentido es importante desarrollar e implementar pasaportes de materiales, elementos y componentes (ver acción H.i.2), que contengan la información necesaria para la recuperación, reúso o reciclaje de los materiales.

- Para **reducir el carbono embebido** de la edificación se debe utilizar el cálculo del carbono embebido obtenido mediante el ACV para evaluar diferentes alternativas de diseño que permitan reducir y optimizar el uso de materiales (ver acción A.i.1 Incluir requerimientos desde la política pública para que los proyectos de construcción desarrollen ACV en las etapas de planeación, diseño y construcción). Esta información permite también establecer indicadores y valores máximos de carbono embebido por m2 para cada una de las tipologías de edificaciones. Adicionalmente, se deben integrar requerimientos de materiales sostenibles en el código de construcción sostenible de las edificaciones (ver acción D.i.1). Esto implica, en un inicio el desarrollo de incentivos, y eventualmente el desarrollo de requisitos obligatorios que tengan escalabilidad en el tiempo. Incluir estándares mínimos de desempeño ambiental para los materiales sirve para impulsar el mercado hacia soluciones bajas en carbono. Es importante que estos estándares se establezcan tanto para materiales locales como importados para garantizar la justa competencia. Además, se debe buscar que se priorice el uso de materias primas y productos nacionales sobre los importados.

- Para promover el **uso de materiales y sistemas estructurales bajos en carbono** se deben incluir, en el programa de compras públicas, lineamientos para el uso de materiales y sistemas sostenibles (ver acción D.i.5), y se deben desarrollar incentivos para el uso de materiales y sistemas estructurales alternativos bajos en carbono (ver acción D.i.4). Estos incentivos deben complementar y fortalecer los dispuestos en la Resolución 196 de 2020 y deberán estar atados a algún estándar voluntario verificado por un tercero. Desde los sistemas de certificación o estándares verificados por un tercero también se puede desestimular la selección y uso de materiales altos en carbono embebido y el uso de maderas sin certificar (ver acción F.i.1 Promover desde la política sistemas de certificación que tengan un concepto de neto cero carbono en el ciclo de vida completo, que incluya el carbono operacional y embebido).

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

En términos de desarrollo tecnológico se debe trabajar en el desarrollo de herramientas que faciliten la elaboración de los Análisis de Ciclo de Vida (AVC) y la selección de materiales bajos en carbono para los proyectos. Adicionalmente, se debe trabajar en el desarrollo de materiales locales con bajo carbono embebido con el objetivo de garantizar la oferta de este tipo de materiales en el mercado nacional.

- Para facilitar la **elaboración de ACV** de los proyectos se debe desarrollar una plataforma que permita recolectar información y consolidar una base de datos nacional de materiales para ACV (ver acción A.ii.1). La información dispuesta en la base de datos debe estar estandarizada con el propósito de que sea comparable. Esta información será de gran valor para formular políticas, monitorear el progreso de descarbonización de los materiales y tomar mejores decisiones durante el diseño de las edificaciones. También es importante integrar los resultados de ACV con las librerías BIM para la toma de decisiones en diseño y construcción (ver acción A.ii.2). Esto con el objetivo de desarrollar los ACV integrados a los modelos BIM de las edificaciones para agilizar y facilitar la toma de decisiones de los equipos de diseño y construcción. Por último, es necesario facilitar el acceso a software para realizar ACV, análisis de huella de carbono y análisis de costos en el ciclo de vida de los materiales y proyectos (ver acción A.ii.3), buscando generalizar el uso de estas herramientas.

- Para facilitar la **selección de materiales** con diferentes atributos de sostenibilidad es necesario desarrollar una plataforma de materiales con etiquetado y certificaciones de sostenibilidad (ver acción C.ii.1). Las etiquetas de los materiales proporcionan información sobre sus diferentes impactos y atributos de sostenibilidad, incluyendo la energía y el carbono embebido. Estos sellos permiten la comparación entre materiales de forma clara, y facilitan a los usuarios el acceso y entendimiento de la información del producto y sus atributos de sostenibilidad.

- Para contar con una **oferta de materiales bajos en carbono** en el país, es necesario desarrollar y promover el uso de materiales sostenibles en la industria nacional (ver acción D.ii.1) y desarrollar y promover el uso de materiales con contenido reciclado para su uso estructural y no estructural (ver acción D.ii.2). Esto implica promover e incentivar la investigación y desarrollo, fomentar la inversión en estos desarrollos, crear espacios y redes entre fabricantes y universidades para facilitar la investigación y desarrollo, favorecer el uso de los materiales locales, desarrollar las normas técnicas de los nuevos

materiales, entre otros. Estas acciones deben alinearse también con iniciativas para desarrollar y promover el uso de tecnologías alternativas e innovadoras para los procesos constructivos de las edificaciones (ver acción D.ii.5) que permitan disminuir los residuos, emisiones e impactos ambientales generados en obra, y agilizar los tiempos de construcción.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En términos de desarrollo de capacidades se deben generar acciones para capacitar a los diseñadores, consultores y constructores en el desarrollo de ACV y selección de materiales con atributos de sostenibilidad. Así mismo, se deben generar espacios para la transferencia de conocimiento entre los industriales y desarrollar capacidades frente a las técnicas de eco-diseño.

- Para garantizar que los **diseñadores, consultores y constructores** tengan los conocimientos necesarios para desarrollar ACV, seleccionar materiales con atributos de sostenibilidad y tomar medidas para reducir el carbono embebido de los proyectos, se deben incluir estos temas en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones (ver acción L.iii.1 Incluir en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias de la cadena de valor de la construcción para avanzar en la descarbonización de las edificaciones). También se deben generar programas de educación no formal que permitan la capacitación de profesionales en estos temas (ver acción L.iii.2 Generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de diseñadores, constructores y consultores para avanzar en la descarbonización de las edificaciones).

- Con el objetivo de **desarrollar materiales bajos en carbono** es fundamental establecer espacios de interacción entre la industria, el gobierno y la academia que permitan enfocar y potenciar mejor la investigación hacia el desarrollo de materiales locales bajos en carbono. Es importante que participen empresas grandes, medianas y pequeñas para generar espacios de transferencia de conocimiento. Para esto se propone la creación de un "HUB de conocimiento" en materiales en temáticas como: eficiencia energética, prácticas y tecnologías para descarbonizar procesos, tecnología de captura y almacenamiento de carbono, circularidad, materiales innovadores, entre otros (ver acción D.iii.1). Adicionalmente, se deben desarrollar guías técnicas de ecodiseño para la optimización de materiales, sistemas y componentes de las edificaciones (ver acción D.iii.2) donde se establezcan los estándares de calidad mínimos y máximos y los criterios y características que debe cumplir cada uno de los materiales, implementado principios de ecodiseño y circularidad.

- Es necesario generar programas de **capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** para desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno (Ver acción L.iii.7), que les permita formular la normativa para incluir criterios de carbono embebido en las edificaciones, establecer los indicadores y realizar la trazabilidad y monitoreo.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Con el objetivo de **desarrollar la bases de datos** con información de los impactos ambientales de los materiales que se producen y consumen en Colombia, se deben disponer los recursos para generar un programa de análisis de ciclo de vida de materiales que pueda generar valores promedio para Colombia (ver acción A.iv.1. Disponibilidad de recursos: Destinar recursos para generar un programa de análisis de ciclo de vida sectorial y declaraciones ambientales de producto). Para esto se deben buscar fuentes de financiación nacional e internacional.

- Para el desarrollo de tecnologías y materiales bajos en carbono, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- También es necesario desarrollar **incentivos a la construcción sostenible** (ver acción L.iv.6) que incluya lineamientos de materiales con criterios de sostenibilidad, como su bajo contenido de carbono embebido. Esto con el objetivo de estimular el mercado desde la demanda. También es importante generar incentivos para el uso de sistemas constructivos bajos en carbono como los sistemas de madera y guadua, y la impresión 3D (ver acciones D.iv.1 Generar incentivos para la importación y uso de tecnologías de impresión 3D y D.iv.4 Promover la inversión para desarrollar tecnológicamente el aprovechamiento legal y producción de madera y guadua en el país).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Los planes de acción locales deberán integrar lineamientos claros que fomenten el diseño y construcción de edificaciones con bajo carbono embebido. Esto implica promover el uso del ACV, y el desarrollo y uso de materiales con bajo carbono embebido.

- Para **promover el desarrollo de ACV** durante los procesos de diseño y construcción de las edificaciones se debe integrar este requerimiento a los programas de construcción sostenible locales.

- Para promover el **desarrollo de materiales con bajo carbono embebido** se debe fomentar la investigación y desarrollo desde los gobiernos y programas locales para identificar soluciones y desarrollar tecnología y servicios que respondan a las situaciones particulares de cada región. A nivel local, se debe buscar destinar recursos y facilitar la articulación entre actores relevantes, como las universidades, empresas y entidades locales. Las cámaras de comercio con los clústeres pueden apoyar en este ejercicio.

- Para promover el **uso de materiales con bajo carbono embebido** se debe integrar el requisito de adquisición de materiales sostenibles y que cuenten con ACV en las compras y licitaciones públicas locales. Adicionalmente, se debe evaluar la generación de incentivos locales (normativos, administrativos y/o tributarios) para edificaciones que incluyan un alto porcentaje de materiales con bajo carbono embebido.

(ii) Prácticas y procesos de diseño y construcción

Tabla 11. Metas. Prácticas y procesos de diseño y construcción

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Existe un uso generalizado de diseños bioclimáticos en los proyectos.	El 100% de los proyectos realizan diseños bioclimáticos.	N/A	• Minvivienda • Mineducación • Constructores, consultores y diseñadores
Carbono embebido Carbono operacional	Se ha incrementado el uso de metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	Existe un uso generalizado de metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	El 100% de los proyectos utilizan metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	• Minvivienda • CAMACOL • Curadurías y departamentos de planeación urbana • Constructores, consultores y diseñadores
Carbono operacional	Se ha incrementado el uso de herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.) en los proyectos.	Existe un uso generalizado de herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.) en los proyectos.	El 100% de los proyectos utilizan herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.).	• Minvivienda • Mineducación • Constructores, consultores y diseñadores

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las acciones identificadas desde política para lograr las metas de contar con mejores prácticas y procesos de diseño tienen que ver con la inclusión de requerimientos en los procesos de licenciamiento que permitan la verificación del cumplimiento de las medidas obligatorias de construcción sostenible.

- En este sentido, en el código de construcción sostenible (Resolución 549 u otra que la reemplace) que integra el desarrollo de códigos de eficiencia energética para las edificaciones (ver acción B.i.3), es necesario incluir métodos de desempeño como modelaciones energéticas y diseños bioclimáticos que demuestren el cumplimiento del proyecto frente a los requerimientos de ahorro de energía y ayuden a tomar decisiones de diseño frente a la selección de materiales, orientación del proyecto, uso de sistemas de sombreamiento, selección y diseño de sistemas técnicos, etc.

- Así mismo, es necesario incluir requerimientos desde la política pública para que todos los documentos de diseño y construcción, incluyendo los procesos de permisos y licenciamiento, se gestionen en BIM (ver acción H.i.1), lo que promueve la transformación en las empresas para tener procesos de planeación y diseño más completos e integrados. De la mano con estas políticas se deben generar lineamientos claros para desarrollar las capacidades de los profesionales encargados del diseño y construcción de las edificaciones y de los curadores urbanos para que reconozcan los beneficios de las metodologías colaborativas y las implementen de manera adecuada. Es importante alinear esta acción con la estrategia nacional BIM, desde donde ya se está generando acciones importantes para promover el uso de BIM como parte integral de los procesos de diseño y construcción.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

- Para promover mejores prácticas y procesos de diseño y construcción es necesario mejorar la interoperabilidad de softwares para integrar herramientas de diseño bioclimático, modelación energética, térmica e iluminación en los diseños de los proyectos (ver acción B.ii.7), lo cual facilita la integración de estrategias de sostenibilidad que garanticen un buen desempeño de la edificación durante la operación. Para esto es necesario generar y consolidar información meteorológica de las ciudades y municipios del país, capacitar a los profesionales en estas herramientas y desarrollar software que permita la interoperabilidad entre los softwares especializados de modelación energética, bioclimática y BIM.

- Así mismo es necesario avanzar en la adopción y desarrollo de las metodologías y herramientas tecnológicas BIM para la eficiencia en las diferentes etapas del ciclo de vida de las edificaciones (ver acción H.ii.2), permitiendo la optimización de los procesos de diseño, construcción y operación, y la trazabilidad de los procesos, materiales, tecnologías y demás componentes de las edificaciones. Como parte de esta acción, es necesario capacitar a diseñadores, constructores y operadores en el uso de las herramientas y fomentar el uso del proceso de diseño integrativo. A futuro se debe promover la integración de las herramientas BIM con tecnologías IoT para optimizar la generación y procesamiento de información.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

La implementación efectiva y el uso generalizado de metodologías, prácticas y procesos de diseño integrados y que incluyan el uso de herramientas de sostenibilidad como modelaciones energéticas y diseños bioclimáticos, solo se puede lograr en el país mediante el desarrollo de capacidades a lo largo de la cadena de valor de acuerdo con los diferentes roles y funciones dentro de los procesos de diseño.

- Esto implica entonces que se deben, incluir estas herramientas y metodologías en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones como parte de las competencias necesarias de los futuros profesionales (ver acción L.iii.1 Incluir en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias de la cadena de valor de la construcción para avanzar en la descarbonización de las edificaciones). Adicionalmente, se requiere la capacitación de los profesionales que ya están ejerciendo para lo cual se deben generar programas de educación no formal en estas temáticas para desarrollar las competencias necesarias de diseñadores, constructores y consultores que permitan avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.2).

- Adicionalmente es necesario capacitar a curadores y autoridades urbanísticas para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.9). Esto implica la capacitación en medidas de construcción sostenible, interpretación de los resultados de una modelación energética y diseño bioclimático, sistemas estructurales alternativos y en la metodología BIM, para que puedan realizar la verificación del cumplimiento de las normas que se expidan para avanzar en la descarbonización de las edificaciones.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para motivar el uso de estas herramientas y metodologías de diseño es necesario desarrollar incentivos a la construcción sostenible (ver acción L.iv.6) que incluya los servicios de diseño bioclimático y modelaciones energéticas, térmicas, de luz día, balances hídricos y demás servicios que contribuyan al diseño de edificaciones sostenibles.

- Para garantizar el desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno, particularmente aquellos encargados de la verificación y expedición de licencias, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5).

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

- Dentro de los planes de acción locales es necesario destinar recursos para la capacitación de los funcionarios de las curadurías y autoridades urbanísticas. Así mismo, se deben incluir requisitos y/o incentivos desde los programas de construcción sostenible locales para los proyectos que utilicen estas herramientas y metodologías de diseño que contribuyan al diseño de edificaciones sostenibles. Es importante también desarrollar las metodologías, guías técnicas y demás lineamientos de acuerdo a la región, ciudad, clima y en relación con los códigos de eficiencia energética que se generen a nivel local.

(iii) Licencias y códigos de construcción sostenible

Tabla 12. Metas. Licencias y códigos de construcción sostenible

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Resiliencia	El 50% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	El 70% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	El 100% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	• Minvivienda • Curadurías y departamentos de planeación urbana • Constructores, consultores y diseñadores
Carbono embebido Carbono operacional	Todas las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones cumplen la Resolución 549 o código de construcción sostenible (incluye VIS, VIP, bodegas y edificios públicos), asumiendo incrementos de ahorro energético de aproximadamente el 5% cada 5 años.	Todas las edificaciones nuevas y grandes renovaciones cumplen el código de construcción sostenible cero carbono operacional y cumplen los requerimientos de carbono embebido (incluye VIS, VIP, bodegas y edificios públicos), el cual parte de los aumentos progresivos de la Resolución 549.	N/A	• Minvivienda • Curadurías y departamentos de planeación urbana • Constructores, consultores y diseñadores

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las acciones identificadas desde política para cumplir con las metas antes mencionadas tienen como objetivo la inclusión de medidas de resiliencia y de eficiencia energética como requisitos para el desarrollo de proyectos de construcción. Dada la gran cantidad de edificaciones nuevas que se construirán en las próximas décadas, existe la oportunidad de integrar la resiliencia en el código de construcción sostenible que se genere para garantizar que los edificios puedan resistir a largo plazo los efectos del cambio climático.

- Se plantea **incluir medidas de resiliencia** en el código de construcción sostenible (ver acción J.i.1) para aumentar la resiliencia estructural y térmica. Esto incluye la realización de un estudio de riesgo desde los POT que permita identificar las posibles estrategias a implementar en los proyectos incluidas medidas pasivas para que los ocupantes puedan usar los edificios en caso de desabastecimiento de energía, en un evento climático extremo o un desastre natural. Esto ayudará a la definición de medidas de aislamiento, sombreado, techos portantes, muros a prueba de viento y sismos, y sistemas de drenaje y almacenamiento de agua.

- Para la **integración de medidas de construcción sostenible** en los requisitos de las edificaciones se plantea desarrollar códigos de eficiencia energética para edificaciones (ver acción B.i.3) que se integren al código de construcción sostenible (Resolución 549 u otra que la reemplace). Los códigos de eficiencia energética proporcionan requisitos mínimos de desempeño que apuntan a evolucionar hacia edificios con cero emisiones netas de carbono. Se plantea que esto se desarrolle a partir de la actualización periódica de la Resolución 549, logrando ampliar su cumplimiento a todas las tipologías de edificaciones y grandes renovaciones, y eventualmente también a edificaciones existentes. Dentro de las acciones más prioritarias para lograr la implementación efectiva de la Resolución está el desarrollar un sistema de monitoreo, reporte y verificación. Para reforzar esta acción se plantea también la necesidad de desarrollar e implementar etiquetado de edificios nuevos de forma obligatoria (ver acción C.i.2), que facilite la comparación de información sobre el desempeño de las edificaciones para promover mejores decisiones de inversión y el mejoramiento de su desempeño. Como parte de esta acción se establece la necesidad de incluir indicadores tanto de carbono operacional como de carbono embebido.

- Para aumentar la ambición sobre el código de construcción sostenible y motivar que se den procesos de transición acelerados, se deben generar incentivos para mejorar la eficiencia energética en las edificaciones nuevas y existentes (ver acción B.i.2). Esto implica dar continuidad a los incentivos existentes y aumentar los incentivos tributarios y/o normativos asociados al uso de sistemas y componentes sostenibles, así como a los servicios de diseño y uso de materiales que permitan un mejor desempeño térmico de la edificación y aporten a la eficiencia energética. Los criterios para la obtención de los incentivos se deben actualizar periódicamente para garantizar el uso de la mejor tecnología disponible.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Las acciones de política descritas anteriormente, requieren de apoyo tecnológico que facilite y garantice su implementación efectiva.

- Para la integración de medidas de resiliencia en el código de construcción sostenible de las edificaciones es necesario desarrollar herramientas GIS para el mapeo y gestión del riesgo (ver acción J.ii.1). El uso de datos e información sobre los posibles riesgos permite la integración de las medidas de resiliencia en la planeación urbana y la toma de decisiones sobre el uso del suelo, para generar regulaciones y asignar recursos para mitigar riesgos donde sea posible. Esta información contribuirá a la identificación de los riesgos a los que se encuentra expuesta una edificación para una mejor toma de decisiones durante el proceso de diseño.

- Para apoyar la **implementación del código de construcción sostenible y las medidas de eficiencia energética** en las edificaciones, se deben desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes para mejorar la eficiencia en las medidas activas para el acondicionamiento (ver acción B.ii.2), desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes de ventilación mecánica para mejorar la calidad del aire interior (ver acción B.ii.3), desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes para mejorar la eficiencia de la iluminación artificial (ver acción B.ii.4), desarrollar e implementar tecnologías y elementos costo eficientes que contribuyan a la construcción de envolventes de alto desempeño (ver acción B.ii.5) y desarrollar dispositivos y estrategias para potencializar la ventilación natural (ver acción B.ii.6). Estas tecnologías se deben implementar en la medida en que el diseño de la edificación lo requiera de acuerdo con las condiciones particulares de cada proyecto, el diseño bioclimático y las simulaciones energéticas, térmicas y de iluminación que se hayan realizado. Es necesario trabajar en el desarrollo de estas tecnologías a nivel nacional, articularlas a los reglamentos y generar estándares mínimos para la comercialización de tecnologías activas.

- Para facilitar el **proceso de seguimiento y monitoreo** del código de edificaciones sostenibles y poder llevar una contabilidad de las emisiones, se debe desarrollar una herramienta digital para la medición, monitoreo y gestión de los impactos y consumos de las edificaciones (ver acción H.ii.1). Para esto se deben destinar recursos, asignar responsabilidades dentro del gobierno, establecer la línea base de los consumos y garantizar el flujo de la información. A futuro se debe buscar automatizar el reporte utilizando sistemas inteligentes y tecnología IoT.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

La implementación efectiva del código de construcción sostenible e integración de los componentes de resiliencia en las edificaciones, solo se puede lograr en el país mediante el desarrollo de capacidades a lo largo de la cadena de valor de acuerdo con los diferentes roles y funciones de los actores en de los procesos de diseño y construcción.

- Esto implica entonces, **incluir en los programas de educación formal** y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias para que los futuros profesionales puedan dar cumplimiento a los estándares de eficiencia energética e integrar estrategias para la resiliencia de las edificaciones (ver acción L.iii.1 Incluir en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias de la cadena de valor de la construcción para avanzar en la descarbonización de las edificaciones). Esto significa desarrollar conocimientos en: diseño bioclimático, manejo de herramientas de modelación bioclimática, asoleamiento, ventilación, eficiencia energética, manejo de herramientas de modelación energética, térmica y de iluminación, urbanismo sostenible, soluciones basadas en la naturaleza, edificaciones resilientes y adaptación al cambio climático, diseño integrativo, diseño para la circularidad, metodologías BIM, Lean, sistemas de certificación en construcción sostenible, entre otras.

- Adicionalmente, se requiere la **capacitación de los profesionales** que ya están ejerciendo para que puedan dar cumplimiento al código de construcción sostenible y sus actualizaciones, para lo cual se deben generar programas de educación no formal en estas temáticas para desarrollar las competencias necesarias de diseñadores, constructores y consultores que permitan avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.2).

