

# Metodología de Seguimiento de la Hoja de Ruta de Edificaciones Neto Cero Carbono

## Informe técnico – Aproximación para Cali



(Archivo Hill, 2022)

Marzo, 2023



Preparado por



**Metodología de Seguimiento de la Hoja de Ruta de  
Edificaciones Neto Cero Carbono**

**Aplicación para el Plan de Acción Local de Cali**

**Autores:**

Mónica Espinosa  
Jose Pacheco  
Sebastián Larrahondo  
Juan F. Franco



## Contenido

1. Introducción .....	4
1.1. Plan de Acción para lograr edificaciones neto cero carbono en Santiago de Cali.....	6
2. Diseño de la metodología de seguimiento .....	7
2.1. Revisión de literatura .....	7
2.2. Revisión de políticas en acción climática .....	10
3. Estructura del sistema de monitoreo .....	11
3.1. Primera categoría de monitoreo.....	14
3.2. Segunda categoría de monitoreo.....	24
3.3. Tercera categoría de monitoreo .....	27
4. Operación del sistema de monitoreo de la Hoja de Ruta .....	28
4.1. Determinación de los indicadores en los periodos de monitoreo.....	28
4.2. Frecuencia de monitoreo.....	29
4.3. Buenas prácticas en aseguramiento de la calidad de los datos.....	30
5. Herramientas para el monitoreo de la Hoja de Ruta .....	31
5.1. Herramientas para la primera categoría de monitoreo.....	31
5.2. Herramienta para la segunda categoría de monitoreo .....	36
5.3. Herramienta para la tercera categoría de monitoreo .....	37
6. Próximos pasos y recomendaciones.....	38
Referencias.....	42
Anexos.....	44
Anexo 1. Herramienta de monitoreo de mitigación de emisiones GEI .....	44
Anexo 2. Herramienta de monitoreo primera categoría .....	44
Anexo 3. Herramienta de monitoreo segunda categoría .....	44
Anexo 4. Herramienta de monitoreo tercera categoría .....	44
Anexo 5. Fichas metodológicas subindicadores GEI de ICI tipo A .....	44



## 1. Introducción

Debido a la relevancia que tiene el sector de la construcción y las edificaciones en la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en Colombia, el Proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono (AENCC)<sup>1</sup> propuso la Hoja de Ruta (HR-ENCC) para trazar el camino hacia su descarbonización (CCCS, 2022).

La HR-ENCC define 67 metas, incluyendo metas en reducción de emisiones GEI, en carbono operacional, carbono incorporado y resiliencia. Las metas están agrupadas en seis categorías de acción: (i) Prácticas corporativas, (ii) Planeación urbana, (iii) Materiales, (iv) Edificaciones nuevas, (v) Edificaciones existentes, y (vi) Asentamientos informales. A su vez, las categorías de acción están divididas en cuatro ejes habilitadores: (i) Política, (ii) Tecnología, (iii) Construcción de capacidades y (iv) Finanzas. Las acciones propuestas por la HR-ENCC se categorizan en 12 grandes temáticas de trabajo, denominadas acciones transformadoras de primer nivel: (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. Para las acciones de primer nivel, la HR-ENCC define 163 acciones específicas, denominadas acciones transformadoras de segundo nivel. En la Figura 1 se presenta la estructura de la HR-ENCC.

Para hacer seguimiento a la implementación, resultados e impacto de la Hoja de Ruta, se diseñó la metodología de monitoreo que se presenta en este reporte técnico. La metodología de monitoreo permite conocer el avance trazado por la HR-ENCC hacia la descarbonización del sector de las edificaciones a nivel nacional y a nivel local. Esta metodología está en línea con los objetivos nacionales de seguimiento a la mitigación de emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y adaptación al cambio climático.

El monitoreo a la HR-ENCC es un ejercicio que implica la participación de múltiples actores del sector público y privado, mediante el seguimiento a acciones e impactos de diferentes sectores de la economía nacional que tienen influencia en las emisiones del ciclo de vida de las edificaciones del país y en adaptación. La propuesta de monitoreo se basa en sistemas de información existentes en el país, y propone la creación de nuevos instrumentos que permitan continuar fortaleciendo las capacidades en monitoreo y documentación de los procesos de descarbonización de las edificaciones.