- Es necesario generar **programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno en temáticas como: estándares de eficiencia energética, sistemas de etiquetado, energías renovables, compras sostenibles, sistemas de medición, monitoreo y reporte, trabajo colaborativo, planificación urbana sostenible, riesgos climáticos, entre otros (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de la implementación del código y reglamentación que se genere de construcción sostenible, desarrollar nuevas regulaciones con indicadores y mecanismos de seguimiento, así como actualizar políticas existentes. Estos programas se deben realizar de manera periódica y diferenciada de acuerdo a la región, y se deben actualizar de acuerdo con la identificación de nuevas necesidades de capacitación considerando los avances tecnológicos y de conocimiento que se generen, así como nuevas necesidades de acuerdo al avance del cambio climático.

Acciones nacionales de finanzas para lograr metas:

- Para el **desarrollo de los sistemas de monitoreo y reporte** del código de construcción sostenible, es necesaria la destinación de recursos por parte del gobierno (ver acción H.iv.1 Disponibilidad de recursos para desarrollar los diferentes sistemas de monitoreo y reporte). Se pueden buscar recursos de cooperación internacional para el desarrollo, pero se debe garantizar una asignación presupuestal que mantenga su funcionamiento en el tiempo.

- El sector asegurador podrá utilizar los estudios de vulnerabilidad al cambio climático para otorgar descuentos en las pólizas para los proyectos de construcción sostenible (ver acción F.iv.11), como parte de las métricas de evaluación del riesgo.

- Para el desarrollo de las tecnologías que permitan disminuir el consumo de agua y energía en las edificaciones, mejorar el desempeño de las envolventes y tener tecnologías de acondicionamiento eficientes, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

En los planes de acción locales es necesario adaptar el código de construcción sostenible nacional a nivel local para que sean consecuentes con las condiciones climáticas y socioeconómicas de la región, así como adaptar los lineamientos nacionales en términos de resiliencia a las condiciones particulares de la región. Adicionalmente, se debe garantizarla verificación de su cumplimiento a nivel local a través de las autoridades urbanísticas (curadurías, planeación o alcaldías locales) para lo cual se requiere el desarrollo de competencias institucionales, así como la coordinación de múltiples actores (entidades locales, empresas de servicios públicos y autoridades urbanísticas).

Para la adaptación del código es necesaria la identificación de las tecnologías y estrategias activas y pasivas más adecuadas de acuerdo a la zona climática y a las condiciones particulares de cada región.

Por otro lado, los gobiernos locales deberán buscar destinación de recursos para investigación y desarrollo en temas de eficiencia energética desde el Sistema General de Regalías (SGR).

(iv) Sistemas estructurales

Tabla 13. Metas. Sistemas estructurales

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se aumenta de manera progresiva el uso de sistemas estructurales bajos en carbono.			• Minvivienda • Minambiente • MinCIT • ICONTEC • CAPRCSR y AIS • Fabricantes de materiales • Diseñadores y constructores
Carbono embebido	El 1,5% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	El 3,5% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	El 6,7% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Desde la política se deben generar acciones enfocadas a promover la investigación y desarrollo de nuevos sistemas estructurales bajos en carbono, que disminuyan el carbono embebido de las edificaciones. Para estos nuevos desarrollos se deben generar normas técnicas que garanticen su calidad y el cumplimiento de las normas de sismo resistencia. Adicionalmente, se deben generar acciones que incentiven su aplicación en el mercado nacional.

- Para **estimular el desarrollo de sistemas estructurales bajos** en carbono se necesita generar un programa de promoción de investigación y desarrollo en materiales y componentes de construcción (ver acción L.i.1), desde donde se realicen los ensayos y pruebas de los sistemas para la generación de estándares técnicos. La investigación requiere una asignación presupuestal para la generación de convocatorias que promuevan el avance tecnológico y el desarrollo de pilotos que incorporen materiales y sistemas alternativos, tales como sistemas en madera CLT, sistemas guadua laminada, impresión 3D con tierra, sistemas de bareque, adobe, entre otros.

- Para **habilitar la implementación de nuevos sistemas estructurales** bajos en carbono se deben desarrollar las normas técnicas para materiales y sistemas estructurales alternativos bajos en carbono (ver acción D.i.2), lo cual permitirá su inclusión en la norma sismorresistente -NSR- (ver acción D.i.3 Ampliar en el código de construcción de las edificaciones (NSR) el uso estructural de materiales y sistemas estructurales alternativos bajos en carbono). Esto implica generar la suficiente infraestructura y laboratorios para realizar las pruebas y ensayos que permitan validar el comportamiento estructural de estos sistemas. También implica la capacitación de los curadores urbanos en los procesos de revisión de los nuevos sistemas estructurales.

- Para promover el uso de **sistemas estructurales alternativos bajos en carbono** se deben desarrollar incentivos (ver acción D.i.4) e incluir en el programa de compras públicas lineamientos para el uso de materiales y sistemas sostenibles (ver acción D.i.5). Los incentivos deben priorizar el uso de materiales locales y se deben otorgar a los sistemas que comprueben que tienen baja huella de carbono embebida o son carbono neutral, y deberán estar atados a algún estándar voluntario verificado por un tercero. Para la madera será fundamental asegurar la legalidad de su procedencia por lo cual esto debe ser un requisito indispensable en el programa de compras públicas y para otorgar los incentivos por su uso.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

En términos de desarrollo tecnológico se debe trabajar en el desarrollo de sistemas estructurales locales con bajo carbono embebido con el objetivo de garantizar la oferta de en el mercado nacional.

- Para contar con **oferta de sistemas estructurales bajos en carbono** en el país, es necesario desarrollar y promover el uso de materiales sostenibles en la industria nacional (ver acción D.ii.1) y fortalecer el desarrollo tecnológico para el aprovechamiento legal y producción de madera y guadua en el país (ver acción D.ii.4). Estas acciones implican promover e incentivar la investigación y desarrollo, fomentar la inversión, crear espacios y redes entre fabricantes y universidades para facilitar la investigación y desarrollo, incentivar el uso de estos sistemas, desarrollarles las normas técnicas, entre otros.

- Específicamente para los **sistemas estructurales en madera y guadua** implica fortalecer la extracción y producción de madera legal, promover la generación de bosques comerciales, incentivar la inversión en la industria maderera, tecnificar el sector y desarrollar las capacidades en constructores, diseñadores estructurales y arquitectos para el uso de estos sistemas.

- Es importante también el **desarrollo de nuevos procesos constructivos** atados a los sistemas bajos en carbono que sean optimizados, de construcción liviana, seca, modulares y prefabricados para disminuir los residuos, emisiones e impactos ambientales generados en obra y agilizar los tiempos de construcción (ver acción D.ii.5 Desarrollar y promover el uso de tecnologías alternativas e innovadoras para los procesos constructivos de las edificaciones). Adicionalmente, se debe sensibilizar a la población sobre los beneficios de estos sistemas estructurales para romper barreras culturales y mitos.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En términos de desarrollo de capacidades se deben generar acciones para capacitar a los diseñadores y constructores en el diseño y construcción de sistemas estructurales en madera y guadua, así como en los nuevos sistemas bajos en carbono que se desarrollen. También se debe capacitar a los curadores para que puedan hacer la revisión de los nuevos sistemas estructurales y sensibilizar a la población sobre los beneficios de los mismos. Para el desarrollo de los nuevos sistemas estructurales se deben generar espacios para la transferencia de conocimiento entre los fabricantes y universidades que faciliten la investigación y el desarrollo.

- Para garantizar que los **diseñadores, consultores y constructores** tengan los conocimientos necesarios para diseñar sistemas estructurales alternativos que sean bajos en carbono, se debe incluir el diseño de estructuras en madera y guadua (incluyendo sistemas laminados como el CLT y guadua laminada), en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones de arquitectos e ingenieros estructurales **(**ver acción L.iii.1 Incluir en los programas de educación formal y en el Marco Nacional de Cualificaciones las competencias necesarias de la cadena de valor de la construcción para avanzar en la descarbonización de las edificaciones). A futuro se debe explorar la necesidad de incluir nuevos sistemas que se desarrollen. También se deben generar programas de educación no formal que permitan la capacitación de arquitectos e ingenieros en estos sistemas (ver acción L.iii.2 Generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de diseñadores, constructores y consultores para avanzar en la descarbonización de las edificaciones).

- Para garantizar que los **curadores urbanos** y autoridades encargadas de otorgar las licencias de construcción cuenten con los conocimientos y herramientas para revisar el cumplimiento de los nuevos sistemas estructurales bajos en carbono, se deben capacitar en los mismos de acuerdo al alcance y procedimiento que defina la Comisión Asesora Permanente para el Régimen de Construcciones Sismo Resistentes **(**ver acción L.iii.9 Capacitar a curadores y autorida-

des urbanísticas para avanzar en la descarbonización de las edificaciones). Esta acción aplica particularmente para la revisión de las estructuras en madera y guadua.

- Para **desarrollar sistemas estructurales bajos en carbono** es fundamental establecer espacios de interacción entre la industria, el gobierno y la academia que permitan enfocar y potenciar mejor la investigación hacia el desarrollo de sistemas estructurales locales bajos en carbono. Para esto se propone la creación de un "HUB de conocimiento" en materiales en temáticas como: eficiencia energética, prácticas y tecnologías para descarbonizar procesos, tecnología de captura y almacenamiento de carbono, circularidad, materiales innovadores, entre otros (ver acción D.iii.1). Adicionalmente, se deben desarrollar guías técnicas de ecodiseño para la optimización de materiales, sistemas y componentes de las edificaciones (ver acción D.iii.2), que faciliten la optimización de los sistemas para ser cada vez más eficientes en el uso de los recursos. Se deben buscar espacios de cooperación internacional para facilitar la transferencia de conocimiento de países avanzados en el tema. Para el caso de los sistemas en madera se pueden revisar tecnologías desarrolladas en Chile, Alemania, Estados Unidos y Canadá.

- Para **sensibilizar a la población** en sistemas estructurales alternativos bajos en carbono, se deben desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar y difundir casos demostrativos de sistemas estructurales alternativos y modulares que demuestren sus beneficios frente a los tradicionales, resaltando sus beneficios hacia el usuario final, para promoverlos desde la demanda y romper barreras que existen actualmente para su uso generalizado en el mercado.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Los principales mecanismos financieros identificados para promover el uso de sistemas estructurales bajos en carbono se listan a continuación.

- Para el desarrollo de tecnologías y materiales bajos en carbono es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- Con el objetivo de **estimular el mercado desde la demanda** es importante generar incentivos tributarios, financieros o administrativos para el uso de sistemas constructivos bajos en carbono como los sistemas de madera y guadua y la impresión 3D (ver acciones D.iv.1 Generar incentivos para la importación y uso de tecnologías de impresión 3D y D.iv.4 Promover la inversión para desarrollar tecnológicamente el aprovechamiento legal y producción de madera y guadua en el país).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno**, específicamente de los curadores y autoridades urbanísticas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

En los planes de acción locales es importante incluir la destinación de recursos para investigación y desarrollo en nuevos sistemas constructivos, y ser facilitadores de la articulación entre actores relevantes: universidades, empresas y entidades locales. En este ejercicio pueden ayudar las cámaras de comercio con los clústeres.

También se deben desarrollar proyectos demostrativos públicos que utilicen estos sistemas y promoverlos desde las compras públicas. Adicionalmente, se debe evaluar la generación de incentivos locales (normativos, administrativos y/o tributarios) para edificaciones que utilicen sistemas estructurales con bajo carbono embebido.

(v) Electrificación de los usos energéticos finales

Tabla 14. Metas. Electrificación de los usos energéticos finales

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones residenciales Estratos 5 y 6, y comercial e institucional, en áreas urbanas, tienen todos sus usos energéticos finales electrificados.	Todas las edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, tienen todos sus usos energéticos finales electrificados.	N/A	• Minenergía • Minvivienda • UPME • Minambiente • Operadores de energía • Constructores • Banca comercial • Sociedad civil
Carbono operacional	Se ha adoptado el BAT (Best Available Technology) nacional en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	Se ha adoptado el BAT internacional en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	Se ha adoptado la mejor tecnología disponible del momento en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	• Minenergía • Minvivienda • MinCIT • UPME • ANDI • Banca comercial • Sociedad civil
Carbono operacional	El 15% de las edificaciones nuevas residenciales han instalado paneles solares (empezando con el 10% en 2026).	El 35% de las edificaciones nuevas residenciales han instalado paneles solares.	El 50% de las edificaciones nuevas han instalado paneles solares.	• Minenergía • Minvivienda • Minhacienda • UPME • CREG • Empresas de servicios públicos

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las principales acciones de política que se proponen para lograr las metas de electrificación de usos finales se enfocan en desarrollar una normativa, junto con facilidades financieras, que promueva la instalación de sistemas eficientes que funcionan con energía eléctrica, incluyendo sistemas de cocción, calentamiento de agua y climatización en edificaciones nuevas y grandes remodelaciones. Adicionalmente, en promover el uso de FNCER para disminuir el consumo de energía proveniente del SIN. Cabe resaltar que estas acciones se articulan a la acción de electrificación y sustitución por energéticos menos carbono intensivos, del PIGCCme.

- Se deben **generar lineamientos en la política pública** y una normativa para promover la electrificación de los sistemas de las edificaciones (ver acción E.i.7), que establezca metas claras para lograr que todas las edificaciones nuevas utilicen sistemas eléctricos eficientes y no instalen sistemas que funcionan con combustibles fósiles. Esto implica generar facilidades de financiación, especialmente para el sector residencial, incluyendo la compra de ecotecnologías a través de la factura de energía y el desarrollo de un marco regulatorio habilitante que permita la inclusión de ecotecnologías en el crédito hipotecario verde (ver acción B.i.8). Estas ecotecnologías deben estar definidas desde la taxonomía verde y deben estar atadas al sistema RETIQ y a los demás reglamentos técnicos.

- Para asegurar que las tecnologías que se promuevan correspondan a las **mejores tecnologías** disponibles, se debe posicionar y expandir el alcance de las etiquetas para electrodomésticos y sistemas de las edificaciones (ver acción C.i.4). Para esto se deben hacer re escalados periódicos de las etiquetas y alinearlo con los estándares mínimos de eficiencia energética buscando la introducción de las mejores tecnologías disponibles de acuerdo al BAT internacional. Los diferentes reglamentos técnicos se deben reforzar con requerimientos de desempeño mínimos.

- En las **zonas rurales** será necesario generar políticas que promuevan la descarbonización de los sistemas de cocción a nivel rural (ver acción E.i.8), que a partir del entendimiento de las comunidades y sus tradiciones establezca las estrategias y tecnologías más adecuadas para que no se construyan estufas de leña en viviendas nuevas rurales. Esto implica a su vez la sensibilización de las comunidades frente a los perjuicios en la salud de cocinar con leña.

- Para **disminuir el consumo de energía eléctrica proveniente del SIN** se necesita promover la incorporación de energía renovable in situ (ver acción E.i.4). Esto implica que se tengan requerimientos de instalación de FNCER para proyectos nuevos en las zonas que sean más aptas para la instalación de estas tecnologías. Esta acción se debe articular con lo propuesto en el PIGCCme en la línea estratégica de generación de energía. Para esto es necesario también, desarrollar un marco regulatorio que habilite el mercado de comercio de energía renovable (ver acción E.i.3), donde se definan reglas claras de operación, permisos de conexión y uso de redes para recursos distribuidos. Además, se necesita un programa de política pública que establezca las directrices para el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma nacional para el monitoreo, seguimiento y control de proyectos de energía renovables (ver acción E.i.6), incluyendo proyectos de pequeña y mediana escala. En esta se deben mapear todas las iniciativas de usuarios finales que usan estos sistemas, para facilitar la toma de decisiones y el diseño de estrategias nacionales y locales sobre la implementación de proyectos con estas tecnologías.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

- Para lo grar las metas de electrificación de usos finales se requiere que exista un avance tecnológico en el país que permita el desarrollo e introducción de tecnologías eficientes de acuerdo al BAT internacional de todos los electrodomésticos y sistemas de las edificaciones. Adicionalmente, se deben desarrollar tecnologías de fuentes alternativas de energía que faciliten su incorporación en las edificaciones y disminuyan su costo.

- Para lograr el **uso generalizado de sistemas y electrodomésticos eficientes** en el país se deben generar procesos de innovación y desarrollo de equipos y componentes eficientes de acuerdo al BAT internacional (ver acción B.ii.12). Para esto se deben incentivar procesos de investigación, innovación y desarrollo con el respaldo del gobierno nacional

promoviendo mayor interacción entre la universidad y la industria, espacios de cooperación internacional e incentivos para la fabricación de ecotecnologías (ver acción B.iv.1 Generar incentivos para el desarrollo de ecotecnologías). Así mismo es necesaria la creación de infraestructura y capacidades para realizar los ensayos de los productos e implementar procesos de seguimiento y control para verificar la calidad y eficiencia de los equipos importados y producidos internamente.

- **Particularmente en temas de cocción eficiente** será necesario el cambio de estufas de leña y de gas preferiblemente por estufas de sistemas eléctricos eficientes (ver acción E.ii.8). Para edificaciones nuevas esto implica asegurase de que se utilicen sistemas de estufas eléctricas eficientes (en lo posible alternativas de cocción con energías renovables o limpias), desarrollar modelos de financiamiento para asegurar el acceso a las tecnologías y utensilios (en el caso de estufas de inducción), y sensibilizar a la población sobre los beneficios de estos sistemas. En las comunidades en las cuales no sea posible el uso de estos sistemas, bien sea por temas culturales o imposibilidad de acceso a la tecnología (aplica solo para zonas rurales dispersas), se deben buscar las tecnologías más eficientes disponibles de leña o gas.

- Para **promover la inclusión de energías alternativas** es necesario trabajar en desarrollar e implementar Energía Solar Térmica y fotovoltaica (ver acción E.ii.5**)**. Estos sistemas tienen un gran potencial en Colombia por sus características geográficas y se pueden incorporar fácilmente en las edificaciones. Para esto es importante que se considere su instalación desde los procesos de planeación y diseño. Estas tecnologías se complementan con sistemas de almacenamiento de energía para los cuales también se requiere investigación y desarrollo. De esta manera, se aumenta la resiliencia de las edificaciones frente al desabastecimiento de energía de la red. Finalmente, es necesario el desarrollo de una plataforma que integre los sistemas de información para el reporte de proyectos de energías renovables (ver acción E.ii.9), en la cual se compile la información de los proyectos FNCER de pequeña, mediana y grande escala, con mecanismos para que las personas que implementan este tipo de tecnologías las reporten voluntariamente. Es importante que el sistema se integre y articule con el RENARE.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En cuanto al desarrollo de capacidades se deben generar acciones dirigidas principalmente a los fabricantes de electrodomésticos para que puedan producir equipos y sistemas de acuerdo a los estándares mínimos de eficiencia. Adicionalmente, se debe sensibilizar a la población en general sobre el uso de equipos eficientes y libres de combustibles fósiles.

- Se debe brindar **capacitación a los fabricantes de equipos y electrodomésticos** sobre cómo cumplir los estándares de desempeño energético y las políticas de etiquetado (ver acción B.iii.1). Esto implica generar espacios de apoyo técnico y de empoderamiento desde los empresarios para que las medidas se mantengan en el tiempo, promover proyectos de cooperación técnica internacional y mejorar la relación empresa-academia para focalizar las investigaciones y promover la innovación. Es importante que los fabricantes se capaciten y preparen frente a los cambios para tomar acciones tempranas. Adicionalmente, se debe preparar a los laboratorios para que investiguen y estén en capacidad de realizar los ensayos de estas nuevas tecnologías. La capacitación debe estar dirigida tanto a fabricantes nacionales como a aquellos que importan tecnología al país.

- Para **sensibilizar a la población** se deben desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar campañas de concientización masiva sobre la importancia de la electrificación de usos finales (cocción y calentamiento de agua) y medidas de eficiencia energética (haciendo énfasis en los beneficios para el usuario de utilizar electrodomésticos eficientes). También se deben realizar campañas de sensibilización y desarrollo de capacidades con las comunidades que utilizan cocción en leña para identificar las oportunidades de introducir otras tecnologías. En este tema particular es importante educarlos sobre los riesgos a la salud y el medio ambiente.

- Es necesario generar **programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno en temáticas como: estándares de eficiencia energética, sistemas de etiquetado, energías renovables, compras sostenibles, sistemas de medición, monitoreo y reporte, trabajo colaborativo, planificación urbana sostenible, riesgos climáticos, entre otros (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de la implementación de reglamentos, estándares de eficiencia e incentivos para la introducción de tecnología de acuerdo con los BAT internacionales y de FNCER. También se los debe capacitar para el trabajo con las comunidades que cocinan con leña.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para el desarrollo de ecotecnologías y tecnologías para la generación de energía limpia, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo**)**. Así mismo es importante generar incentivos para el desarrollo de ecotecnologías (ver acción B.iv.1).

- Para **promover el uso de ecotecnologías** se deben desarrollar diferentes mecanismos de financiación para pagar las inversiones en electrodomésticos eficientes y en sub-medición y medición inteligente AMI (ver acción B.iv.4). Esto implica hacer más accesibles las tecnologías eficientes, ofreciendo mejores precios y tasas de financiación a través de la factura de energía. También es importante atar la financiación a campañas de recolección de eléctricos y electrónicos, ampliando programas de incentivos para la entrega de electrodomésticos obsoletos (ver acción B.iv.5).

- Para **promover el uso de FNCER** en las edificaciones es necesario continuar con los incentivos existentes y plantear la creación de incentivos adicionales que faciliten su adquisición como generar reembolsos en factura o beneficios en impuestos para pagar las inversiones en FNCER (ver acción E.iv.4), desarrollar subsidios para energías limpias (ver acción E.iv.5), y fortalecer y consolidar líneas de crédito y leasing dedicadas para el financiamiento de energías renovables en las edificaciones (ver acción E.iv.7). Así mismo, para el seguimiento de estas iniciativas, se deben destinar recursos para el desarrollo de una plataforma que integre los sistemas de información para el reporte de proyectos de energías renovables (ver acción E.iv.6). Adicionalmente, es importante el desarrollo de modelos de negocio atados a un mercado de comercialización de energía renovable (ver acción E.iv.9) que permita adquirir y vender certificados de energía renovable, al igual que el diseño de modelos de negocio con contratos tipo PPA para proyectos de energía renovable en las edificaciones (ver acción E.iv.12) con negociaciones de tarifas a largo plazo, que facilitan la financiación de los proyectos.

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se deben establecer metas específicas para la electrificación de los usos finales e incorporación de energías limpias (FNCER) en todas las edificaciones nuevas. Esto implica desarrollar un plan junto con programas locales para la incorporación de estufas eléctricas eficientes en las zonas urbanas y rurales, de sistemas eléctricos y limpios para el calentamiento de agua, y de FNCER para la generación de energía. Se pueden generar pilotos para validar la costo-eficiencia y probar algunas tecnologías.

Por otro lado, frente a la introducción de sistemas de cocción eficiente en comunidades que cocinan con leña, es importante identificar dentro de la jurisdicción cuántas comunidades utilizan este tipo de cocción y desarrollar un plan que involucre el acercamiento con las comunidades y el entendimiento de sus necesidades.

(vi) Etiquetado

Tabla 15. Metas. Etiquetado

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Carbono embebido	Se ha implementado de manera efectiva la etiqueta de edificaciones nuevas de forma voluntaria.	Se implementa de manera obligatoria la etiqueta de edificaciones nuevas integrando huella de carbono embebido.		• Minenergía • Minvivienda • Empresas de construcción

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

El etiquetado del edificio se utiliza para evaluar y comparar el desempeño energético y carbono embebido de los edificios nuevos de acuerdo a cómo han sido diseñados. Esto permite un mayor intercambio de información y conciencia entre los usuarios finales e inversionistas y promueve mejores decisiones de compra.

- Para el logro de esta meta, desde la política se debe desarrollar e implementar el etiquetado de edificios nuevos de forma obligatoria (ver acción C.i.2). Esto implica la definición de una línea base e indicadores por tipología edilicia, y establecer los mecanismos de verificación del sistema y su escalabilidad desde un esquema voluntario hasta uno obligatorio. Adicionalmente se debe garantizar que se encuentre articulado con la Resolución 549 u otro código de construcción sostenible que se genere. El etiquetado también se puede vincular a incentivos y herramientas financieras que incentiven su uso durante la etapa voluntaria.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

- Para **facilitar el proceso de etiquetado** en edificaciones nuevas se debe desarrollar una plataforma que permita su verificación. Para esto se propone desarrollar una plataforma que permita comparar el desempeño de los edificios facilitando la verificación del cumplimiento de los códigos de eficiencia energética en las edificaciones y el proceso de etiquetado (ver acción C.ii.2.). Es necesaria la articulación de los códigos de eficiencia energética (que hacen parte del código de construcción sostenible, Res. 549 u otra que la reemplace) y el etiquetado para que tengan los mismos indicadores y línea base, de modo tal que se pueda hacer la equivalencia. El objetivo de la plataforma es que los solicitantes de licencias de construcción puedan verificar el cumplimiento de los códigos de eficiencia energética y que esto esté a su vez alineado con el etiquetado, facilitando este proceso. Será necesario destinar recursos públicos y/o buscar recursos de cooperación para el desarrollo de la plataforma y realizar una asignación presupuestal y asignar responsabilidades dentro del gobierno para garantizar su funcionamiento en el tiempo.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En cuanto al desarrollo de capacidades, se deben generar acciones dirigidas principalmente a los funcionarios del gobierno para que puedan desarrollar e implementar el sistema de etiquetado de edificaciones. Adicionalmente, se debe sensibilizar a la población en general para que comprendan el sistema y funcione como un movilizador desde la demanda.

- Es necesario generar **programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno en temáticas como: estándares de eficiencia energética, sistemas de etiquetado, entre otros (Ver acción L.iii.7)**.** Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de la implementación del sistema de etiquetado e ir ajustando su escalabilidad hacia un esquema obligatorio. Así mismo permite ir ajustando la línea base e indicadores a medida que se construya más información.

- También es fundamental **sensibilizar a la población** para lo cual se deben desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar campañas de concientización masiva sobre la importancia de los etiquetados para que estos sean instrumentos útiles de movilización del mercado desde la preferencia por inmuebles y productos eficientes y de alta calidad.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Se deben **destinar recursos para el desarrollo e implementación de una plataforma** que permita comparar el desempeño de los edificios facilitando la verificación del cumplimiento de los códigos de eficiencia energética en las edificaciones y el proceso de etiquetado (ver acción C.iv.1). Esto implica identificar posibles fuentes de financiamiento internacionales y nacionales para el desarrollo de la plataforma y luego garantizar la asignación de recursos públicos o el desarrollo de un modelo de negocio que permita su sostenibilidad en el tiempo.

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y poder contar con personal capacitado que pueda desarrollar y llevar un control y monitoreo sobre la efectividad del sistema de etiquetado, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Es necesario definir si la verificación del sistema de etiquetado nacional se debe realizar a nivel local por parte de las autoridades urbanísticas. Es necesaria la articulación del gobierno nacional con los gobiernos locales para la definición del mecanismo y desarrollo de proyectos piloto en algunas ciudades. Dentro de los planes de acción locales se deben identificar acciones que permitan que estas ciudades sean líderes en la implementación de los programas de etiquetado y puedan socializar las mejores prácticas y dar apoyo técnico a otras ciudades o municipios.

(vii) Sistemas de certificación

Tabla 16. Metas. Sistemas de certificación

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Carbono embebido	Todos los sistemas de certificación han desarrollado un esquema neto cero carbono que incluye carbono operacional y embebido para edificaciones nuevas	N/A	N/A	• Minvivienda • Minagricultura • CCCS • CAMACOL • Minhacienda • Gobiernos locales • Asociaciones que trabajen con comunidades rurales • Empresas diseñadoras y constructoras

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Si bien el desarrollo de sistemas de certificación se da principalmente desde el sector privado, es importante promover desde la política sistemas de certificación que tengan un concepto de neto cero carbono en el ciclo de vida completo, que incluya el carbono operacional y embebido (ver acción F.i.1), con el propósito de recompensar a los proyectos pioneros en este tema. Para esto es importante desarrollar incentivos y beneficios, entendiendo las equivalencias entre los sistemas de certificación disponibles en el mercado, y diferenciar los beneficios de acuerdo al impacto o contribución real del proyecto. Adicionalmente, es necesario trabajar con los entes certificadores para alinear todos los sistemas de certificación con la definición de edificaciones neto cero carbono:

"Es una edificación altamente eficiente y resiliente al cambio climático que en su ciclo de vida y la interacción con el entorno genera bienestar a sus ocupantes y un balance neto de emisiones de carbono igual a cero"

- Por otro lado, es necesario promover y definir los criterios de la vivienda rural sostenible con miras a neto cero carbono en el ciclo de vida completo (ver acción F.i.3). Esto implica establecer la definición de una vivienda rural sostenible, definir sus criterios de sostenibilidad con miras a neto cero carbono en el ciclo de vida completo e identificar las principales estrategias de sostenibilidad por zona climática y asegurar que sean viables económicamente. A partir de esto se puede desarrollar un estándar verificado que permita evaluar la sostenibilidad de estas viviendas para acceder a diferentes beneficios e incentivos.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Para demostrar la viabilidad técnica y financiera de las edificaciones neto cero carbono es fundamental el **desarrollo de casos de estudio y proyectos piloto** (ver acción L.iii.8 Desarrollar y difundir casos demostrativos de modelos de negocio y de edificios que incorporen sistemas y componentes orientados hacia la carbono neutralidad). Los proyectos piloto tienen el objetivo de mitigar el riesgo tecnológico y de negocio frente a inversionistas, empresarios y otros interesados. Por lo mismo, es importante la documentación de las lecciones aprendidas, realizar el monitoreo, registro y verificación de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero, segmentar resultados en las diferentes etapas del ciclo de vida de las edificaciones (la provisión de materiales, construcción, operación) y realizar análisis de costos e impactos en el ciclo de vida que permitan entender el modelo de negocio. Para estos proyectos se deben garantizar incentivos económicos, urbanísticos y/o facilidades administrativas y legales.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Existen diversos mecanismos financieros para promover la construcción de edificaciones sostenibles. Estos deben estar atados a estándares voluntarios verificados por un tercero que garanticen que se han tomado medidas de sostenibilidad, y en el caso de edificaciones neto cero carbono, que verifiquen el cumplimiento de esta condición.

Los mecanismos se pueden agrupar en subsidios, incentivos, líneas de crédito preferenciales, descuentos en pólizas y otros mecanismos financieros innovadores para atraer inversionistas.

- Es necesario generar **subsidios** para edificios nuevos sostenibles (ver acción F.iv.1), especialmente para la compra de vivienda (VIP, VIS y No VIS) nueva sostenible que se encuentra certificada o en proceso de certificación. Esto implica ampliar la cobertura en vigencia (actualmente está hasta diciembre 2022) y crear un subsidio o incluir en el existente, a la vivienda VIP y VIS sostenible.

- Es necesario desarrollar **incentivos** a la construcción sostenible (ver acción L.iv.6), que permitan superar las barreras de costos iniciales de los proyectos neto cero carbono. Para acceder a estos incentivos se deben establecer los procesos

de verificación de los atributos de sostenibilidad de las edificaciones, los cuales estarán atados a estándares voluntarios verificados por un tercero. Es necesario dar continuidad a los incentivos existentes y ampliar su cobertura a los materiales, sistemas y servicios que permitan un mejor desempeño de la edificación en términos de carbono operacional y embebido.

- En cuanto a **líneas de crédito preferenciales** es necesario fortalecer y consolidar líneas de crédito constructor, hipotecario o leasing dedicadas para el financiamiento de edificios sostenibles nuevos (ver acción F.iv.2), generar líneas de crédito constructor, hipotecario o leasing dedicadas para el financiamiento de vivienda rural sostenible nueva (ver acción F.iv.3) y generar líneas de crédito constructor, hipotecario o leasing dedicadas para el financiamiento de vivienda VIS y VIP sostenible nueva (ver acción F.iv.4). Estas líneas de crédito son fundamentales para la movilización del mercado tanto desde la oferta como desde la demanda. Para su fortalecimiento y desarrollo es fundamental la expedición de la taxonomía verde. También en los créditos hipotecarios es importante el desarrollo de un marco normativo habilitante que permita la inclusión de ecotecnologías (ver acción B.i.8).

- Desde el sector asegurador también se pueden otorgar **descuentos en las pólizas para los proyectos de construcción sostenible** (ver acción F.iv.11) que consideren la reducción del riesgo de inmuebles neto cero carbono que integran estrategias de mitigación y adaptación.

- En términos de **otros mecanismos financieros** es necesario desarrollar productos de Leasing operacional de edificios sostenibles nuevos (ver acción F.iv.8). Estos modelos de renta y uso permiten acceder a edificaciones sostenibles en carácter de renta y motivan al inversionista a desarrollar proyectos de mayor calidad y con mejores eficiencias. Otro mecanismo es promover esquemas de financiamiento comunitario o crowdfunding para la construcción y adquisición de edificaciones sostenibles (ver acción F.iv.9) **y** promover esquemas fideicomiso de bienes raíces- FIBR y Real Estate investment trust (REITs) para la construcción de edificaciones sostenibles (ver acción F.iv.10**)**. Estos esquemas permiten atraer dinero de múltiples inversionistas que perciben una rentabilidad por el arrendamiento y operación del inmueble, por lo que un activo sostenible puede generar mayor valor a través de mejores rentas y mejores desempeños en la operación.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Por lo mismo, es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) **y** emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se pueden articular los incentivos del gobierno nacional con algunos locales, esto a través de la generación de incentivos urbanísticos, fiscales y administrativos como: mayores índices, permisos expeditos, descuentos en el impuesto predial, etc. Los incentivos se pueden dinamizar a través de programas locales como Bogotá Construye Sostenible y Cali Construcción Sostenible.

El desarrollo de pilotos de edificaciones neto cero carbono, se puede promover desde los gobiernos locales y entidades públicas a manera ejemplarizante. Esto es importante para generar pilotos y casos de éxito en diferentes zonas climáticas.

(viii) Uso de agua y energía en el proceso constructivo

Tabla 17. Metas. Uso de agua y energía en el proceso constructivo

<table>
<tr><th>Efecto en:</th><th>2030</th><th>2040</th><th>2050</th><th>Actores involucrados</th></tr>
<tr><td>Carbono embebido</td><td>Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la construcción de edificaciones cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.</td><td colspan="2">Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.</td><td>• Minambiente
• Mintransporte
• IDEAM
• ANLA
• Autoridades ambientales locales
• Proveedores de maquinaria
• Empresas constructoras</td></tr>
<tr><td>Carbono embebido</td><td colspan="2">Se incrementa de manera progresiva la incorporación de FNCER como principal suministro de energía en las obras.</td><td>El 100% de la energía utilizada en obra es suministrada a partir de FNCER.</td><td>• Minambiente
• Minvivienda
• Empresas de servicios públicos de energía
• Autoridades ambientales locales
• Empresas constructoras</td></tr>
<tr><td>Resiliencia</td><td colspan="3">Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en los procesos de obra.</td><td rowspan="3">• Minambiente
• Minvivienda
• Autoridades Ambientales locales
• Empresas de servicios públicos de agua y alcantarillado
• Empresas constructoras</td></tr>
<tr><td>Resiliencia</td><td colspan="3">Se aumenta de manera progresiva el uso de fuentes alternativas de agua en los procesos de obra (aguas lluvia, aguas grises y aguas postindustriales).</td></tr>
<tr><td>Resiliencia</td><td colspan="3">Se mejora de manera progresiva la calidad de los vertimientos de las obras y se reduce su volumen.</td></tr>
</table>

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las acciones que se deben tomar desde la política para cumplir con las metas de reducción de emisiones asociadas al uso de energía en el proceso constructivo, se relacionan con la disminución en el consumo de combustibles fósiles por el uso de maquinaria amarilla de bajas emisiones o limpia, y la disminución del consumo de energía eléctrica del SIN por la inclusión de FNCER en los procesos de obra. En cuanto al uso de agua, se plantean estrategias para disminuir su consumo, promover una gestión más circular del recurso y mejorar el control sobre los vertimientos con el objetivo principal de aumentar la resiliencia.

- Para contar con **mejores estándares para la maquinaria amarilla** utilizada en obra se deben desarrollar lineamientos normativos para la inclusión de maquinaria de amarilla con bajos niveles de emisión (ver acción E.i.9). Para esto, se necesita generar incentivos para la adquisición de maquinaria nueva y, restricciones al ingreso de maquinaria contaminante al país, y desarrollar un plan para la chatarrización de la maquinaria antigua, entre otras acciones.

- Para **disminuir el consumo de energía eléctrica proveniente del SIN** se debe promover la inclusión de energías alternativas en los procesos de obra (ver acción E.i.10). Esto implica generar la normativa que habilite y regule el uso de FNCER en obra y que pueda ser provista por autogeneración o empresas de servicios de energía ya que en este momento es obligatorio que la provisional de obra esté proveída por una empresa de servicios públicos. Es importante que se promueva mediante incentivos, y que luego, de manera escalonada se generen obligaciones frente al uso de FNCER en las obras con miras a la descarbonización de dichas actividades. Es importante no solo enfocarse en el uso de FNCER sino también en la eficiencia en el uso de la energía, para lo cual es necesario conocer los hábitos de consumo y entender dónde se mal gasta el recurso.

- Para **disminuir el consumo de agua** en los procesos constructivos y realizar una **gestión circular** del recurso, se deben generar incentivos para las empresas constructoras que demuestren una reducción significativa en el consumo de agua potable. También se deben incluir lineamientos de circularidad y fortalecer los requisitos frente al consumo de agua, y la cantidad y calidad de vertimientos en la normativa ambiental (ver acción J.i.3 Promover estrategias para la gestión del recurso hídrico y el drenaje urbano sostenible con un enfoque hacia las soluciones basadas en la naturaleza).

- En general, para **promover prácticas sostenibles en obra** (ver acción G.i.2) se deben fortalecer los procesos normativos a nivel nacional para lograr una gestión integral de sostenibilidad y manejo ambiental en obras, que integre aspectos relacionados con la gestión del agua lluvia, gestión de vertimientos, calidad del aire, emisiones de maquinaria amarilla, eficiencia energética, eficiencia en el consumo de agua, entre otros. Para esto es importante establecer una metodología clara de cuantificación de consumos de agua y energía acorde con la actividad.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde el punto de vista de desarrollo tecnológico es importante tomar algunas acciones que permitan el cumplimiento de las metas antes descritas.

- Para tener **mejor tecnología de maquinaria de construcción** es necesario implementar estrategias para contar con vehículos y maquinaria de bajas emisiones o limpias (ver acción E.ii.4). Esto implica el desarrollo de incentivos para la adquisición y uso de maquinaria limpia o de bajas emisiones, desarrollar la infraestructura necesaria de carga o hidrógeno y fomentar la creación de una industria nacional que sea capaz de proveer la tecnología.

- Para **promover la inclusión de energías alternativas en los procesos de obra** es necesario trabajar en desarrollar e implementar Energía Solar Térmica y fotovoltaica (ver acción E.ii.5). Para esto se debe promover el desarrollo tecnológico local a través de convocatorias de Minciencias y proyectos de innovación, generar líneas de investigación en las universidades para avanzar en las tecnologías de almacenamiento energético, y desarrollar diferentes incentivos y acciones que faciliten la financiación y acceso a esta tecnología.

- En cuanto a la **gestión y consumo de agua**, es necesario desarrollar tecnologías para el manejo de aguas residuales y/o grises in situ (ver acción J.ii.6). Esto implica desarrollar tecnologías sencillas para el reúso y tratamiento de aguas que puedan ser utilizadas durante los procesos constructivos. Adicionalmente, se deben buscar otro tipo de estrategias como SUDS y otras soluciones basadas en la naturaleza que permitan limpiar, infiltrar y gestionar ciertos tipos de agua.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Las acciones de desarrollo de capacidades están enfocadas en generar procesos de capacitación al personal de las obras para que implementen prácticas sostenibles durante los procesos constructivos, y en aumentar las capacidades de los funcionarios del gobierno para ejercer mayor control sobre las obras.

- Para lograr las metas antes descritas es necesario que el **personal de las obras** se capacite de manera permanente en mejorar los procesos constructivos y en la implementación de prácticas de sostenibilidad en obra. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias del personal de obra para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.4). Estas capacitaciones se deben dirigir a todos los actores que participan en las obras, y debe incluir la gestión del recurso hídrico y el manejo de vertimientos. En línea con el desarrollo de la regulación, será necesario capacitar a todos los actores para que puedan implementar las estrategias más adecuadas para garantizar el cumplimiento de la normativa.

- Es necesario generar **programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de la implementación de las normas y exigencias que se generen en términos ambientales para las obras de construcción, como: estándares de maquinaria amarilla, control de emisiones, control de vertimientos y, uso de FNCER. Esto permitirá además realizar la escalabilidad de las normas en el tiempo.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Las herramientas financieras identificadas para disminuir las emisiones por el uso de energía en el proceso de construcción de edificaciones están enfocadas en promover la investigación y desarrollo y el uso de FNCER.

- Para **promover el uso de FNCER** en los procesos de construcción se deben crear incentivos adicionales a los existentes como generar reembolsos en factura o beneficios en impuestos para pagar las inversiones en FNCER (ver acción E.iv.4) y desarrollar subsidios para energías limpias (ver acción E.iv.5).

- Para lograr el desarrollo de tecnologías de maquinaria amarilla limpia y de FNCER que sean fácilmente implementadas en las obras, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de la implementación de normas asociadas al uso de maquinaria amarilla y a los vertimientos en las obras, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Los planes de acción locales deberán integrar lineamientos que fomenten, dentro de su jurisdicción, procesos constructivos con prácticas ambientales sostenibles en obra que reduzcan al máximo las emisiones de GEI asociadas a dichos procesos.

- Para lograr **obras bajas en carbono** a nivel local se deben fortalecer las autoridades ambientales quienes deben hacer seguimiento, control y monitoreo de los impactos que generen las construcciones, principalmente frente al control de emisiones y generación de vertimientos. Adicionalmente, se deben generar los inventarios de la maquinaria que se utiliza a nivel local junto con los cálculos de las emisiones que representan. Con esta información se podrá desarrollar reglamentación a nivel local. Así mismo, a nivel local se pueden generar requisitos adicionales e incentivos atados a los programas de construcción sostenible que promuevan el uso de FNCER en los procesos de obra.

(ix) Generación de residuos en el proceso constructivo

Tabla 18. Metas. Generación de residuos en el proceso constructivo

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se ha aprovechado de manera efectiva un porcentaje en peso del total de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en la obra, conforme a la categoría del municipio donde esta se localice: Categoría especial 75%, Categoría 1-2-3, 60%; y categoría 4-5-6, 40%.	Se aumenta de manera progresiva el porcentaje de aprovechamiento de RCD.		• Minambiente • Minvivienda • Autoridades ambientales • Empresas constructoras • Empresas gestoras • SENA

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Para alcanzar la meta frente al aprovechamiento de RCD y la disminución de las emisiones asociadas a la generación de residuos en el proceso constructivo, se proponen acciones orientadas a mejorar las prácticas de separación y aprovechamiento en los procesos de obra y a promover modelos de negocio que motiven estas actividades.

- Para **mejorar los procesos de aprovechamiento** desde las obras es necesario promover prácticas sostenibles en obra integrando el manejo de RCD (ver acción G.i.2). Esto implica el fortalecimiento periódico de la norma y de las metas de aprovechamiento de RCD. Es importante que la normativa incluya también indicadores de reducción en la generación de residuos, y que esto complemente las metas de aprovechamiento. Es necesario que el desarrollo normativo desincentive la disposición final en rellenos sanitarios, para lo que es importante que la disposición final sea más costosa que el aprovechamiento, y también que se haga más seguimiento en las regiones sobre los vertederos ilegales. Adicionalmente, se necesita desarrollar una normativa que requiera la capacitación del personal de obra en separación, manejo y gestión de RCD, que se deba renovar periódicamente como sucede con la certificación de alturas.

- Para **generar un mercado atado a los procesos de aprovechamiento** de las obras, es necesario promover el desarrollo de modelos de negocio atados a procesos de circularidad integrando el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.i.3). Esto implica identificar modelos regionales para la gestión y aprovechamiento de materiales de construcción y RCD, que involucren procesos logísticos eficientes que generen economías de escala y aprovechamiento de volúmenes considerables de material. Para esto es necesario articularse con la ENEC, desarrollar infraestructura para el aprovechamiento de los RCD y generar incentivos para la separación, reciclaje y uso de materiales reciclados en las obras. (Ver acciones D.iv.2 Generar incentivos para el desarrollo de materiales sostenibles y aprovechamiento de RCD y D.iv.3 Desarrollar líneas de crédito dedicadas para el desarrollo de materiales sostenibles y aprovechamiento de RCD).

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde el desarrollo tecnológico se proponen acciones que permitan mejorar los procesos de separación y aprovechamiento de los RCD, así como el desarrollo de herramientas que faciliten la identificación de los flujos hacia donde se pueden dirigir los residuos.