El alcance de este trabajo es el planteamiento metodológico del sistema de monitoreo, la identificación de fuentes de información disponibles y las necesidades en sistemas de información, la identificación de los actores que estarían involucrados en el seguimiento de la Hoja de Ruta, la generación de cuatro herramientas para desarrollar el monitoreo según esta propuesta y la identificación de los pasos siguientes para el fortalecimiento del monitoreo de la Hoja de Ruta.

---

<sup>1</sup> El Proyecto Acelerador de Edificaciones Neto Cero Carbono es liderado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), ha contado con la participación de múltiples actores y la asesoría de un comité asesor. Hacen parte de los actores principales: Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (MinVivienda), Ministerio de Minas y Energía (Minenergía), Departamento Nacional de Planeación (DNP), representantes de Bogotá y Cali, Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL) y el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), este último como líder técnico del proyecto. El proyecto es financiado por el Global Environment Facility (GEF), la agencia ejecutora es la UN Environment Programme (UNEP). Es implementado a nivel global por el World Resources Institute (WRI) y en Colombia por el CCCS.

En una estrategia de largo plazo como es el caso de la HR-ENCC, es posible que vayan surgiendo nuevas alternativas para la descarbonización de las edificaciones diferentes y adicionales a las previstas en la primera versión de la Hoja de Ruta. Por lo tanto, el monitoreo también tiene como finalidad aportar información para que se vayan incorporando los ajustes y actualizaciones necesarias a la Hoja de Ruta y al sistema mismo de monitoreo.



Figura 1. Estructura de la Hoja de Ruta.

Fuente: (CCCS, 2022).

En la Sección 1.1 del documento se presenta una descripción del Plan de Acción de Local de Cali y sus implicaciones para el monitoreo respecto a la HR-ENCC de nivel nacional. En la Sección 2 se explican los principios y recomendaciones identificados a partir de la revisión de referencias nacionales e internacionales utilizadas como guía para estructurar el sistema de monitoreo de Hoja de Ruta. En la Sección 3 se expone la estructura de monitoreo y se presentan los indicadores para hacer seguimiento a la Hoja de Ruta. En la Sección 4 se hace una propuesta sobre la metodología de determinación de los indicadores para el monitoreo, su frecuencia de medición y se presentan recomendaciones en gestión de la información. En la Sección 5 se presentan las herramientas que facilitan el proceso de recopilación y análisis de los resultados del seguimiento a la implementación de la HR-ENCC. En la Sección 6 se presentan



los próximos pasos y recomendaciones finales para una implementación exitosa del sistema de monitoreo a nivel nacional y local.

### 1.1. Plan de Acción para lograr edificaciones neto cero carbono en Santiago de Cali

Cali formuló en el año 2022 su plan de acción para lograr edificaciones neto cero carbono (Alcaldía de Santiago de Cali, 2022) (ver Figura 2). El plan propone como metas que para el año 2030 las edificaciones nuevas tengan cero emisiones netas de carbono operacional y todos los edificios tengan cero emisiones netas de carbono en su ciclo de vida completo para el año 2050. El plan de Cali fue formulado bajo la orientación de la HR-ENCC nacional y por lo tanto sigue la misma estructura. La diferencia principal entre la Hoja de Ruta y el plan de acción de Cali, es que la Hoja de Ruta nacional comprende 163 metas transformadoras de segundo nivel, y el plan de Cali propone 66. En la Tabla 1 se presenta el número de metas que contiene el plan de acción de Cali por categoría y subcategoría.

*Tabla 1. Número de metas por categoría y subcategoría de acción del plan de acción de Cali.*

Categoría Acción	Sub-Categoría Acción	Metas
1. Prácticas Corporativas	1. Prácticas Corporativas	1
2. Planeación Urbana	2.1. Áreas verdes y estructura ecológica principal	3
	2.2. Espacio público, infraestructura urbana y sistemas de transporte	7
3. Materiales	3.1. Uso de materia prima	8
	3.2. Uso de energía y agua en el proceso de fabricación	9
	3.3. Transporte y distribución	2
4. Edificaciones Nuevas	4.1. Selección y uso de materiales	3
	4.2. Prácticas y procesos de diseño y construcción	3
	4.3. Licencias y códigos de construcción sostenible	2
	4.4. Sistemas estructurales	2
	4.5. Electrificación de los usos energéticos finales	3
	4.6. Etiquetado	1
	4.7. Sistemas de certificación	1
	4.8. Uso de agua y energía en el proceso constructivo	3
	4.9. Generación de residuos en el proceso constructivo	1
5. Edificaciones Existentes	5.1. Uso de agua y energía durante la operación del proyecto	6
	5.2. Emisión de gases refrigerantes por sistemas de enfriamiento o climatización	1
	5.3. Generación y gestión de residuos sólidos domésticos	1