- Para **mejorar los procesos de separación y aprovechamiento** en las obras es necesario innovar en procesos de recolección y reciclaje (ver acción G.ii.3). Esto implica el desarrollo de infraestructura para el aprovechamiento, desarrollar la tecnología para facilitar y automatizar los procesos de separación de los materiales, incentivar la adquisición de maquinaria especializada para la separación y aprovechamiento y el desarrollo de aplicaciones tecnológicas que faciliten la identificación de flujos y la comunicación entre generadores, gestores y posibles compradores de los residuos.

- Para **facilitar la identificación de los flujos de los RCD** se deben consolidar o articular las plataformas existentes para promover el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.ii.1). Esta debe ser una herramienta de articulación de actores que le permita al generador informar el tipo y cantidad de residuos que está generando, identificar opciones para desviarlos a otros procesos, acceder a información de quien puede hacer el aprovechamiento y rastrear los residuos una vez se haga la entrega.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Desde el desarrollo de capacidades las principales acciones se enfocan en la capacitación del personal de obra para la recolección y separación de RCD y en el desarrollo de investigación para mejorar dichos procesos.

- Es necesario que el **personal de obra** se capacite de manera permanente en separación, manejo y gestión de RCD. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias del personal de obra para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.4). Estas capacitaciones se deben dirigir a todos los actores que participan en las obras y es importante que sean acreditables y requeridas en todos los proyectos, como sucede con la certificación de alturas. Estas capacitaciones las debe desarrollar el SENA con el acompañamiento de universidades y entidades estratégicas con conocimiento en los temas relevantes.

- Con el objetivo de trabajar en la **innovación de los procesos de recolección y reciclaje**, se debe establecer un "HUB de conocimiento" en materiales en temáticas como: eficiencia energética, prácticas y tecnologías para descarbonizar procesos, tecnología de captura y almacenamiento de carbono, circularidad, materiales innovadores, entre otros (ver acción D.iii.1). Para esto es necesario buscar financiamiento nacional o internacional, convocar espacios que integren a la industria, el gobierno, universidades y centros de investigación, así como promover la integración de programas de cooperación internacional para la transferencia de tecnología y conocimiento. La innovación en estos temas debe buscar facilitar y automatizar los procesos de separación y recolección y desarrollar tecnología que disminuya significativamente los procesos de downcycling, lo que se relaciona también con el desarrollo de materiales con contenido reciclado para su uso estructural y no estructural.

- Es necesario generar **programas de capacitación dirigidos a los funcionarios del gobierno** que permitan desarrollar las capacidades técnicas y normativas de los funcionarios del gobierno (Ver acción L.iii.7). Esto permite que se pueda realizar la trazabilidad, monitoreo y evaluación del éxito de la implementación de las normas y exigencias que se generen en términos ambientales a las obras de construcción frente a la gestión de RCD. Esto permite además realizar la escalabilidad de las normas en el tiempo.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

Los mecanismos financieros identificados para apoyar las acciones antes descritas son:

- Para la **innovación en los procesos de recolección y reciclaje** es necesario generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1). Para esto se debe hacer un mapeo de posibles fuentes de financiamiento internacional y nacional.

- Para la **estimulación de mercados ligados a los procesos de aprovechamiento** se deben desarrollar modelos de negocio atados a procesos de circularidad integrando el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.iv.1). Esto implica lograr una disponibilidad de recursos y financiamiento para el desarrollo de una plataforma que reúna información regional sobre el mercado de residuos a nivel multisectorial y permita desarrollar exitosamente modelos de negocio para el aprovechamiento de residuos y materiales provenientes de la industria de la construcción.

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de la implementación de normas asociadas a la gestión de RCD, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Es importante generar las capacidades para aumentar el control y vigilancia sobre la disposición de estos residuos.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Los planes de acción locales deberán integrar lineamientos que fomenten, dentro de su jurisdicción, el aprovechamiento y disposición adecuada de los RCD. Adicionalmente, se deben promover modelos regionales de economía circular que faciliten el reúso, reciclaje y aprovechamiento de los RCD.

- A nivel local se pueden **generar normas más exigentes** frente al aprovechamiento de RCD o **incentivos** atados a los programas de construcción sostenible que motiven a los constructores a desviar la mayor cantidad de RCD a procesos de aprovechamiento.

- Para promover **modelos regionales de economía circular,** que faciliten el reúso, reciclaje y aprovechamiento de RCD, se deben generar lineamientos y políticas articuladas con los PGIRS que promuevan el aprovechamiento y desestimulen la disposición final. Se deben generar proyectos a nivel local para identificar y establecer modelos regionales para la gestión y aprovechamiento de RCD. Dentro de las principales acciones que se deben generar en estos proyectos está:

    - Identificación de los actores relevantes y coordinación de espacios de articulación.
    - Asignación de responsabilidades concretas a las administraciones locales y regionales en el desarrollo de infraestructura básica para la gestión y aprovechamiento de los RCD.
    - Identificación de posibles incentivos al aprovechamiento.
    - Fortalecer la capacidad institucional de las autoridades ambientales a nivel local y regional para realizar seguimiento a la normativa asociada a la gestión de RCD.

Edificaciones existentes

Para reducir las emisiones de carbono operacional de las edificaciones existentes se requiere mejorar el desempeño de los sistemas de las edificaciones, con adecuaciones y remodelaciones que permitan la disminución de los consumos y garanticen para sus ocupantes una mejora en términos de confort, salud y reducción de GEI a lo largo de la vida útil de la edificación.

Este enfoque se divide en ocho categorías de emisión, que son: (i) uso de energía y agua durante la operación, (ii) emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización, (iii) generación y gestión de residuos sólidos domésticos, (iv) proceso de remodelaciones y adecuaciones, (v) uso de energía en el proceso deconstructivo, (vi) aprovechamiento, reciclaje y reúso, (vii) emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización, y (viii) transporte de residuos de demolición. Las primeras cuatro categorías hacen referencia a las decisiones que se toman en la fase de uso, operación y mantenimiento, y las últimas cuatro categorías, se enfocan en la etapa de deconstrucción de las edificaciones.

(i) Uso de agua y energía durante la operación del proyecto

Tabla 19. Metas. Uso de agua y energía durante la operación del proyecto

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Se implementa un código de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética, de forma obligatoria para edificaciones públicas y del sector terciario existentes, y de forma voluntaria para edificaciones residenciales.	Se implementa un código de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética para edificaciones residenciales y se fortalece el código para edificaciones públicas y del sector terciario dando cumplimiento a un código cero.	Todas las edificaciones existentes implementan un código de construcción sostenible cero carbono operacional.	• Minenergía • Minvivienda • Minhacienda • UPME • Empresas de servicios públicos
Carbono operacional	Las viviendas de estratos 5 y 6 existentes, han electrificado el 80% de sus usos finales. Las viviendas de estratos 1, 2, 3 y 4 existentes, han electrificado el 70% de sus usos finales. Las edificaciones del sector terciario existentes, han electrificado el 80% de sus usos finales. Con esto se alcanza un 50% de participación de la electricidad a nivel sectorial.	Las viviendas de estrato 5 y 6 existentes, han electrificado el 100% de sus usos finales. Las viviendas de estratos 1, 2, 3 y 4 existentes, han electrificado el 85% de sus usos finales. Las edificaciones del sector terciario existentes, han electrificado el 100% de sus usos finales. Con esto se alcanza un 72% de participación de la electricidad a nivel sectorial.	Las viviendas de estratos 1, 2, 3 y 4 existentes, han electrificado el 94% de sus usos finales. A nivel sectorial se alcanza una participación de la electricidad del 94% en 2050. El 6% remanente es participación de GLP en zonas rurales.	• Minenergía • Minvivienda • UPME • Minambiente • Operadores de energía • Constructores • Banca comercial • Sociedad civil
Carbono operacional	Se ha desarrollado una etiqueta energética de edificaciones existentes.	Se ha implementado de manera efectiva una etiqueta energética voluntaria de edificaciones existentes.	Se ha implementado de manera obligatoria la etiqueta energética de edificaciones existentes	• Minenergía • Minvivienda • Gremios de inmobiliarias y operadores
Carbono operacional	Se adopta de manera progresiva el BAT nacional en equipos y sistemas de las edificaciones existentes.		Se ha adoptado el BAT internacional en equipos y sistemas de las edificaciones existentes en áreas urbanas.	• Minvivienda • Minenergía • MinCIT • UPME • ANDI • Banca comercial • Sociedad civil
Resiliencia	Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en la operación.			• Minambiente • Minvivienda • Autoridades Ambientales • Empresas de servicios públicos de agua y alcantarillado • Operadores
Resiliencia	Se aumenta de manera progresiva el uso de fuentes alternativas de agua en la operación (aguas lluvias, aguas grises y aguas postindustriales).			

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Se requieren diversas estrategias para incidir en el uso de agua y energía durante la operación de edificaciones, entre estas se encuentran: la inclusión de requerimientos de sostenibilidad desde los códigos de eficiencia energética y etiquetados energéticos; el uso de herramientas para la readecuación de edificios, como las auditorías energéticas y procesos de retrofit; la electrificación de sistemas; y la optimización del recurso hídrico con enfoque a la circularidad. Cabe resaltar que estas acciones se articulan con la línea estratégica de gestión de la demanda del PIGCCme y con las acciones de eficiencia energética del PROURE.

- Para la **integración de medidas de construcción sostenible** en los requisitos de las edificaciones existentes, se requiere desarrollar códigos de eficiencia energética para edificaciones (ver acción B.i.3). Los códigos de eficiencia energética proporcionan requisitos mínimos de desempeño que apuntan a evolucionar hacia edificios con cero emisiones netas de carbono. Se plantea que esto se desarrolle a partir de la actualización periódica de la Resolución 549, logrando ampliar su cumplimiento a todas las tipologías de edificaciones y grandes renovaciones, y eventualmente también a edificaciones existentes. Dentro de las acciones más prioritarias para lograr la implementación efectiva de la Resolución está el desarrollar un sistema de monitoreo, reporte y verificación. Para reforzar esta acción se plantea también desarrollar e implementar etiquetado energético de edificios existentes de forma obligatoria (ver acción C.i.3), que facilite la comparación de información sobre el desempeño de las edificaciones para promover mejores decisiones de inversión y el mejoramiento de su desempeño. Como parte de esta acción se establece la necesidad de diferenciar las edificaciones por tipología y zonas climáticas.

- Para **incentivar la ampliación del alcance de los códigos de eficiencia energética y etiquetados energéticos**, y motivar que se den procesos de transición acelerados, se deben generar incentivos para mejorar la eficiencia energética en las edificaciones nuevas y existentes (ver acción B.i.2). Esto implica dar continuidad a los incentivos existentes y aumentar los incentivos tributarios y/o normativos asociados al uso de sistemas y componentes sostenibles, así como a los servicios de diseño y uso de materiales que permitan un mejor desempeño térmico de la edificación y aporten a la eficiencia energética durante la operación. Los criterios para la obtención de los incentivos se deben actualizar periódicamente para garantizar el uso de la mejor tecnología disponible.

- Para la **adecuación de edificaciones** se deben incluir requerimientos desde la regulación para que se realicen auditorías energéticas periódicas (ver acción B.i.4). Esto permitiría establecer metas de ahorro de energía a través de medidas de eficiencia energética, y de cambios y/o adecuaciones en la infraestructura. Es necesario que los requerimientos de auditoría energética estén articulados con otros instrumentos como el código de eficiencia energética y el etiquetado de edificaciones. Igualmente, se deben promover procesos de retrofit (obras estructurales, arquitectónicas, mecánicas o eléctricas) (ver acción B.i.5). Para que los procesos de retrofit se consoliden como una herramienta para la reducción del consumo de energía, se deben generar incentivos urbanísticos, fiscales y administrativos que faciliten la remodelación y adaptación de edificios existentes.

- Se deben **generar lineamientos en la política pública** y una normativa para promover la electrificación de los sistemas de las edificaciones (ver acción E.i.7), que establezca metas claras para lograr que todas las edificaciones existentes utilicen sistemas eléctricos eficientes y sustituyan aquellos que funcionan con combustibles fósiles, incluyendo sistemas de cocción, de calentamiento de agua y climatización, reduciendo así las emisiones de GEI en la etapa operacional. Esto implica generar facilidades de financiación, especialmente para el sector residencial, que incluyan la **compra de ecotecnologías** a través del desarrollo de un marco regulatorio habilitante que permita la inclusión de ecotecnologías en el crédito hipotecario verde (ver acción B.i.8). Así, los usuarios podrían solicitar financiación adicional para instalar funciones y tecnologías eficientes en sus hogares como parte de su hipoteca.

- Para asegurar que las tecnologías que se promuevan correspondan a las **mejores tecnologías disponibles**, se debe posicionar y expandir el alcance de las etiquetas para electrodomésticos y sistemas de las edificaciones (ver acción C.i.4). Para esto se deben hacer re escalados periódicos de las etiquetas, y alinearlos con los estándares mínimos de eficiencia energética, buscando la introducción de las mejores tecnologías disponibles de acuerdo al BAT internacional. Los diferentes reglamentos técnicos se deberán reforzar con requerimientos de desempeño mínimos.

- Para **disminuir el consumo de energía eléctrica proveniente del SIN** se necesita promover la incorporación de energía renovable in situ (ver acción E.i.4). Esto implica que se tengan requerimientos de instalación de FNCER para proyectos existentes, donde se identifiquen las edificaciones más aptas para la instalación de estas tecnologías. Esta acción se debe articular con lo propuesto en el PIGCCme en la línea estratégica de generación de energía. Además, se necesita un programa de política pública que establezca las directrices para el diseño, desarrollo e implementación de una plataforma nacional para el monitoreo, seguimiento y control de proyectos de energía renovables (ver acción E.i.6), incluyendo proyectos de pequeña y mediana escala. En ésta se deberán mapear todas las iniciativas de usuarios finales que usan estos sistemas, lo que apoyaría la toma de decisiones y el diseño de estrategias nacionales y locales para la implementación de proyectos con estas tecnologías.

- Para **incentivar la respuesta a la demanda**, se deben promover redes inteligentes que promuevan el deslastre, y estrategias de tarifas con precios dinámicos. Esto permitiría que los consumidores aumenten o disminuyan su consumo energético en función de los picos en el suministro y en la demanda de electricidad, logrando una mayor flexibilidad y estabilidad de la red, así como un uso más eficiente de la infraestructura y los recursos energéticos (ver acción B.i.6 Implementar medición inteligente y estrategias de respuesta de la demanda). Esta acción se articula con lo propuesto en el PIGCCme en la línea estratégica de gestión de la demanda.

- En las **zonas rurales** será necesario generar políticas que promuevan la descarbonización de los sistemas de cocción a nivel rural (ver acción E.i.8), que a partir del entendimiento de las comunidades y sus tradiciones establezcan las estrategias y tecnologías más adecuadas para la reconversión tecnológica. Se necesita un programa de sensibilización de las comunidades frente a los perjuicios que causa en la salud el cocinar con leña.

- Para **disminuir el consumo de agua** y realizar una **gestión circular** del recurso, se deben generar incentivos para las edificaciones existentes que demuestren una reducción significativa en el consumo de agua potable. Así mismo, se deben incluir lineamientos de circularidad y fortalecer los requisitos frente al consumo de agua (ver acción J.i.3 Promover estrategias para la gestión del recurso hídrico y el drenaje urbano sostenible con un enfoque hacia las soluciones basadas en la naturaleza).

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

En lo referente al desarrollo tecnológico, se debe trabajar en el desarrollo de herramientas que soporten los procesos de acondicionamiento, bien sea por estrategias pasivas o activas, y que se articulen con los códigos de eficiencia energética. Igualmente, se requiere el desarrollo de plataformas y herramientas de medición, control y gestión para el etiquetado energético y para los sistemas de información de energía renovable. Respecto al uso del agua, se plantea la necesidad de contar con tecnologías para el manejo aguas residuales y/o grises in situ.

- Para apoyar la **implementación de los códigos de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética** en las edificaciones existentes se deben desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes para mejorar la eficiencia en las medidas activas para el acondicionamiento (ver acción B.ii.2), desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes de ventilación mecánica para mejorar la calidad del aire interior (ver acción B.ii.3), desarrollar e implementar tecnologías costo eficientes para mejorar la eficiencia de la iluminación artificial (ver acción B.ii.4) y desarrollar disposi-

tivos y estrategias para potencializar la ventilación natural (ver acción B.ii.6). Estas tecnologías deben mejorar la eficiencia de los sistemas previos. También se pueden complementar con sensores y controles que permitan un mejor manejo de la tecnología por parte del usuario final, y la integración de sistemas automatizados de respuesta a la demanda para usuarios regulados y no regulados, con estrategias de deslastre y de tarifas y precios dinámicos (ver acción B.ii.10). Es necesario trabajar en el desarrollo de estas tecnologías a nivel nacional y articularlas a los reglamentos y códigos de eficiencia energética, así como generar estándares mínimos para la comercialización de tecnologías activas.

- Para lograr el **uso generalizado de sistemas y electrodomésticos eficientes** en el país se deben generar procesos de innovación y desarrollo de equipos y componentes eficientes de acuerdo al BAT internacional (ver acción B.ii.12). Para esto se deben incentivar procesos de investigación, innovación y desarrollo con el respaldo del gobierno nacional, promoviendo mayor interacción entre la universidad y la industria, la generación de espacios de cooperación internacional e y la creación de incentivos para la fabricación de ecotecnologías (ver acción B.iv.1 Generar incentivos para el desarrollo de ecotecnologías). Así mismo, es necesaria la creación de infraestructura y capacidades para realizar los ensayos de los productos, e implementar procesos de seguimiento y control para verificar la calidad y eficiencia de los equipos importados y producidos internamente. Se deben considerar las implicaciones de instalar estos sistemas en edificios existentes, asegurando la aplicabilidad por limitaciones de espacio o infraestructura.

- Para **promover la inclusión de energías alternativas** en edificaciones existentes es necesario trabajar en desarrollar e implementar Energía Solar Térmica y fotovoltaica (ver acción E.ii.5). Estos sistemas se complementan con sistemas de almacenamiento de energía garantizando acceso a energía segura, fiable y eficiente, aprovechando todo el potencial de las fuentes renovables. De esta manera, se aumenta la resiliencia de las edificaciones frente al desabastecimiento de energía de la red. Además, es necesario el desarrollo de una plataforma que integre los sistemas de información para el reporte de proyectos de energías renovables (ver acción E.ii.9), en la cual se compile la información de los proyectos FNCER de pequeña, mediana y grande escala, con mecanismos para que las personas que implementan este tipo de tecnologías las reporten voluntariamente. El sistema se debe integrar y articular con el RENARE.

- En referencia a la **cocción eficiente** será necesario el cambio de estufas de leña y de gas preferiblemente por estufas de sistemas eléctricos eficientes (ver acción E.ii.8). Esto implica el desarrollo de modelos de financiamiento para asegurar el acceso a las tecnologías y utensilios (en el caso de estufas de inducción), y sensibilizar a la población sobre los beneficios de estos sistemas, en cuanto a eficiencia energética, cambio climático y salud. En las comunidades en las cuales no sea posible el uso de estos sistemas, bien sea por temas culturales o imposibilidad de acceso a la tecnología (aplica solo para zonas rurales dispersas), se deben buscar las tecnologías más eficientes disponibles de leña o gas.

- Para **facilitar el proceso de seguimiento y monitoreo** de los códigos de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética y poder llevar una contabilidad de las emisiones, se debe desarrollar una herramienta digital para la medición, monitoreo y gestión de los impactos y consumos de las edificaciones (ver acción H.ii.1). Para esto se deben destinar recursos, asignar responsabilidades dentro del gobierno, establecer la línea base de los consumos, y garantizar el flujo de la información. Igualmente, se deben desarrollar y difundir los sistemas de medición, control y gestión en las edificaciones (ver acción B.ii.11), con sistemas BMS y EMS, con los cuales se puedan identificar anomalías y tendencias, priorizando edificaciones del sector público y grandes edificaciones del sector terciario. Para esto es importante desarrollar, implementar y difundir el uso de herramientas y dispositivos como sensores, cámaras termográficas y controles, entre otros, para facilitar la ejecución periódica de auditorías energéticas en los edificios (ver acción B.ii.9). Estos resultados deberán usarse para dar a conocer al mercado los resultados de eficiencia y confort, y poder elevar los estándares del código de construcción sostenible.

- Para **facilitar el proceso de etiquetado energético** en edificaciones existentes se debe desarrollar una plataforma que permita su verificación. Para esto se propone desarrollar una plataforma que permita comparar el desempeño de los

edificios facilitando la verificación del cumplimiento de los códigos de eficiencia energética en las edificaciones y el proceso de etiquetado (ver acción C.ii.2.). Es necesaria la articulación de los códigos de eficiencia energética y el etiquetado para que tengan los mismos indicadores y línea base, de modo tal que se pueda hacer la equivalencia. La plataforma deberá permitir la incorporación de datos sobre los consumos reales, y que esto facilite el proceso de etiquetado y control sobre la reducción de emisiones operacionales de las edificaciones.

- En cuanto a la **gestión y consumo de agua** es necesario desarrollar tecnologías para el manejo aguas residuales y/o grises in situ (ver acción J.ii.6). Esto implica desarrollar tecnologías sencillas para el reúso y tratamiento de aguas que puedan ser utilizadas en edificaciones existentes, considerando las limitaciones por infraestructura o conexiones. Adicionalmente, se deben buscar otro tipo de estrategias, como SUDS y otras soluciones basadas en la naturaleza que permitan limpiar, infiltrar y gestionar ciertos tipos de agua.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

En cuanto al desarrollo de capacidades se deben generar acciones dirigidas principalmente a los fabricantes de electrodomésticos para que puedan producir equipos y sistemas de acuerdo a los estándares mínimos de eficiencia. Adicionalmente, se debe sensibilizar a la población en general sobre el uso de equipos eficientes y libres de combustibles fósiles, y a los administradores y operadores sobre las herramientas del mercado para mejorar el desempeño de las edificaciones.

- Para **movilizar la industria desde los fabricantes de equipos y electrodomésticos**, se les debe brindar capacitación sobre cómo cumplir los estándares de desempeño energético y las políticas de etiquetado (ver acción B.iii.1). Esto implica generar espacios de apoyo técnico y de empoderamiento desde los empresarios para que las medidas se mantengan en el tiempo, promover proyectos de cooperación técnica internacional, y mejorar la relación empresa-academia para focalizar las investigaciones y promover la innovación.

- Para **sensibilizar a la población** se deben desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar campañas de concientización masiva sobre la importancia de la electrificación de usos finales (cocción y calentamiento de agua), y de tomar medidas de eficiencia energética (haciendo énfasis en los beneficios para el usuario de utilizar electrodomésticos eficientes). También se deben realizar campañas de sensibilización y desarrollo de capacidades con las comunidades que utilizan cocción en leña para identificar las oportunidades de introducción de otras tecnologías. En este tema particular es importante educar sobre los riesgos a la salud y el medio ambiente.

- Para lograr las metas antes descritas es necesario que **los administradores y operadores de bienes inmuebles** se capaciten de manera permanente en mejorar los procesos de sus edificaciones a cargo. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de administradores y operadores para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.3). Deberán desarrollar capacidades en el entendimiento de los etiquetados, las auditorías energéticas, retrofit de edificaciones, decommissioning, uso de sistemas de control, monitoreo, reporte, entre otras, para que puedan implementar las medidas más costo-eficientes que permitan mejorar el desempeño de los edificios, y eventualmente descarbonizarlos.

- Para tener un **compendio de buenas prácticas**, se deben desarrollar guías técnicas en el uso de medidas de diseño pasivo para adecuar edificios existentes (ver acción B.iii.2). En estas se explicarían diferentes herramientas para el uso de medidas de diseño pasivo en la adecuación de edificios existentes para mejorar su desempeño energético y sus condiciones de ventilación a partir de medidas costo-eficientes. Tendrían que tener en cuenta las diferencias por condiciones climáticas y socio-económicas de las diferentes regiones del país.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para **promover el uso de ecotecnologías** se deben desarrollar diferentes mecanismos de financiación para pagar las inversiones en electrodomésticos eficientes y en sub-medición y medición inteligente AMI (ver acción B.iv.4). Esto implica hacer más accesibles las tecnologías eficientes, ofreciendo mejores precios y tasas de financiación a través de la factura de energía. También es importante atar la financiación a campañas de recolección de eléctricos y electrónicos, ampliando programas de incentivos para la entrega de electrodomésticos obsoletos (ver acción B.iv.5).

- Para **promover el uso de FNCER** en las edificaciones existentes se deben crear incentivos adicionales a los existentes como generar reembolsos en factura o beneficios en impuestos para pagar las inversiones en FNCER (ver acción E.iv.4), desarrollar subsidios para energías limpias (ver acción E.iv.5), y fortalecer y consolidar líneas de crédito y leasing dedicadas para el financiamiento de energías renovables en las edificaciones (ver acción E.iv.7). Así mismo, para el seguimiento de estas iniciativas, se deben destinar recursos para el desarrollo de una plataforma que integre los sistemas de información para el reporte de proyectos de energías renovables (ver acción E.iv.6). Adicionalmente, es importante el desarrollo de modelos de negocio atados a un mercado de comercialización de energía renovable (ver acción E.iv.9) que permita adquirir y vender certificados de energía renovable, al igual que el diseño de modelos de negocio con contratos tipo PPA para proyectos de energía renovable en las edificaciones (ver acción E.iv.12) con negociaciones de tarifas a largo plazo, que faciliten la financiación de los proyectos.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito es la **emisión de bonos.** Es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para el desarrollo de ecotecnologías, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo). Así mismo, es importante generar incentivos para el desarrollo de ecotecnologías (ver acción B.iv.1) que viabilicen su uso en edificaciones existentes.

- Para el **desarrollo de los sistemas de monitoreo y reporte** de los códigos de construcción sostenible, es necesaria la destinación de recursos por parte del gobierno (ver acción H.iv.1 Disponibilidad de recursos para desarrollar los diferentes sistemas de monitoreo y reporte). Se pueden buscar recursos de cooperación internacional para el desarrollo, pero se debe garantizar una asignación presupuestal propia que mantenga su funcionamiento en el tiempo.

- Se deben **destinar recursos para el desarrollo e implementación de una plataforma** que permita comparar el desempeño de los edificios facilitando la verificación del cumplimiento de los códigos de eficiencia energética en las edificaciones y el proceso de etiquetado (ver acción C.iv.1). Esto permite tener un mejor entendimiento de las edificaciones según tipología y ubicación, para retroalimentar normativas frente a las edificaciones y su ciclo de vida.

- Para las **adecuaciones y reformas con criterios de sostenibilidad**, es necesario generar disponibilidad de recursos para el desarrollo de programas orientados a vivienda VIS y VIP (ver acción F.iv.6) y vivienda rural (ver acción F.iv.7). Además, fortalecer y consolidar líneas de crédito dedicadas para el financiamiento de reformas que mejoren la sostenibilidad en edificios existentes (F.iv.12). Así mismo, es importante generar incentivos para llevar a cabo retrofits de edificios existentes (ver acción B.iv.2) con los cuales se facilite su remodelación y adaptación incluyendo la realización de auditorías energéticas y las inversiones en sistemas y/o equipos eficientes. Esto, para que se incorporen prácticas de sostenibilidad y mejoras en eficiencia energética.

- Otra estrategia para facilitar las inversiones en eficiencia energética y descarbonización de procesos es diseñar modelos de negocio con contratos tipo ESCO en las edificaciones residenciales y del sector terciario para aumentar el desempeño de las edificaciones (ver acción E.iv.10). Esto implica generar algunas acciones que disminuyan los riesgos e incertidumbres sobre este tipo de proyectos incluyendo ofrecer al mercado seguros de garantía para la ejecución de proyectos de Eficiencia Energética y energías limpias (ver acción L.iv.4).

- Para que los **usuarios finales hagan un mejor uso de los recursos**, se deben generar incentivos y desincentivos asociados a los consumos de agua y energía atados al usuario final (ver acción B.iv.3). Esto requiere de campañas de concientización que estimulen a que el usuario final tenga mejores hábitos de consumo.

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno**, especialmente de los curadores y autoridades urbanísticas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Dentro de los planes de acción locales es necesario adoptar los códigos de eficiencia energética, en los cuales se especifiquen las diferencias en las necesidades de acondicionamiento según zona climática. Se deben desarrollar programas a nivel local que identifiquen las necesidades por región de reconversión tecnológica en las edificaciones existentes. Para esto se requiere un levantamiento e inventario de información sobre los sistemas existentes que permita proponer soluciones costo efectivas acordes al público objetivo.

Para el etiquetado energético y las plataformas de apoyo para la gestión de la información, es necesario que las ciudades principales del país tengan el liderazgo de estos programas y socialicen las mejores prácticas con la articulación de actores como las cámaras de comercio, gremios, y entidades prestadoras de servicios públicos que facilitan información del proceso.

Para disminuir el consumo de energía eléctrica del SIN, las regiones deben definir los requisitos particulares de uso de FNCER, pues su implementación responde a las características sociales, geográficas, climáticas y financieras de cada región o municipio.

Se deben generar campañas de capacitación y desarrollo de capacidades para usuarios, operadores y funcionarios del gobierno en el marco de los programas locales, y se deben destinar recursos y capital humano para garantizar el mantenimiento de los sistemas que se generen a nivel local y para los programas de formación de los profesionales encargados de su funcionamiento.

(ii) Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización

Tabla 20. Metas. Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Se ha logrado la reducción del 11% de las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC.	Se reducen de manera progresiva las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC.		• Minambiente • ACAIRE • Centro de Investigación CIDARE

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

- Para asegurar que las tecnologías que se promuevan correspondan a las **mejores tecnologías disponibles**, se debe posicionar y expandir el alcance de las etiquetas para electrodomésticos y sistemas de las edificaciones (ver acción C.i.4). Para esto, se debe incluir en la etiqueta referencia a los refrigerantes y a sus emisiones asociadas e integrar en el programa de etiquetado un indicador en términos de su carbono embebido. Se deberán generar facilidades de financiación, especialmente para el sector residencial, incluyendo la **compra de ecotecnologías** a través del desarrollo de un marco regulatorio habilitante que permita la inclusión de ecotecnologías en el crédito hipotecario verde (ver acción B.i.8). Así, los usuarios podrán solicitar financiación adicional para instalar sistemas de enfriamiento o climatización que tengan productos sustitutos de las sustancias HFC.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- Se debe brindar **capacitación a los fabricantes de equipos y electrodomésticos** sobre cómo cumplir los estándares de desempeño energético y las políticas de etiquetado (ver acción B.iii.1). Esto implica generar espacios de apoyo técnico y de empoderamiento desde los empresarios para que las medidas se mantengan en el tiempo, promover proyectos de cooperación técnica internacional y mejorar la relación empresa-academia para focalizar las investigaciones y promover la innovación. Es importante que los fabricantes se capaciten y preparen para tomar acciones tempranas.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para reducir las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo). Así mismo es importante generar incentivos para el desarrollo de ecotecnologías (ver acción B.iv.1).

- Para **promover el uso de ecotecnologías** se deben desarrollar diferentes mecanismos de financiación para pagar las inversiones en electrodomésticos eficientes y en sub-medición y medición inteligente AMI (ver acción B.iv.4). Esto implica hacer más accesibles las tecnologías eficientes, ofreciendo mejores precios y tasas de financiación a través de la factura de energía. También es importante atar la financiación a campañas de recolección de eléctricos y electrónicos, ampliando programas de incentivos para la entrega de electrodomésticos obsoletos (ver acción B.iv.5).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se deben establecer metas específicas para la reconversión de sistemas de refrigeración que usan sustancias HFC. Esto implica desarrollar programas locales para la sustitución de estos equipos. Se podrán generar pilotos para validar la costo-eficiencia y probar algunas tecnologías.

(iii) Generación y gestión de residuos sólidos domésticos

Tabla 21. Metas. Generación y gestión de residuos sólidos domésticos

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones.	Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones, logrando que menos del 45% de los residuos lleguen a disposición final.	Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones, logrando que solo el 35% de los residuos lleguen a disposición final.	• Minvivienda • Minambiente • Gobiernos locales • Sociedad civil

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Para la gestión de los residuos sólidos se requiere desarrollar tecnologías para el manejo de residuos sólidos in situ (ver acción J.ii.5). Esto implica la ejecución de programas para promover un buen manejo de los residuos, incluyendo estrategias de reducción en la generación y de una correcta separación desde la fuente. Adicionalmente, se requiere el uso generalizado de plataformas existentes para promover el mercado de residuos a nivel multisectorial (ver acción G.ii.1), para identificar oportunidades de aprovechamiento de los residuos sólidos en otros sectores.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

Para **sensibilizar a la población** se deben desarrollar programas de sensibilización dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar campañas de concientización masiva sobre la importancia de la gestión de los residuos que expliquen además cómo son las cadenas de aprovechamiento. Así, los usuarios podrán ser más conscientes de sus acciones frente al tema. También se les deberá capacitar en las tecnologías para el manejo de residuos sólidos in situ.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para reducir la cantidad de residuos que van a disposición final, es necesaria la inversión en programas de **investigación y desarrollo**, tanto desde las empresas privadas como desde programas de apoyo del gobierno (ver acción L.iv.1 Generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

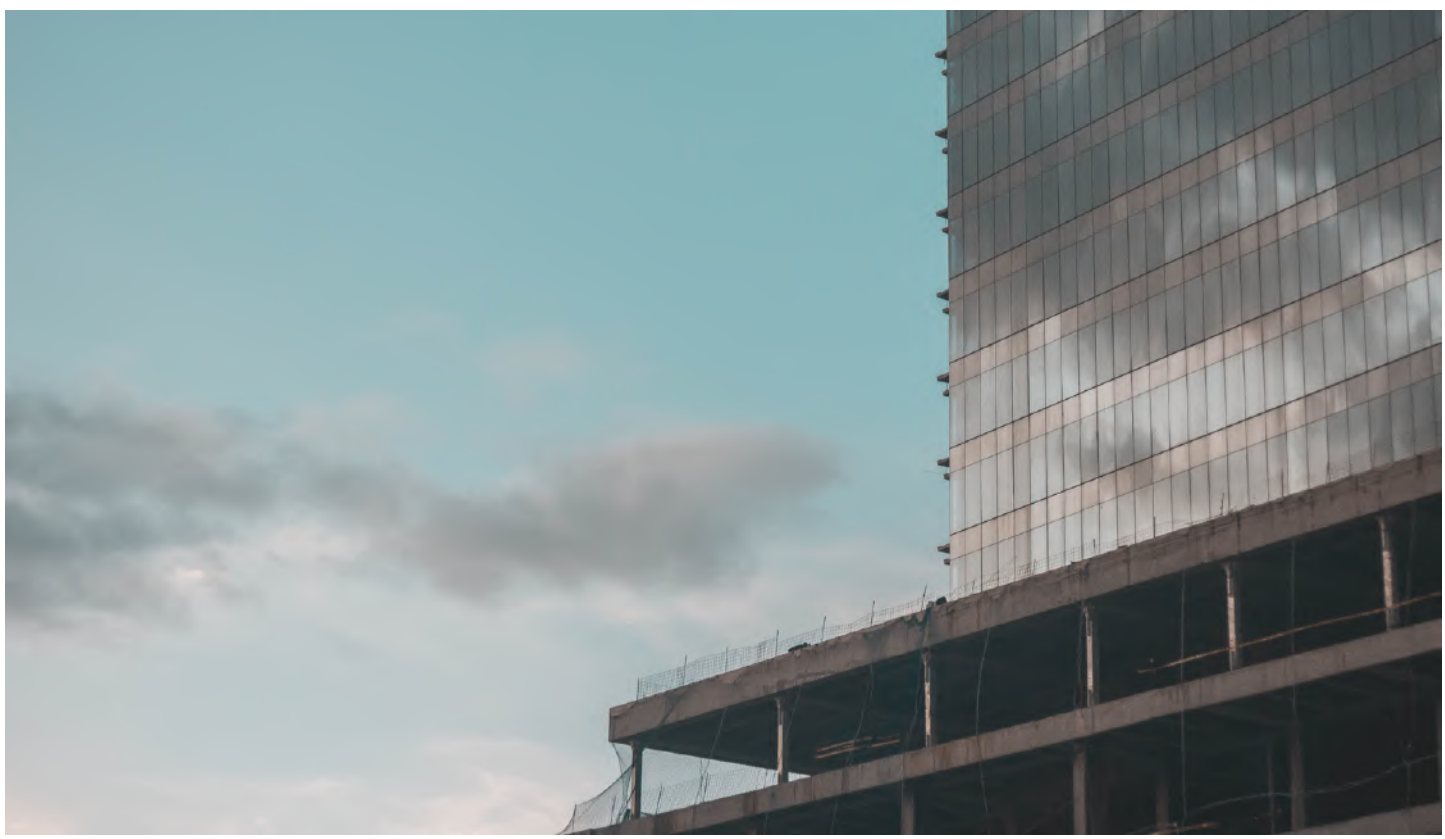
Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

La promoción del manejo de residuos sólidos in situ se debe articular con la normativa local existente y con la nueva que se vaya a desarrollar, así como con los PGIRS y otros instrumentos normativos sobre la gestión de residuos. Por otra parte, los programas de sensibilización a los usuarios finales deben promoverse desde las entidades locales y otras organizaciones que permitan llegar en un mayor público.

(iv) Proceso de remodelaciones y adecuaciones

Tabla 22. Metas. Proceso de remodelaciones y adecuaciones

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Las licencias asociadas a remodelaciones incluyen como requerimiento el cumplimiento de la Res. 0549 actualizada u otra normativa desarrollada para edificaciones neto cero.	Las licencias asociadas a remodelaciones incluyen como requerimiento el cumplimiento de la normativa para edificaciones neto cero.	N/A	• Minambiente • Minvivienda • Minhacienda • Gobiernos locales
Carbono operacional	Todos los sistemas de certificación han desarrollado un esquema neto cero carbono que incluye carbono operacional para edificaciones existentes.	N/A	N/A	• Minambiente • Minenergía • Minvivienda • Minhacienda • Gobiernos locales • Gremios de construcción
Carbono operacional	Se ha incrementado el uso de auditorías energéticas que conduzcan a un proceso de retrofit.	Existe un uso generalizado de auditorías energéticas que conduzcan a un proceso de retrofit.	El 100% de las edificaciones existentes realizan auditorías energéticas que conducen a un proceso de retrofit.	• Minenergía • Minvivienda



Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Las acciones identificadas desde política para lograr las metas de contar con mejores procesos de remodelaciones y adecuaciones están relacionadas a la inclusión de mecanismos de verificación y control, obligatorios y opcionales, para mejorar el desempeño de edificaciones existentes.

- Para la **integración de medidas de construcción sostenible** en los requisitos para procesos de remodelaciones y adecuaciones de las edificaciones existentes, se requiere desarrollar códigos de eficiencia energética para las remodelaciones (ver acción B.i.3). Esto implica incluir métodos de desempeño como modelaciones energéticas y diseños bioclimáticos que demuestren el cumplimiento del proyecto frente a los requerimientos de ahorro de energía.

- Para la **adecuación de edificaciones** se deben incluir requerimientos desde la regulación para que se realicen auditorías energéticas periódicas (ver acción B.i.4). Esto para establecer metas referentes al ahorro de energía a través de medidas de eficiencia energética y de cambios y/o adecuaciones en la infraestructura. Es necesario que los requerimientos de auditoría energética estén articulados con otros instrumentos como el código de eficiencia energética y el etiquetado de edificaciones. Igualmente, promover procesos de retrofit (obras estructurales, arquitectónicas, mecánicas o eléctricas) (ver acción B.i.5). Para que los procesos de retrofit se consoliden como una herramienta para la reducción del consumo de energía, se deben generar incentivos urbanísticos, fiscales y administrativos que faciliten la remodelación y adaptación de edificios existentes.

- Para estimular el uso de sistemas de certificación para edificaciones existentes, se deben promover certificaciones que tengan un concepto de neto cero carbono operacional para edificaciones existentes (ver acción F.i.2). Es importante generar un sistema de incentivos para diferentes actores, entendiendo los alcances de los sistemas de certificación disponibles en el mercado, y así diferenciar los beneficios de acuerdo al impacto o contribución real del proyecto.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Para **facilitar el proceso de seguimiento y monitoreo** de los procesos de remodelación y adecuación, es importante desarrollar, implementar y difundir el uso de herramientas y dispositivos como sensores, cámaras termográficas y controles, entre otros, para facilitar la ejecución periódica de auditorías energéticas en los edificios (ver acción B.ii.9).

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- Para lograr las metas antes descritas es necesario que los **administradores y operadores de bienes inmuebles** se capaciten de manera permanente en mejorar los procesos de sus edificaciones a cargo. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de administradores y operadores para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.3). Deberán desarrollar capacidades en el entendimiento de los etiquetados, las auditorías energéticas, retrofit de edificaciones, decommissioning, uso de sistemas de control, monitoreo, reporte, entre otras, para que puedan implementar las medidas más costo-eficientes que permitan mejorar el desempeño de los edificios, y eventualmente descarbonizarlos.

- Para incentivar el cambio en los procesos y tener mejores prácticas de remodelación y adecuación, es necesario desarrollar y difundir casos demostrativos de modelos de negocio y de edificios que incorporen sistemas y componentes orientados hacia la carbono neutralidad (ver acción L.iii.8). Así, se podrá demostrar su viabilidad técnica y económica, con el fin de mitigar el riesgo tecnológico y de negocio frente a inversionistas, empresarios y otros interesados.

- Para **sensibilizar a la población** se deben desarrollar programas dirigidos al usuario final sobre la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.6). Esto implica desarrollar campañas de concientización masiva sobre la importancia de la eficiencia de sus inmuebles, análisis costo beneficio de mejoramiento de envolventes, mediciones de consumo, renovación de equipos, entre otros.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para los **procesos de remodelaciones y adecuaciones con criterios de sostenibilidad**, es necesario generar disponibilidad de recursos para el desarrollo de programas orientados a vivienda VIS y VIP (ver acción F.iv.6) y vivienda rural (ver acción F.iv.7). Además, fortalecer y consolidar líneas de crédito dedicadas para el financiamiento de reformas que mejoren la sostenibilidad en edificios existentes (F.iv.12). Así mismo, es importante generar incentivos para llevar a cabo retrofits de edificios existentes (ver acción B.iv.2), con los cuales se facilite la remodelación y adaptación de edificios existentes incluyendo la realización de auditorías energéticas y las inversiones en sistemas y/o equipos eficientes con el objetivo de que se incorporen prácticas de sostenibilidad y mejoras en eficiencia energética.

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno**, especialmente de los curadores y autoridades urbanísticas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se pueden articular los incentivos del gobierno nacional con algunos locales para los proyectos de remodelaciones y adecuaciones, esto a través de la generación de incentivos urbanísticos, fiscales y administrativos, como: mayores índices, permisos expeditos, descuentos en el impuesto predial, etc. Los incentivos se pueden dinamizar a través de programas locales como Bogotá Construye Sostenible y Cali Construcción Sostenible.

Se puede promover el desarrollo de pilotos de edificaciones neto cero carbono desde los gobiernos locales y entidades públicas a manera ejemplarizante. Esto es importante para contar con pilotos y casos de éxito en diferentes zonas climáticas.

(v) Uso de energía en el proceso deconstructivo

Tabla 23. Metas. Uso de energía en el proceso deconstructivo

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la demolición de edificaciones cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.	Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.		• Minambiente • Minenergía • Mintransporte • IDEAM • ANLA • Autoridades ambientales locales • Proveedores de maquinaria • Empresas constructoras

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Desde política se identifica la necesidad de contar con **mejores estándares para la maquinaria amarilla** utilizada en procesos deconstructivos, lo que implica desarrollar lineamientos normativos para la inclusión de maquinaria de amarilla con bajos niveles de emisión (ver acción E.i.9). Para esto será necesario generar incentivos para la adquisición de maquinaria nueva, crear restricciones al ingreso de maquinaria contaminante al país y desarrollar un plan para la chatarrización de la maquinaria antigua, entre otras acciones.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde tecnología se identifica la necesidad de implementar estrategias para contar con vehículos y maquinaria de bajas emisiones o limpias (ver acción E.ii.4). Esto puede apoyarse en un sistema de incentivos que se genere a partir de cuantificar económicamente los beneficios ambientales derivados de la mejora en la calidad del aire y la disminución de los efectos derivados del cambio climático.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para **fomentar el desarrollo de tecnología limpia** y que ayude a mejorar las prácticas logísticas se debe generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1).