Categoría Acción	Sub-Categoría Acción	Metas
	5.4. Proceso de remodelaciones y adecuaciones	3
	5.5. Uso de energía en el proceso deconstructivo	1
	5.6. Aprovechamiento, reciclaje y reúso	2
	5.7. Emisión de gases refrigerantes en la disposición final de los equipos de enfriamiento o climatización	1
	5.8. Transporte de residuos de demolición	1
6. Asentamientos informales	6.1. Asentamientos informales	1
<b>Total metas</b>		<b>66</b>

Fuente: elaboración propia a partir de (Alcaldía de Santiago de Cali, 2022).

A partir de la propuesta de monitoreo diseñada para la escala nacional, se deriva la propuesta para la escala local.

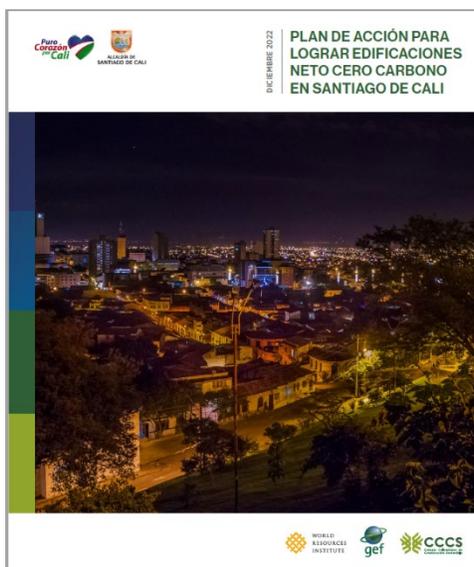


Figura 2. Portada del documento de Hoja de Ruta Local de Cali.

## 2. Diseño de la metodología de seguimiento

### 2.1. Revisión de literatura

Para el diseño de la metodología de seguimiento a la implementación de la HR-ENCC se hizo una revisión de documentos técnicos internacionales (Figura 3) y nacionales (Figura 4) sobre el seguimiento a políticas públicas, monitoreo de programas de mitigación y metodologías de seguimiento a los resultados en reducción de emisiones GEI.

<b>Referencias internacionales para el monitoreo de políticas públicas y programas en cambio climático</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>WRI, 2014:</b> Estándar de política y acción: un estándar de contabilidad y presentación de reportes para realizar un estimado de los gases de efecto invernadero resultantes de las políticas y acciones.</li><li>• <b>WRI, C40 &amp; ICLEI, 2021 (Versión 2.1):</b> Greenhouse Gas Protocol: Community Scale Greenhouse Gas Emissions Inventories.</li><li>• <b>GWBC, 2019:</b> WorldGBC Net Zero Carbon Buildings Commitment – Detailed guidance.</li><li>• <b>Fujiwara et al., 2019:</b> The practice of climate change policy evaluations in the European Union and its member states: results from a meta-analysis.</li></ul>

*Figura 3. Revisión de referencias internacionales.*

<b>Referencias nacionales para el monitoreo de políticas públicas y programas en cambio climático</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>DNP, 2022:</b> Metodología del esquema de seguimiento y reporte a las metas y medidas de la Ley 2169 de 2021 y la NDC actualizada 2020.</li><li>• <b>DNP, 2018:</b> Guía para la construcción y análisis de indicadores.</li><li>• <b>DNP, 2014:</b> Guía metodológica para el seguimiento y evaluación a las políticas públicas.</li></ul>

*Figura 4. Revisión de referencias nacionales.*

Se exponen a continuación los aspectos más relevantes de la revisión de estudios previos y metodologías, los cuales fueron considerados para la propuesta metodológica para hacer seguimiento a la HR-ENCC.