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

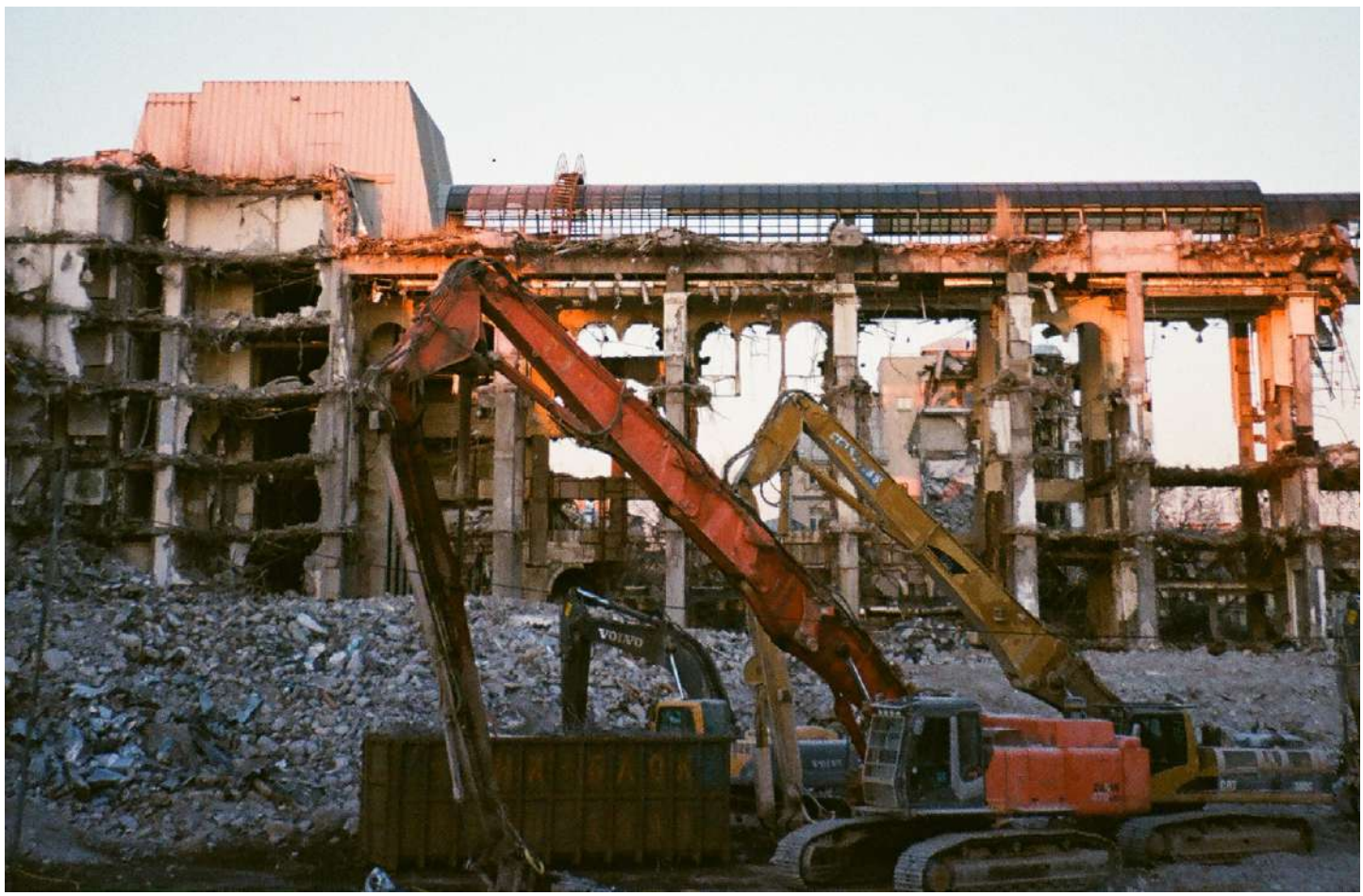
Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se deben elaborar inventarios de la maquinaria y los vehículos de carga que se utilizan a nivel local, y cuantificar las emisiones asociadas para trazarse metas desde la política y normativa local.

(vi) Aprovechamiento, reciclaje y reúso

Tabla 24. Metas. Aprovechamiento, reciclaje y reúso

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	Se ha incrementado el uso de auditorías de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	Existe un uso generalizado de auditorías de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	El 100% de las edificaciones existentes que se van a demoler realizan auditorias de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	• MinCIT • Minvivienda • Minambiente • Gobiernos locales • Sector privado
Carbono embebido	Se ha logrado que el 50% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	Se ha logrado que el 75% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	Se ha logrado que el 90% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	• MinCIT • Minvivienda • Minambiente • Gobiernos locales • Sector privado



Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Desde política se identifica que para **medir el carbono embebido** en procesos de aprovechamiento, reciclaje y reúso es necesario desarrollar y adoptar pasaportes de edificios nuevos (ver acción H.i.3) y existentes (ver acción H.i.4) que contengan la información necesaria para la recuperación, reúso o reciclaje de los materiales. Esto implica que se tenga una plataforma para la gestión de los pasaportes, que retroalimente la información necesaria para las auditorías de pre demolición, y resulte en mejores procesos de aprovechamiento.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde tecnología se identifica que para **mejorar la eficiencia de los procesos** se requiere implementar procesos de decomisionamiento (ver acción G.ii.2), creando valor a todos los actores que están involucrados. Esto implica que, desde el diseño de las edificaciones, se planteen alternativas para desmantelar las edificaciones al final de su vida útil, con estándares y protocolos de verificación que garanticen la calidad de los sistemas de segundo uso. Los organismos de normalización y control deberán garantizar que los proyectos, componentes y materiales cumplan con las características técnicas, pero deberán hacerlo de manera expedita para que esto no se convierta en un limitante para el avance en esta acción.

Acciones nacionales de desarrollo de capacidades para lograr las metas:

- Para lograr las metas antes descritas es necesario que **los responsables de las adecuaciones o reformas de inmuebles** se capaciten de manera permanente en mejorar los procesos de desmantelamiento de las edificaciones a cargo. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias de administradores y operadores para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.3). Esto implica que desarrollen capacidades en decomisionamiento y reporte para implementar medidas costo-eficientes que permitan el mayor aprovechamiento de los residuos de demolición.

- Es necesario que el **personal de obra** se capacite de manera permanente en separación, manejo y gestión de residuos de demolición. Para esto se deben generar programas de educación no formal para desarrollar las competencias necesarias del personal de obra para avanzar en la descarbonización de las edificaciones (ver acción L.iii.4). Estas capacitaciones se deben dirigir a todos los actores que participan en las obras y deben ser acreditables y requeridas en todos los proyectos. Las deberá desarrollar el SENA con el acompañamiento de universidades y entidades estratégicas con conocimiento en los temas relevantes.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Desde finanzas se identifica la necesidad de garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, para esto se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales es importante que se homologue la metodología, con el fin de lograr procedimientos y protocolos estandarizados a nivel nacional.

(vii) Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización

Tabla 25. Metas. Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional	Se aumenta de manera progresiva la gestión ambientalmente adecuada de los bancos de productos sustitutos a las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) al final de su vida útil.			• Minambiente • UTO • Acaire • CIDARE • ANDI - mesa de electrodomésticos

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Para el cumplimiento de esta meta se debe dar continuidad a los planes coordinados por la Unidad técnica de ozono, bajo los lineamientos definidos en el Protocolo de Montreal, sus enmiendas y la última de Kigali, la cual fue ratificada por Colombia en 2020.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para **fomentar la recuperación o aprovechamiento y tratamiento de residuos de sistemas de refrigeración** y ayudar a mejorar las prácticas de desmantelamiento se debe generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se deben establecer metas específicas alineadas con el inventario nacional de bancos de las SAO/HFC. Esto permitirá prevenir y reducir las liberaciones de las SAO/HFC y promover la recuperación o aprovechamiento y tratamiento de sus residuos de una manera ambientalmente adecuada con metas a tiempos definidos. Así mismo, se deberán alinear estos planes con las acciones que a nivel nacional se están implementando con la Enmienda de Kigali al Protocolo de Montreal.

(viii) Transporte de residuos de demolición

Tabla 26. Metas. Transporte de residuos de demolición

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono embebido	El 70% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI.	El 100% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI. Se han desarrollado proyectos piloto para la aplicación de nuevas tecnologías disponibles (por ejemplo, camiones que usan hidrógeno y electricidad).	Se han adoptado nuevas tecnologías de cero y muy bajas emisiones para el transporte de materiales de construcción.	• Mintransporte • Minenergía • Minambiente • Minhacienda • Autoridades locales de movilidad, ambiente y salud. • Gremio de transporte de carga • Fabricantes de materiales • Empresas de transporte • Banca comercial

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Para la reducción de emisiones asociadas al transporte y distribución de residuos de demolición se deben desarrollar requisitos en la política pública para lograr un transporte de materiales eficiente y bajo en carbono (ver acción E.i.2). Esto implica generar planes de renovación de la flota de carga a partir del establecimiento de límites máximos permisibles para los vehículos (que se incrementen en el tiempo) y programas de chatarrización, además de identificar los incentivos necesarios y otorgar plazos para la transformación de la flota. También se deben fomentar prácticas de eco-conducción, optimización de las flotas y mejoras en las operaciones logísticas. En este sentido es importante articularse con iniciativas existentes como la Estrategia Nacional de Movilidad Eléctrica y Sostenible, la NAMA de Movilidad Eléctrica, NAMA de Logística, NAMA Industria y la reglamentación de la Ley 1964 de 2019.

Acciones nacionales de tecnología para lograr las metas:

Desde tecnología se identifica la necesidad de implementar estrategias para contar con vehículos y maquinaria de bajas emisiones o limpias (ver acción E.ii.4). Algunas de las estrategias para el transporte de materiales incluyen desarrollar programas para la optimización aerodinámica de las flotas, promover la introducción de tecnología de bajas y cero emisiones, desarrollar la infraestructura necesaria de soporte para la operación de los nuevos vehículos (infraestructura de carga eléctrica y de hidrógeno), restringir el ingreso de tecnología con altos niveles de emisión, y eventualmente promover la creación de industria nacional que sea capaz de proveer la tecnología.

Acciones nacionales de finanzas para lograr las metas:

- Para **fomentar el desarrollo de tecnología limpia** y que ayude a mejorar las prácticas logísticas se debe generar disponibilidad de recursos para programas de investigación y desarrollo (ver acción L.iv.1).

- Uno de los mecanismos que permite recaudar recursos para la generación de líneas de crédito, es la **emisión de bonos**. Es importante emitir bonos climáticos soberanos (ver acción L.iv.2) y emitir bonos climáticos no soberanos y movilizar recursos hacia el sector energético y de construcción sostenible (ver acción L.iv.3).

- Para garantizar el **desarrollo de capacidades de los funcionarios del gobierno** y que se pueda llevar un control y monitoreo sobre la efectividad de las políticas generadas, se deben destinar recursos para la capacitación dentro del gobierno (ver acción L.iv.5). Como los recursos son limitados, es importante identificar sinergias entre entidades, promover proyectos de cooperación internacional y realizar alianzas con universidades y otras entidades de formación.

Acciones locales para el desarrollo de un plan de acción:

Desde los planes de acción locales se debe incluir la necesidad de generar el inventario de los vehículos de carga que se utilizan, y cuantificar las emisiones asociadas para trazarse metas desde la política y normativa local.

Asentamientos informales

La urbanización de las ciudades colombianas ha estado acompañada de procesos de producción residencial informal impulsados por la migración desde las zonas rurales, el desplazamiento forzado, la falta de control urbanístico y la incapacidad de satisfacer las necesidades habitacionales desde el mercado formal. No obstante, este tipo de asentamientos no son consecuencia exclusiva de la pobreza o fallas del mercado formal, "la informalidad comprende un universo de decisiones colectivas e individuales de las familias que necesitan satisfacer sus necesidades habitacionales" (Torres R, 2021) y que integra múltiples factores relacionados con la posibilidad de autogestionar su vivienda, la imposibilidad de acceder a financiación formal y la posibilidad de tener una vivienda que aloje a la familia y con el tiempo aporte ingresos económicos mediante el arrendamiento.

El Censo de Edificaciones (CEED) del DANE permite determinar que la proporción de viviendas sin licencia iniciadas a nivel nacional ha oscilado entre el 19 y 29% durante los últimos años (2013-2020), por lo que se estima que la proporción de viviendas informales a nivel nacional equivale al 21% del total (Hill Consulting & Universidad de los Andes, 2022). Esta proporción es bastante significativa y se vuelve crítica en ciudades como Cali donde el valor varía entre el 58 y 70%. Estos procesos tienen efectos urbanos y económicos significativos, pero también tienen efectos ambientales, ya que se realizan a costa de una degradación ambiental importante, ocupando zonas de riesgo como cauces de ríos, laderas, humedales, etc., lo que las hace más vulnerables frente a desastres naturales y el cambio climático.

Diversos factores permiten anticipar que una vivienda informal genera mayores emisiones de carbono embebido que una vivienda formal. Esto como consecuencia de ineficiencias en el diseño y construcción que se traducen en mayores consumos de materiales y de generación de RCD, uso de mayores cantidades de cemento en la producción de concreto, y la posible necesidad de realizar refuerzos estructurales a lo largo de la vida útil de la edificación (Hill Consulting & Universidad de los Andes, 2022). Un estudio del CENAC & ASOCRETO en 2012, que compara tres prototipos de vivienda informal con prototipos de vivienda VIS, concluye que las viviendas VIS presentan menores impactos ambientales (en kgCO2eq/m2) y utilizan menores cantidades de materiales (kg/m2) que las viviendas informales.

Teniendo en cuenta esto, es indudable que se necesitan tomar acciones específicas dirigidas al sector informal para lograr edificios Neto Cero Carbono en el sector residencial en Colombia. Esto implica, por un lado, la reducción de la construcción de edificaciones informales nuevas, y por otro, la adecuación de las existentes para garantizar las condiciones mínimas de habitabilidad, resiliencia, eficiencia energética, etc.

Tabla 27. Metas. Asentamientos informales

Efecto en:	2030	2040	2050	Actores involucrados
Carbono operacional Carbono embebido Resiliencia	Se ha reducido la proporción de vivienda informal a un 16% (promedio nacional), mediante el mejoramiento del acceso a viviendas de bajo costo.	Se ha reducido la proporción de vivienda informal a un 11% (promedio nacional), mediante el mejoramiento del acceso a viviendas de bajo costo.	Se ha reducido la proporción de vivienda informal a un 5% (promedio nacional), mediante el mejoramiento del acceso a viviendas de bajo costo.	• Minvivienda • Minambiente • DNP • Minhacienda • Gobiernos locales • Sociedad civil • Camacol • Academia • Instituciones financieras

Acciones nacionales de política para lograr las metas:

Para lograr esta meta es necesario desarrollar programas que faciliten el licenciamiento de viviendas y la incorporación de medidas de construcción sostenible en procesos de autoconstrucción (ver acción K.i.2). Esto implica generar programas para apoyar el proceso de diseño y licenciamiento de viviendas para personas con bajos recursos, implementar esquemas de curaduría cero y generar acompañamiento técnico para evitar ineficiencias en el uso de materiales y recursos en los procesos de construcción.

Por otro lado, es fundamental generar programas de acompañamiento y educación financiera para viabilizar el acceso a vivienda formal (ver acción K.i.3) y desarrollar esquemas alternativos para el acceso a la vivienda formal orientado a personas sin acceso a financiamiento (ver acción K.i.4). Estos dos temas son esenciales para que las familias puedan generar planes de ahorro e identificar posibles subsidios y fuentes de financiación o acceder a vivienda formal social a través del arrendamiento y/o esquemas de leasing. Es importante que la oferta de vivienda formal sea diversa e incorpore espacios que permitan su productividad, entendiendo a la vivienda como una fuente de ingresos para las familias.

Desde el punto de vista urbanístico es necesario generar mayor control e incluir lineamientos desde las herramientas de ordenamiento territorial enfocadas a la formalización de la construcción (ver acción K.i.5). Es importante que desde estos instrumentos se establezcan metas específicas para aumentar los procesos de licenciamiento y habilitar suelo para la construcción de vivienda VIS y VIP, utilizando esquemas de subsidio del suelo para evitar procesos de gentrificación (en procesos de renovación urbana) y la construcción de vivienda social exclusivamente en la periferia.

Para la vivienda de origen informal o de autoconstrucción existente es necesario incluir estrategias de sostenibilidad urbana en los programas de mejoramiento integral de barrios donde se garantice la participación e inclusión de las comunidades (ver acción K.i.1). Es decir, es necesario que dentro de los programas actuales de mejoramiento de vivienda y de barrios, se integren lineamientos de sostenibilidad y resiliencia que busquen el aumento de cobertura vegetal, la incorporación de estrategias para el manejo sostenible del agua, incorporación de medidas de eficiencia energética, electrificación de sistemas, desarrollo de infraestructura de energía limpia, huertas urbanas, etc. Es importante que los lineamientos, estrategias y herramientas que se implementen con enfoque sostenible promuevan procesos de participación ciudadana para generar apropiación e identificar oportunidades económicas para las familias alrededor de la implementación de medidas de sostenibilidad.

¿Cómo se integran la equidad y el género en esta hoja de ruta?

4

Colombia como parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC) está comprometido con implementar la integración del enfoque de género en la gestión del cambio climático en todos sus niveles. De esta manera, en los planes, políticas, programas y proyectos que responden a la mitigación y adaptación al cambio climático se busca incrementar tanto el enfoque, como su alcance. Es por esto que desde la Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono de Minambiente, con el financiamiento del NDC Support Programme, se han generado unas guías orientadoras para los sectores minero-energético; transporte; agropecuario; comercio, industria y turismo; vivienda, ciudad y territorio, y sector ambiental.

En esta hoja de ruta se ha identificado, desde planeación urbana, la importancia de tener acciones específicas para que en los instrumentos de planeación se implemente un enfoque de género que impacte directamente en las comunidades y resulte en la reducción del riesgo por cambio climático. Es de vital importancia que en el desarrollo de estos instrumentos se integre el enfoque de género en cada paso del ciclo del proyecto, con objetivos, indicadores y acciones de monitoreo que lo incorporen de manera explícita. Igualmente, en las prácticas corporativas se debe propender por la participación plena y efectiva de las mujeres y la igualdad de oportunidades de liderazgo a todos los niveles decisorios.

Por otra parte, el acceso a la energía es indispensable para garantizar equidad en el país. Esto se conoce como pobreza energética y está en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, que hace referencia a energía asequible y no contaminante. Así pues, la transición hacia energías más limpias resultará en menor vulnerabilidad al cambio climático y generación de más puestos de trabajo, si se compara con su equivalente en combustibles fósiles. Para Colombia este cambio apoyará la necesidad de responder a la suplencia de energía en zonas no interconectadas y responderá a las necesidades del tema expuestas en la misión de transformación energética y modernización de la industria eléctrica de Minenergía.

CAPÍTULO 5

El rol de las compensaciones

5

Las compensaciones son un instrumento transaccional no tangible que representa una unidad de dióxido de carbono equivalente (CO2eq), generalmente una tonelada, que un proyecto reduce, evita o secuestra, y que se negocia en forma de créditos de carbono (WorldGBC, 2021). Al ser un instrumento de mercado, es necesario que esté certificado/verificado según una norma de contabilidad de carbono reconocida internacionalmente. Estos instrumentos se utilizan para neutralizar las emisiones residuales que se generaron por una actividad, en este caso durante los diferentes procesos a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones.

Si bien en esta hoja de ruta se reconoce la importancia de que se logre neto cero carbono en las edificaciones a través de un buen diseño y especificación, y utilizando las mejores tecnologías y materiales disponibles, de acuerdo con la Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia realizada en el marco del proyecto AENCC[6], seguirá existiendo un impacto de carbono residual significativo que actualmente solo puede abordarse mediante la compensación.

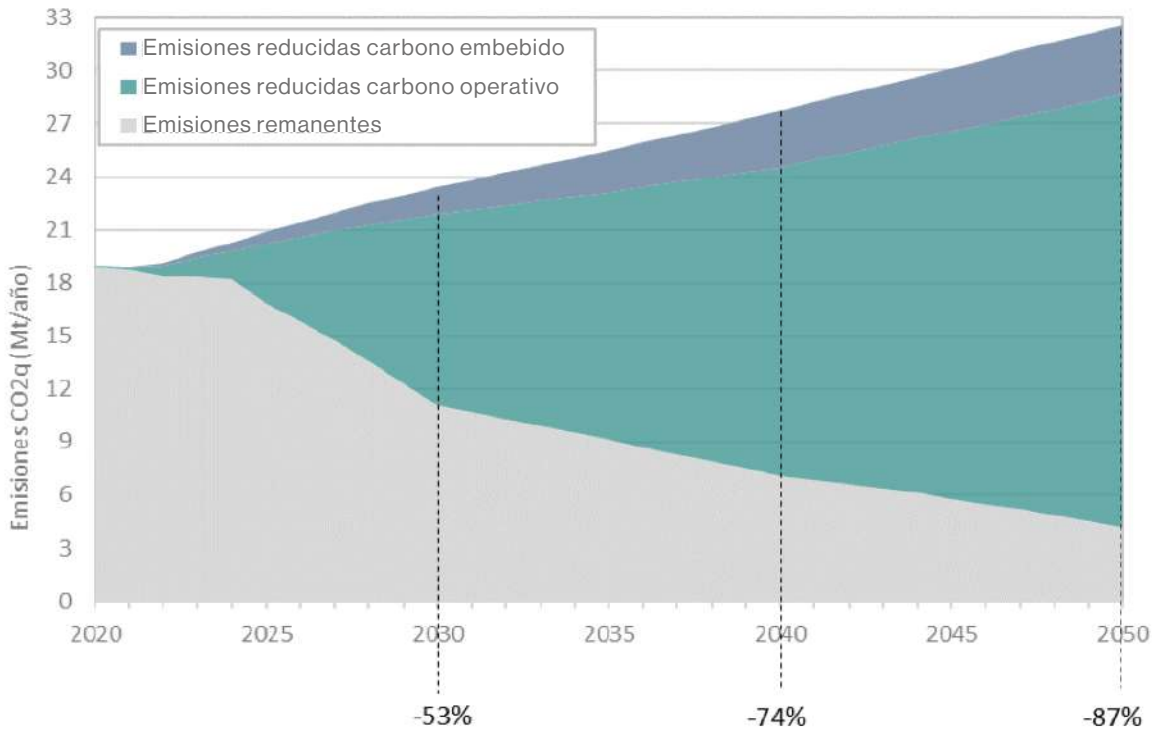


Figura 15. Emisiones GEI reducidas con el portafolio en carbono operativo y embebido. Fuente: Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2022.

6Las modelaciones se pueden encontrar en el documento *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia*, realizado por Hill Consulting y la Universidad de los Andes como parte de la consultoría para el proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono.

La franja gris en la Figura 15 muestra la magnitud de las compensaciones que se requerirían para lograr cero emisiones en los diferentes años del análisis. Específicamente, de acuerdo con este estudio, en el carbono operativo se logran porcentajes de mitigación que permiten alcanzar en gran medida las metas generales de carbono operativo propuestas por el proyecto, requiriendo solo un porcentaje pequeño de compensaciones. Por otro lado, las medidas de mitigación evaluadas para el carbono embebido no permiten alcanzar las metas de carbono embebido en ninguno de los casos. Esto implica que se requieren cambios significativos y un avance tecnológico importante que permita una mayor reducción y, por ahora, que se requiere un mayor porcentaje de compensaciones. A continuación, se evidencia la cantidad requerida de compensaciones para el logro de cada una de las metas propuestas en esta hoja de ruta:

Tabla 28. Comparación entre la mitigación lograda con el portafolio y las metas del Proyecto AENCC en carbono operacional

Año	Segmento	Meta en mitigación	Emisiones anuales línea base (MtCO2eq)	Meta en emisiones anuales (MtCO2eq)	Emisiones anuales con portafolio de mitigación (MtCO2eq)	Porcentaje alcanzado en mitigación	Emisiones residuales (MtCO2eq)
2030	Edificaciones nuevas y grandes renovaciones- Estratos 5 y 6	100%	0.87	0	0.06	93%	0.06
	Edificaciones nuevas y grandes renovaciones- Comercial e institucional	100%	1.96	0	0.39	80%	0.39
	Edificaciones nuevas y grandes renovaciones - Residencial VIS y VIP + estratos 3 y 4	40%	2.90	1.16	0.92	68%	0
	Edificaciones existentes	30%	11.07	7.75	5.20	47%	0
2040	Edificaciones nuevas	80%	10.86	2.17	1.61	85%	0
	Edificaciones existentes	70%	10.53	3.16	2.35	78%	0
2050	Edificaciones nuevas y existentes	100%	26.23	0	1.68	94%	1.68

Fuente: Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2022

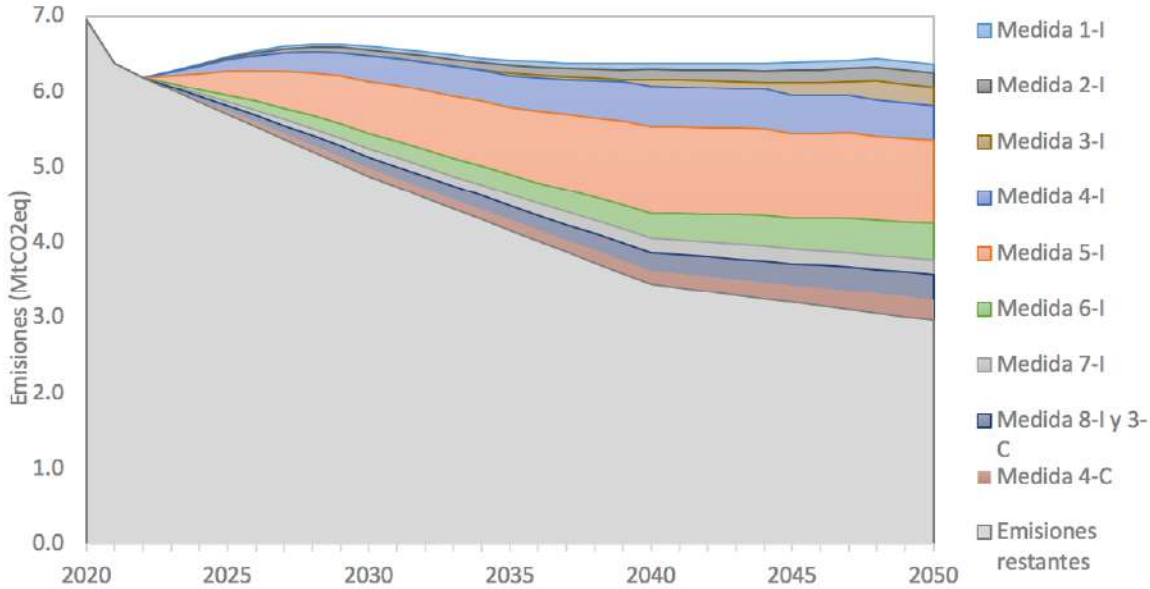


Figura 16. Escenario de mitigación - Emisiones carbono embebido. Fuente: Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2022

Tabla 29. Comparación entre la mitigación lograda con el portafolio y las metas del Proyecto AENCC en carbono embebido

Año	Segmento	Meta en mitigación	Emisiones anuales línea base (MtCO2eq)	Meta en emisiones anuales (MtCO2eq)	Emisiones anuales con portafolio de mitigación (MtCO2eq)	Porcentaje alcanzado en mitigación	Emisiones residuales (MtCO2eq)
2030	Edificaciones nuevas, obras de infraestructura y renovaciones	30%	6.60	4.62	4.87	26%	0.26
2040	Edificaciones nuevas, obras de infraestructura y renovaciones	70%	6.37	1.91	3.44	46%	1.53
2050	Edificaciones nuevas, obras de infraestructura y renovaciones	100%	6.36	0	2.96	53%	2.96

Fuente: Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia. Elaborado por la Universidad de los Andes y Hill consulting, 2022

Dicho esto, es clara la importancia de las compensaciones para lograr neutralizar las emisiones generadas a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones por lo menos a corto y mediano plazo. Es decir que, además de las estrategias de reducción de emisiones propuestas en esta hoja de ruta, y hasta que se dé una migración completa de los combustibles fósiles a lo largo de la cadena de suministro y en las diferentes actividades relacionadas con la construcción y las edificaciones, será necesario recurrir a los mecanismos de compensación.

Vale la pena mencionar que estos mecanismos pueden tener otros cobeneficios ambientales y sociales significativos y tangibles como mejoras en la calidad del aire, la recuperación de zonas deforestadas, el aumento en la biodiversidad y mejoras en la calidad de vida de comunidades vulnerables, por lo que, a la hora de adquirir créditos de carbono, es recomendable priorizar proyectos que tengan cobeneficios adicionales en línea con los ODS.

CAPÍTULO 6

Referencias para definición de metas

6

Tabla 30. Metas generales del proyecto

Efecto en:	2030		2040		2050		Referencia
	Nueva	Existente	Nueva	Existente	Nueva	Existente	
	El 100% de edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones (residencial estratos 5 y 6, y comercial e institucional) son neto cero a nivel de carbono operacional. Las edificaciones nuevas licenciadas a partir de esta fecha y grandes renovaciones (residenciales estrato 1,2, 3 y 4) logran una reducción del 40% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	Las edificaciones existentes logran una reducción mínima del 30% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	El 80% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, son neto cero a nivel de carbono operacional.	Las edificaciones existentes logran una reducción mínima del 70% de carbono operacional, con respecto a la línea base.	El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son neto cero a nivel de carbono operacional.	El 100% de edificaciones existentes son neto cero a nivel de carbono operacional.	**E2050, Opción de Transformación 28**
	Las edificaciones nuevas y grandes renovaciones logran una reducción del 30% de carbono embebido.		Las edificaciones nuevas y grandes renovaciones logran una reducción del 70% de carbono embebido.		El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones son cero emisiones a nivel de carbono embebido.		**E2050, Opción de Transformación 28**

Tabla 31 Metas asociadas al ciclo de vida y categorías de emisión

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Prácticas corporativas		Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han desarrollado su cálculo de huella de carbono y su hoja de ruta hacia la descarbonización, incluyendo alcances 1, 2 y 3.	Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han implementado sus hojas de ruta hacia la descarbonización	Las empresas de la cadena de valor del sector de la construcción han logrado la descarbonización	

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Áreas verdes y estructura ecológica principal		Los criterios del uso del suelo han sido desarrollados para: la protección de la estructura ecológica, la recuperación de ecosistemas remanentes, el incremento en la conectividad ecológica (estructural y funcional) de diferentes tipos de ecosistemas y coberturas vegetales urbanas (ej. bosques, humedales, parques), y la reducción de la degradación ambiental.	El 60% de los ecosistemas estratégicos de las ciudades priorizadas por la E2050 tienen en ejecución su restauración, rehabilitación y recuperación, para hacerle frente a la reducción del riesgo de desastres frente a amenazas de origen hidrometeorológico y contribuir a la fijación de carbono, diseñando medidas específicas para la atención de las mujeres, niños y niñas.	El 100% de los ecosistemas estratégicos de las ciudades priorizadas por la E2050 tienen en ejecución su restauración, rehabilitación y recuperación, para hacerle frente a la reducción del riesgo de desastres frente a amenazas de origen hidrometeorológico y contribuir a la fijación de carbono, diseñando medidas específicas para la atención de las mujeres, niños y niñas.	**E2050, Opción de Transformación 29**
		Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) han sido actualizados con la participación efectiva y sustantiva de mujeres en escenarios de toma de decisiones para proteger la estructura ecológica principal, aumentar la cantidad y calidad de las coberturas vegetales urbanas y peri-urbana con funcionalidad social y ecológica, que integre la gestión del riesgo climático. Se ha estimado la cobertura de árboles y el potencial de una mayor cobertura forestal urbana que contribuya a la captura de CO2 y la disminución de la incidencia de enfermedades respiratorias en el 100% de municipios de categoría especial, 50% de categoría 1 y 50% categoría 2 por debajo de los 1600 msnm	Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y Planes Básicos de Ordenamiento Territorial (PBOT) han sido actualizados con la participación efectiva y sustantiva de mujeres en escenarios de toma de decisiones para proteger la estructura ecológica principal, aumentar la cantidad y calidad de las coberturas vegetales urbanas y peri-urbana con funcionalidad social y ecológica, que integre la gestión del riesgo climático. Se logran 10 metros cuadrados de área verde por habitante en el 100% de los municipios de categoría especial y 50% de categoría 1 por debajo de los 1600 msnm.	La funcionalidad socio-ecológica es el estructurante del ordenamiento territorial y condicionante del desarrollo urbano para la reducción del riesgo por cambio climático y de daños/pérdidas en infraestructura vital urbana y suministro de servicios públicos. Se logran 10 metros cuadrados de área verde por habitante en el 100% de los municipios de categoría especial, el 100% de categoría 1 y el 50% de categoría 2 por debajo de los 1600 msnm.	**E2050, Opción de Transformación 29**
		Se han desarrollado los lineamientos y reglamentación para el cumplimiento de requerimientos de área, conectividad ecológica y calidad de la infraestructura verde en procesos de urbanización y desarrollo de espacio público.	El área, conectividad ecológica y calidad de la infraestructura verde que es requerida en los procesos de urbanización y desarrollo de espacio público se ha incrementado. Se entiende como calidad de la infraestructura verde, aquella que presta algún servicio ambiental, social y cultural: recarga de acuíferos, drenaje sostenible, disminución de islas de calor, captura y almacenamiento de GEI, etc.	En todas las ciudades se ha incrementado la cantidad, calidad y funcionalidad de la infraestructura verde pública y privada, integrando enfoque de género para impulsar los servicios ecosistémicos relacionados con captura de GEI, regulación hídrica, control de la erosión, regulación microclimática, entre otros, claves para la adaptación y la reducción del riesgo.	**E2050, Opción de Transformación 29**

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte		Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 40 a 60%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 60 a 80%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	Se han reducido los daños en la infraestructura vital y en la infraestructura asociada a energía y agua, en un 80 a 90%, por medio de la implementación de medidas de adaptación basada en el equilibrio entre infraestructura verde y gris en las áreas urbanas y peri-urbanas	**E2050, Opción de Transformación 29**
		Se han desarrollado distritos térmicos en ocho (8) ciudades, cinco (5) en ciudades principales más tres (3) en ciudades intermedias. Los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) e instrumentos de gestión del territorio permiten sectorizar y crear unidades zonales que compartan servicios y funcionalidades para habilitar el desarrollo de distritos térmicos y otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	En el 70 a 90% de las ciudades se han implementado distritos térmicos u otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	En el 100% de las ciudades se han implementado distritos térmicos u otras soluciones de climatización y/o generación de energía sostenible (distritos energéticos).	**NDC 2020 E2050, Opción de Transformación 30**
		Se ha desarrollado una normativa para que las edificaciones nuevas y proyectos urbanísticos incluyan SUDS	Se aumentan progresivamente las exigencias normativas para la generación de SUDS en los entornos urbanos.		
		Se ha aumentado el uso de luminarias de tecnología LED, solar fotovoltaica y sistemas de telegestión en los sistemas de alumbrado público	Existe uso generalizado de luminarias de tecnología LED (o mejor tecnología disponible), solar fotovoltaica y sistemas de telegestión en los sistemas de alumbrado público	Todos los sistemas de alumbrado público usan luminarias de tecnología LED (o mejor tecnología disponible), solar fotovoltaica y sistemas de telegestión	

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte		Los POT, Planes Maestros, Planes de Desarrollo Distritales y Municipales han integrado dimensiones del Desarrollo Orientado al Transporte para incrementar la participación de los modos de transporte activos, compartidos (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad. Incluyendo, acciones para mejorar el acceso para las mujeres: uso de los servicios y espacios públicos sin limitaciones ni barreras y con propuestas para una movilidad segura, fácil y asequible.	Los proyectos de revitalización de la ciudad y desarrollo de nuevas áreas utilizan un enfoque de Desarrollo Orientado al Transporte para alcanzar un porcentaje de participación del 60% de los modos de transporte activo, compartido (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad y la reducción del VKT (vehículo kilómetro viajado) en vehículos privados.	Los proyectos de revitalización de la ciudad y desarrollo de nuevas áreas utilizan un enfoque de Desarrollo Orientado al Transporte para alcanzar un porcentaje de participación del 70% de los modos de transporte activo, compartido (incluyendo el transporte público colectivo y masivo) y de micromovilidad y la reducción del VKT (vehículo kilómetro viajado) en vehículos privados.	**E2050, Opción de Transformación 27**
		90% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	100% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación y 60% de los proyectos de Vivienda de Interés Social cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	100% de los proyectos de Vivienda de Interés Prioritario cofinanciados por la Nación y 100% de los proyectos de Vivienda de Interés Social cuentan con conectividad a los sistemas de transporte urbano o a redes de transporte sostenible.	**E2050, Opción de Transformación 27**
		La infraestructura urbana, incluyendo la de transporte, utiliza materiales bajos en carbono y con otros atributos de sostenibilidad (como permeabilidad, drenaje, entre otros) para reducir los daños y pérdidas por cambio climático y fenómenos meteorológicos extremos.			
Uso de materia prima		A partir de la remodelación de edificaciones existentes se ha reducido la extracción de materias primas vírgenes.	Se reduce en un 50% el número de edificaciones proyectadas a ser demolidas por la remodelación de edificaciones existentes.		
		Se incrementa de manera progresiva la incorporación de materias primas aprovechadas en los materiales de construcción para reducir la extracción de materias primas vírgenes.			**PIGCCme**
		Se ha reducido el factor clinker-cemento llegando a una proporción del 68%.	Se ha reducido el factor clinker-cemento 7,3%, llegando a una proporción 63%.	Se ha reducido el factor clinker-cemento 10%, llegando a una proporción del 58%.	**Hill, Medida 2 - I Hoja de ruta Procemco IGC Assosiation**
		Se ha incrementado el aprovechamiento de materiales rezagados en términos de reutilización/reciclaje: vidrio, madera.	Se han logrado las siguientes tasas de aprovechamiento: 40% de plásticos, 30-40 % de vidrio, 30-40 % de madera.	Se han logrado las siguientes tasas de aprovechamiento: 50 % de concreto, 60 % de plásticos, 90 % de acero, 40-50 % de vidrio, 40-50 % de madera.	**E2050, Opción de Transformación 10**
		Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la extracción de materia prima para materiales de construcción, cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.	Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.		**NDC 2020**

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Uso de materia prima		Se reducen de manera progresiva las emisiones por la incorporación de estrategias de eficiencia energética en la extracción y procesamiento de materia prima.			**PIGCCme**
		Se reduce de manera progresiva la extracción de materias primas vírgenes a partir de la optimización del diseño de los materiales (secciones optimizadas, disminución en la cantidad de material, etc.).			
		Existe un uso generalizado de Declaraciones Ambientales de Producto (DAP).	El 100% de los materiales y productos relacionados con el sector de la construcción cuentan con DAP.	N/A	
Uso de energía y agua en el proceso de fabricación		Se ha logrado una reducción del 15% en el consumo de energía y/o emisiones en producción industrial, en el módulo correspondiente de demanda energía.	Se reduce de manera progresiva el consumo de energía y/o emisiones en la producción industrial, en el módulo correspondiente de demanda energía.		**NDC 2020** **PIGCCme**
		Se ha incrementado la eficiencia energética en la producción de ladrillo, con un crecimiento compuesto anual de 1,5%	Se reduce de manera progresiva el consumo de energía y/o emisiones en la producción de ladrillo, en el módulo correspondiente de demanda energía.		**NDC 2020**
		Se ha logrado la sustitución en un 25% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	Se ha logrado la sustitución en un 60% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	Se ha logrado la sustitución en un 80% de la demanda de energéticos fósiles en las plantas de producción de cemento, a partir del coprocesamiento (con residuos, materiales y subproductos).	**Hill, Medida 1 - I** **Hoja de ruta Procemco** **NDC 2020**
		Se aumenta progresivamente el uso de fuentes no convencionales de energía renovable en los procesos de producción de materiales de construcción.			**PIGCCme**
		Se aumenta progresivamente la electrificación de los procesos de fabricación de los materiales de construcción.			**E2050, Opción de Transformación 32** **PIGCCme**
		Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos en Colombia (meta en reducción de huella de carbono 15% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos (meta en reducción de huella de carbono 30% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción de los ladrillos (meta en reducción de huella de carbono 50% respecto al año 2020).	**Hill, Medida 5 - I**
		Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero en Colombia (meta en reducción de huella de carbono 15% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero (meta en reducción de huella de carbono 30% respecto al año 2020).	Se mejora de manera progresiva la intensidad de carbono asociada a la producción del acero (meta en reducción de huella de carbono 50% respecto al año 2020).	**Hill, Medida 4 - I**
		Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en los procesos de manufactura de los materiales de construcción.			

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Uso de energía y agua en el proceso de fabricación		Se aumenta de manera progresiva el uso de agua de fuentes alternativas en los procesos de manufactura, tales como: aguas lluvia, aguas grises y aguas postindustriales.			
Transporte y distribución		Se reducen de manera progresiva las emisiones asociadas al transporte y manejo de materiales a partir del mejoramiento de operaciones logísticas y de procesos asociados.			**NDC 2020**
		El 70% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI.	El 100% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI. Se han desarrollado proyectos piloto para la aplicación de nuevas tecnologías (por ejemplo, camiones que usan hidrógeno y electricidad).	Se han adoptado nuevas tecnologías de cero y muy bajas emisiones para el transporte de materiales de construcción.	**NDC 2020**
Selección y uso de materiales		La mayoría de edificaciones han incluido como factor de diseño el carbono embebido. Se ha reducido el uso de materiales a partir de la optimización del diseño de las edificaciones.	El carbono embebido es incluido como un factor de diseño en la totalidad de las edificaciones nuevas. Se reduce en 20% el factor de emisión del carbono embebido por la optimización del diseño de las edificaciones. La reducción es para las nuevas edificaciones respecto al año 2020.		**Hill, Medida 7 - I**
		100% de los proyectos públicos nuevos y grandes remodelaciones realizan ACV de por lo menos la estructura y envolvente.	El 100% de los proyectos nuevos de edificaciones y grandes remodelaciones realizan ACV de manera obligatoria.	N/A	
		El 20% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	El 50% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	El 60% de los materiales y componentes del proyecto por volumen son bajos en carbono embebido	**Hill, Medida 7 - I**
Prácticas y procesos de diseño y construcción		Existe un uso generalizado de diseños bioclimáticos en los proyectos.	El 100% de los proyectos realizan diseños bioclimáticos de sus proyectos.	N/A	
		Se ha incrementado el uso de metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	Existe un uso generalizado de metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	El 100% de los proyectos utilizan metodologías colaborativas en los procesos de diseño y construcción de los proyectos.	
		Se ha incrementado el uso de herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.) en los proyectos.	Existe un uso generalizado de herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.) en los proyectos.	El 100% de los proyectos utilizan herramientas de sostenibilidad (modelación energética, térmica, luz día, balance hídrico, etc.) en los proyectos.	

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Licencias y códigos de construcción sostenible		El 50% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	El 70% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	El 100% de los POT incorporan estudios de vulnerabilidad y riesgo al cambio climático/ fenómenos meteorológicos extremos, que permiten establecer medidas de adaptación y gestión del riesgo a desarrollar en los proyectos.	**E2050, Opción de Transformación 28**
		Todas las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones cumplen la Resolución 549 o código de construcción sostenible (incluye VIS, VIP, bodegas y edificios públicos), asumiendo incrementos de ahorro energético de aproximadamente el 5% cada 5 años.	Todas las edificaciones nuevas y grandes renovaciones cumplen el código de construcción sostenible cero carbono operacional y cumplen los requerimientos de carbono embebido (incluye VIS, VIP, bodegas y edificios públicos), el cual parte de los aumentos progresivos de la Resolución 549.	N/A	
Sistemas estructurales		Se aumenta de manera progresiva el uso de sistemas estructurales bajos en carbono.			
		El 1,5% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	El 3,5% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	El 6,7% de las edificaciones nuevas construidas tienen sistema estructural en sistemas maderables.	**Hill, Medida 8 - I**
Electrificación de usos finales		El 100% de edificaciones nuevas y grandes renovaciones residenciales Estratos 5 y 6, y comercial e institucional, en áreas urbanas, tienen todos sus usos energéticos finales electrificados.	Todas las edificaciones nuevas y grandes renovaciones, en áreas urbanas, tienen todos sus usos energéticos finales electrificados.	N/A	**PEN 2020-2050**
		Se ha adoptado el BAT (Best Available Technology) nacional en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	Se ha adoptado el BAT internacional en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	Se ha adoptado la mejor tecnología disponible del momento en todos los equipos y sistemas de las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones, en áreas urbanas.	**PEN 2020-2050**
		El 15% de las edificaciones nuevas residenciales han instalado paneles solares (empezando con el 10% en 2026).	El 35% de las edificaciones nuevas residenciales han instalado paneles solares.	El 50% de las edificaciones nuevas han instalado paneles solares.	**Hill, Medida 16 - O NDC 2020 E2050 opción de transformación 33 PIGCCme**
Etiquetado		Se ha implementado de manera efectiva la etiqueta de edificaciones nuevas de forma voluntaria.	Se implementa de manera obligatoria la etiqueta de edificaciones nuevas integrando huella de carbono embebido		**CONPES 3919/ PROURE**
Sistemas de certificación		Todos los sistemas de certificación han desarrollado un esquema neto cero carbono que incluye carbono operacional y embebido para edificaciones nuevas	N/A	N/A	

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Uso de energía y agua en el proceso constructivo		Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la construcción de edificaciones cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.	Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.		**NDC 2020**
		Se incrementa de manera progresiva la incorporación de FNCER como principal suministro de energía en las obras.		El 100% de la energía utilizada en obra es suministrada a partir de FNCER.	
		Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en los procesos de obra.			
		Se aumenta de manera progresiva el uso de fuentes alternativas de agua en los procesos de obra (aguas lluvia, aguas grises y aguas postindustriales).			
		Se mejora de manera progresiva la calidad de los vertimientos de las obras y se reduce su volumen.			
Generación de residuos en el proceso constructivo		Se ha aprovechado de manera efectiva un porcentaje en peso del total de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en la obra, conforme a la categoría del municipio donde esta se localice: Categoría especial 75%, Categoría 1-2-3, 60%; y categoría 4-5-6, 40%.	Se aumenta de manera progresiva el porcentaje de aprovechamiento de RCD.		**E2050, Opción de Transformación 28**
Uso de energía y agua durante la operación		Se implementa un código de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética, de forma obligatoria para edificaciones públicas y del sector terciario existentes, y de forma voluntaria para edificaciones residenciales.	Se implementa un código de construcción sostenible con requerimientos de eficiencia energética para edificaciones residenciales y se fortalece el código para edificaciones públicas y del sector terciario dando cumplimiento a un código cero.	Todas las edificaciones existentes implementan un código de construcción sostenible cero carbono operacional.	
		Las viviendas de estratos 5 y 6 existentes, han electrificado el 80% de sus usos finales. Las viviendas de estratos 1, 2,3 y 4 existentes, han electrificado el 70% de sus usos finales. Las edificaciones del sector terciario existentes, han electrificado el 80% de sus usos finales. Con esto se alcanza un 50% de participación de la electricidad a nivel sectorial.	Las viviendas de estrato 5 y 6 existentes, han electrificado el 100% de sus usos finales. Las viviendas de estratos 1, 2,3 y 4 existentes, han electrificado el 85% de sus usos finales. Las edificaciones del sector terciario existentes, han electrificado el 100% de sus usos finales. Con esto s e alcanza un 72% de participación de la electricidad a nivel sectorial.	Las viviendas de estratos 1, 2,3 y 4 existentes, han electrificado el 94% de sus usos finales. A nivel sectorial se alcanza una participación de la electricidad del 94% en 2050. El 6% remanente es participación de GLP en zonas rurales.	**PEN 2020-2050 Estado de la construcción sostenible 2021**

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Uso de energía y agua durante la operación		Se ha desarrollado una etiqueta energética de edificaciones existentes.	Se ha implementado de manera efectiva una etiqueta energética voluntaria de edificaciones existentes.	Se ha implementado de manera obligatoria la etiqueta energética de edificaciones existentes	**CONPES 3919/ PROURE**
		Se adopta de manera progresiva el BAT nacional en equipos y sistemas de las edificaciones existentes.		Se ha adoptado el BAT internacional en equipos y sistemas de las edificaciones existentes en áreas urbanas.	**PEN 2020-2050**
		Se reduce de manera progresiva el consumo de agua en la operación.			
		Se aumenta de manera progresiva el uso de fuentes alternativas de agua en la operación (aguas lluvias, aguas grises y aguas postindustriales).			
Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización		Se ha logrado la reducción del 11% de las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC.	Se reducen de manera progresiva las emisiones de GEI por el uso de productos sustitutos de las sustancias HFC.		**NDC 2020**
Generación y gestión de residuos sólidos domésticos		Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones.	Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones, logrando que menos del 45% de los residuos lleguen a disposición final.	Se han incrementado las prácticas de separación, reciclaje y compostaje en las edificaciones para disminuir la cantidad de residuos que van a disposición final provenientes de las edificaciones, logrando que solo el 35% de los residuos lleguen a disposición final.	**E2050, Opción de Transformación 26**
Proceso de remodelaciones, adecuaciones		Las licencias asociadas a remodelaciones incluyen como requerimiento el cumplimiento de la Res. 0549 actualizada u otra normativa desarrollada para edificaciones neto cero.	Las licencias asociadas a remodelaciones incluyen como requerimiento el cumplimiento de la normativa para edificaciones neto cero.	N/A	**E2050, Opción de Transformación 28**
		Todos los sistemas de certificación han desarrollado un esquema neto cero carbono que incluye carbono operacional para edificaciones existentes.	N/A	N/A	
		Se ha incrementado el uso de auditorías energéticas que conduzcan a un proceso de retrofit.	Existe un uso generalizado de auditorías energéticas que conduzcan a un proceso de retrofit.	El 100% de las edificaciones existentes realizan auditorías energéticas que conducen a un proceso de retrofit.	

Categoría	Efecto en:	2030	2040	2050	Referencia
Uso de energía en el proceso deconstructivo		Se ha reglamentado el uso de maquinaria amarilla en el país, por lo que la maquinaría utilizada en la demolición de edificaciones cuenta con estándares mínimo Tier 4 Interim o Stage IIIB.	Se incrementa de manera progresiva la exigencia del estándar, buscando llegar a la descarbonización de la maquinaria amarilla.		**NDC 2020**
Aprovechamiento, reciclaje y reúso		Se ha incrementado el uso de auditorías de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	Existe un uso generalizado de auditorías de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	El 100% de las edificaciones existentes que se van a demoler realizan auditorias de pre demolición (decomisionamiento) que conduzcan a mejores procesos de aprovechamiento.	
Aprovechamiento, reciclaje y reúso		Se ha logrado que el 50% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	Se ha logrado que el 75% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	Se ha logrado que el 90% de los residuos de demolición sean enviados a procesos de aprovechamiento.	**LEED**
Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización		Se aumenta de manera progresiva la gestión ambientalmente adecuada de los bancos de productos sustitutos a las sustancias que agotan la capa de ozono (HFC) al final de su vida útil.			**NDC 2020**
Transporte de Residuos de demolición		El 70% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país, cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI.	El 100% de las fuentes móviles terrestres con motor ciclo diésel que presten un servicio de transporte de materiales de construcción en el país cumplen con los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes, que corresponde a estándar de emisión Euro VI. Se han desarrollado proyectos piloto para la aplicación de nuevas tecnologías disponibles (por ejemplo, camiones que usan hidrógeno y electricidad).	Se han adoptado nuevas tecnologías de cero y muy bajas emisiones para el transporte de materiales de construcción.	**NDC 2020**

GLOSARIO

Análisis de Ciclo de Vida

Se trata de una metodología de evaluación ambiental que permite analizar y cuantificar los aspectos ambientales e impactos potenciales de un producto o servicio a lo largo de su ciclo de vida; es decir, de todas las etapas de su existencia.

Cadena de Valor

Se refiere a los diferentes actores que intervienen a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones.

Carbono embebido

También conocido como carbono incorporado, se refiere a las emisiones de carbono producidas en las etapas del proceso de producción de materiales, y en la construcción y deconstrucción de un edificio. Esto incluye las emisiones del suministro de materias primas, la fabricación y transporte de materiales, el proceso constructivo de un edificio, las emisiones por los procesos de deconstrucción y manejo de residuos al final de su vida útil, así como por los procesos de los materiales y procesos constructivos que se utilizan en las renovaciones, adecuaciones y reparaciones.

Carbono operacional

Se refiere a las emisiones de carbono asociadas a la energía (eléctrica y combustibles fósiles) que utiliza la edificación para operar. Adicionalmente, se pueden incluir las emisiones relacionadas con el transporte de sus ocupantes y por la generación de residuos sólidos y líquidos.

Ciclo de vida de las edificaciones

Es la secuencia de actividades o fases que comprenden la concepción, construcción, uso y deconstrucción de una edificación. La concepción incluye las etapas de planeación y diseño. La construcción incluye la extracción, fabricación, transporte, instalación de materiales y la actividad propia de construcción. El uso incluye las actividades de operación y mantenimiento del activo, y finalmente, la deconstrucción, incluye las etapas de aprovechamiento y disposición final.

Compensaciones

Una compensación es cuando se evita, reduce o elimina una emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para neutralizar una emisión que se produce en otro lugar. Las compensaciones se pueden negociar en forma de créditos de carbono, que, son un instrumento transaccional no tangible que representa una unidad de dióxido de carbono equivalente (CO_2e), generalmente una tonelada, que un proyecto reduce, evita o secuestra y está certificado/verificado según una norma de contabilidad de carbono reconocida internacionalmente. Así mismo, existen las compensaciones por emisiones evitadas (como los certificados de energía renovable), con las cuales se reduce la generación de emisiones normalmente mediante la inversión en proyectos que generen acceso a fuentes de energía renovables.

Ecotecnología

Dispositivos y herramientas que optimizan el desempeño de una edificación generando beneficios sociales, económicos y un menor uso de los recursos naturales.

Edificación neto cero carbono en su ciclo de vida

Edificación altamente eficiente y resiliente al cambio climático, que en su ciclo de vida y la interacción con el entorno genera bienestar a sus ocupantes y un balance neto de emisiones de carbono igual a cero.

Edificaciones existentes

Todo el stock existente de edificaciones. Estas deben tomar medidas principalmente sobre el carbono operacional, lo que implica mejoras en algunos sistemas y la incorporación de energías renovables para disminuir su consumo de energía y las emisiones asociadas.

Edificios con carbono embebido neto cero

Son edificios que utilizan materiales en los que se han reducido al máximo las emisiones de carbono asociadas con su extracción, manufactura, transporte e instalación tanto en la etapa de construcción de la edificación como durante la etapa de uso (mantenimiento, reparaciones, renovaciones). Así mismo, estos edificios reducen al máximo las emisiones asociadas con el consumo de energía durante los procesos de construcción, adecuación y deconstrucción del edificio, siendo altamente eficientes y/o utilizando fuentes de energía renovable. Adicionalmente, reducen al máximo las emisiones asociadas con la disposición final de residuos de construcción y demolición priorizando los procesos circulares. En caso de ser necesario y para cualquiera de las etapas mencionadas, las emisiones residuales se compensan para lograr un balance de emisiones de carbono embebidas igual a cero. Esto supone que estos proyectos contemplan la contabilización y control de las emisiones de carbono inherentes a la especificación y adquisición de insumos, materiales, procesos constructivos, procedimientos de mantenimiento y mejoras, y la disposición responsable de los residuos generados en cualquiera de estas instancias.

Edificios con carbono operacional neto cero

Son edificios cuyas emisiones de carbono resultantes del consumo de energía, ya sea eléctrica o de cualquier otro combustible consumido durante la etapa de operación, y, las resultantes del transporte de los usuarios (opcional), y por generación de residuos (opcional), se compensan con certificados de energía renovable o con créditos de carbono. En estos proyectos es importante primero reducir las emisiones al máximo siendo altamente eficientes, luego suplir la generación de energía con fuentes renovables en sitio o fuera del sitio, y finalmente utilizar la compensación de carbono para generar un balance anual de emisiones de carbono igual a cero.

Edificios con energía operacional neto cero

Son edificios altamente eficientes cuyo consumo de energía anual se suministra por medio de energía renovable en sitio o fuera del sitio. Esto quiere decir, que el proyecto tiene la opción de contar con sistemas de generación de energía propios, como lo pueden ser paneles solares o turbinas de viento en el predio donde se localiza, o la alternativa de tener acceso a este tipo de infraestructura localizada por fuera del terreno donde se encuentra construido. En caso de que existan emisiones residuales, estas se compensan con créditos de carbono o con certificados de energía renovable.

Emisiones de Alcance I

Emisiones directas de GEI que provienen de fuentes que son propiedad o están controladas por una organización como, por ejemplo, emisiones de la combustión en cocinas, calderas, hornos, vehículos, etc.

Emisiones de Alcance II

Emisiones de GEI provenientes de la generación de electricidad consumida por la organización que ésta compra a un tercero. La electricidad comprada se define como la electricidad que se compra o se introduce de otro modo en los límites organizativos de la empresa. Las emisiones de Alcance II ocurren físicamente en el lugar donde se genera la electricidad.

Emisiones de Alcance III

Emisiones indirectas que son consecuencia de las actividades de la organización, pero ocurren desde fuentes que no son propiedad de la empresa ni están controladas por ella. Algunos ejemplos de actividades de alcance 3 son la extracción y producción de materiales adquiridos, el transporte de insumos por parte de terceros, y el uso de productos y servicios vendidos.

Emisiones residuales

Son aquellas que quedan una vez que se han agotado todos los métodos viables para reducir las emisiones durante la construcción y operación. Éstas son aquellas que típicamente se compensan.

Etiquetado de edificios

Consiste en un instrumento que indica qué tan eficiente es un edificio de acuerdo con una escala determinada, de mayor a menor eficiencia. El etiquetado puede incluir indicadores de consumo energético, cantidad de carbono operacional y/o embebido de la edificación.

Gran renovación/ remodelación mayor

Edificios que pasan por un proceso de ampliación, adecuación o modificación en más del 50% del área total del edificio. Esto implica el reemplazo de los principales sistemas de la edificación como el sistema de HVAC, la envolvente, sistema eléctrico e hidrosanitario. También se puede referir a cambios en la distribución arquitectónica y procesos de reforzamiento estructural que impliquen la modificación de más del 50% del área total del edificio. Estos cambios constituyen prácticamente hacer una edificación nueva por lo que se espera que estas edificaciones cumplan las metas de carbono operacional y embebido.

Huella de carbono

Es un indicador que cuantifica la cantidad de emisiones directas e indirectas de GEI que son liberadas debido a una actividad o proceso. Este impacto está directamente relacionado con el cambio climático y sirve como herramienta para la gestión de las emisiones con el propósito de hacer un uso más eficiente de los recursos y disminuir los impactos de la actividad en cuestión. En la medición de la huella de carbono, las emisiones de GEI son cuantificadas en todas las etapas de la actividad en términos de CO_2 equivalente (CO_2eq). También se conoce como GWP (Global Warming Potencial).

Material con bajo carbono embebido

Material que demuestra a través de un Análisis de Ciclo de Vida (de por lo menos alcance de cuna a la puerta), una reducción de GWP con respecto a un material comparable o al estándar de la industria. Para esto es necesario que exista un benchmark para cada material que permita definir con precisión dicha línea base.

Metodologías colaborativas

Se refiere a metodologías que promueven la evolución de las dinámicas de trabajo de los equipos basados en la colaboración y el fortalecimiento de los canales de comunicación, para que logren llegar a acuerdos que beneficien a todas las partes interesadas y que hagan más eficientes los procesos evitando reprocesos, reduciendo conflictos entre los dueños, arquitectos, constructores, etc. Entre las metodologías colaborativas más utilizadas en la construcción se encuentran el proceso integrativo, Lean, BIM e IPD (Intregrated Project Delivery).

Rehabilitación sostenible

Edificios que pasan por un proceso de adecuación o modificación para mejorar su desempeño en términos de los consumos de agua y energía.

Resiliencia

Capacidad de adaptación de una edificación a situaciones y eventos climáticos extremos.

BIBLIOGRAFÍA

Architecture 2030. (2020). Carbon Smart Materials Palette. https://materialspalette.org/

Australian Government (2021). Australia's long-term emissions reduction plan. A whole-of-economy Plan to achieve net zero emissions by 2050. Recuperado de https://www.industry.gov.au/sites/default/files/October%202021/document/australias-long-term-emissions-reduction-plan.pdf

British Glass Manufacturers' Confederation (2014). UK glass manufacturing sector decarbonization roadmap to 2050. Recuperado de https://www.britglass.org.uk/sites/default/files/A%20clear%20future%20-%20UK%20glass%20manufacturing%20sector%20decarbonisation%20roadmap%20to%202050_summary.pdf

Building and Construction Authority (BCA) and the Singapore Green Building Council (SGBP) (2022). Singapore Green Building Masterplan

CAMACOL. (9 de Diciembre de 2021). LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA ES UN SECTOR ESTRATÉGICO PARA EL CRECIMIENTO Y LA GENERACIÓN DE EMPLEO: DNP. Recuperado el 19 de January de 2022, de Camacol: https://camacol.co/actualidad/publicaciones/revista-urbana/91/cafe-con-la-presidenta/la-construccion-de-vivienda-es-un

CCCS. (2021). Estado de la Construcción sostenible en Colombia (1 ed.). CCCS. Obtenido de https://www.cccs.org.co/wp/download/estado-de-la-construccion-sostenible/?wpdmdl=25413&refresh=61e9cb994627c1642711961

Censo Nacional de Población y Vivienda (2018) DANE. Recuperado de https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018

Consejo Nacional de Política Económica y Social CONPES (2018). Política Nacional de Edificaciones Sostenibles CONPES 3919. Recuperado de https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf

Federal Ministry for the Environment, Nature Conservation, Building and Nuclear Safety (BMUB). Climate Action Plan 2050. Principles and goals of the German government's climate policy. Recuperado de https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/klimaschutzplan_2050_en_bf.pdf

Ferro Beltrán, M. (2021). El Camino de Colombia hacia las Edificaciones Neto Cero Carbono.

GlobalABC/IEA/UNEP (Global Alliance for Buildings and Construction, International Energy Agency, and the United Nations Environment Programme) (2020). GlobalABC Regional Roadmap for Buildings and Construction in Latin America: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector, IEA, Paris

Gobierno de Costa Rica (2019). Plan Nacional de Descarbonización. Recuperado de https://cambioclimatico.go.cr/wp-content/uploads/2019/02/PLAN.pdf

Green Building Council España GBCe (2022). Hoja de ruta para la descarbonización de la edificación en todo su ciclo de vida. Recuperado de https://gbce.es/wp-content/uploads/2022/02/BuildingLife_Hoja-de-Ruta-para-la-Descarbonizacio%CC%81n-de-la-Edificacio%CC%81n.pdf

Hill Consulting & Universidad de los Andes. (2022). Medidas de mitigación y adaptación proyecto Acelerador de edificaciones Neto Cero Carbono.

Hill Consulting & Universidad de los Andes. (2022). Entregable 3: Priorización de acciones transformadoras a nivel nacional. Bogotá.

International Energy Agency IEA (2021). A roadmap for Global Energy Sector. Recuperado de https://iea.blob.core.windows.net/assets/deebef5d-0c34-4539-9d0c-10b13d840027/NetZeroby2050-ARoadmapfortheGlobalEnergySector_CORR.pdf

International Energy Agency IEA (2020). Iron and Steel Technology Roadmap. Recuperado de https://iea.blob.core.windows.net/assets/eb0c8ec1-3665-4959-97d0-187ceca189a8/Iron_and_Steel_Technology_Roadmap.pdf

International Energy Agency & Cement Sustainability Initiative IEA & CSI (2018). Technology Roadmap Low-Carbon Transition in the Cement Industry. Recuperado de https://iea.blob.core.windows.net/assets/cbaa3da1-fd61-4c2a-8719-31538f59b54f/TechnologyRoadmapLowCarbonTransitionintheCementIndustry.pdf

Ministerio de Vivienda y Urbanismo (2021). Estrategia Nacional de Huella de Carbono en el Sector Construcción. Recuperado de https://participacionciudadana.minvu.gob.cl/sites/default/files/20210611_borrador_enhcsc_formato_consulta_publica.pdf

Ministry of the Interior and Housing (2021). National Strategy for Sustainable Construction. Recuperado de https://im.dk/Media/637602217765946554/National_Strategy_for_Sustainable_Construktion.pdf

Minvivienda. (30 de Abril de 2021). La construcción de edificaciones empleó a más de un millón de colombianos en marzo de 2021. Recuperado el 19 de January de 2022, de Minvivienda: https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/la-construccion-de-edificaciones-empleo-mas-de-un-millon-de-colombianos-en-marzo-de-2021

New Zealand Government (2019). Climate Change Response (Zero Carbon) Amendment Act 2019. Recuperado de https://policy.asiapacificenergy.org/sites/default/files/Climate%20Change%20Response%20%28Zero%20Carbon%29%20Amendment%20Act.pdf

Polih Green Building Council (2021). How to descarbonise the built environment by 2050. Whole life carbon roadmap for Poland. Recuperado de https://www.worldgbc.org/sites/default/files/Whole-life-carbon-roadmap-for-Poland-2050.pdf

The European Ceramic Industry Association (2021). Ceramic Roadmap to 2050. Continuing our path towards climate neutrality. Recuperado de https://teglasszovetseg.hu/wp-content/uploads/2022/01/2021-11-17-ceramic-roadmap-to-2050.pdf

The Net Zero Carbon Buildings Commitment. (s.f.). Recuperado el 19 de enero de 2022, de World Green Building Council: https://www.worldgbc.org/thecommitment

Torres R, J. E. (2021). La eficiencia en la producción residencial formal e informal. Noticreto(163), 54-56.

Universidad de los Andes y Hill consulting. (2021). Línea base de emisiones GEI de las edificaciones. Bogotá.

UK Green Building Council UKGBC (2021). Net Zero Whole Life Carbon Roadmap for the Built Environment. Recuperado de https://www.ukgbc.org/ukgbc-work/net-zero-whole-life-roadmap-for-the-built-environment/

World Business Council for Sustainable Development & WRI. The Green House Gas Protocol, revised edition. Recuperado el 26 de abril de 2022, de https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf

World Economic Forum WEF (2016). The New Plastics Economy, Rethinking the future of plastics. Recuperado de https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf

World Green Building Council WGBC (2021). Advancing Net Zero Whole Life Carbon: Offsetting Residual Emissions from the Building and Construction Sector. https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero-whole-life-carbon

World Green Building Council WGBC (2019). Bringing embodied carbon upfront. https://www.worldgbc.org/sites/default/files/WorldGBC_Bringing_Embodied_Carbon_Upfront.pdf

World Resources Institute WRI (2019). Aceleración de la descarbonización de edificios: ocho vías de política alcanzables para edificios con cero emisiones de carbono para todos. Recuperado de https://www.wri.org/research/accelerating-building-decarbonization-eight-attainable-policy-pathways-net-zero-carbon?utm_campaign=WRIEnergy&utm_source=ZCBlaunch=email&utm_content=text

ANEXOS

A. Metodología de desarrollo de la hoja de ruta

B. Definición acciones transformadoras de primer nivel

C. Lista de acciones transformadoras de segundo nivel

El futuro
es de todos
Gobierno
de Colombia

UNEP
gef
CCCS
Consejo Colombiano de
Construcción Sostenible
WORLD
RESOURCES
INSTITUTE