- Las metodologías de monitoreo propuestas por WRI, C40 e ICLEI (Fong et al., 2021) se basan en la teoría de la cadena de valor. El DNP también recomienda el seguimiento a las políticas públicas basado en la teoría de la cadena de valor. La cadena de valor es la relación secuencial y lógica entre insumos, actividades, productos y resultados en la que se añade valor a lo largo del proceso de transformación total (DNP, 2018a). Para esto DNP recomienda el uso de diferentes tipos de indicadores teniendo en cuenta los eslabones de la cadena de valor (ver Figura 5) y un diseño de indicadores siguiendo los criterios básicos de calidad CREMAS, los cuales se refieren a sus atributos: claros, relevantes, económicos, medibles, adecuados y sensibles (DNP, 2018a).

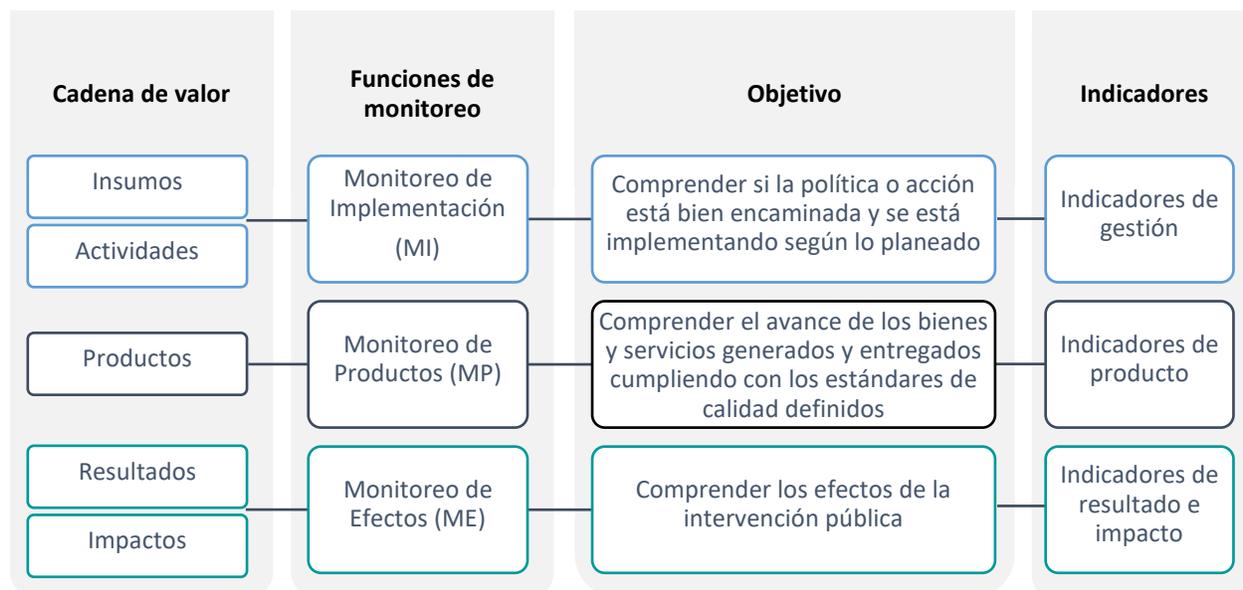


Figura 5. Indicadores y su relación con la cadena de valor.

Fuente: Elaboración propia a partir de (DNP, 2018a; WRI, 2014a).

- Una recomendación del meta-análisis de evaluaciones a políticas de cambio climático en la Unión Europea (Fujiwara et al., 2019) es la inclusión de criterios como justicia y legitimidad en las evaluaciones ex post, ya que permiten de mejor manera entender los efectos e impactos de las políticas en cambio climático. Los autores recomiendan que el monitoreo vaya más allá de los temas de gestión e impacto en emisiones GEI.
- El estudio de la Unión Europea (Fujiwara et al., 2019) hace énfasis en la importancia de permitir que múltiples actores hagan parte de los procesos de evaluación de las políticas en cambio climático. Contar con puntos de vista de actores diversos relacionados con los programas de cambio climático da a los tomadores de decisión información más completa para hacer mejoras a los programas. Esto se considera un punto relevante en el monitoreo de la HR-ENCC dada la cantidad de actores que intervienen en su implementación.
- Diferentes autores coinciden en que la selección de los criterios de monitoreo es un proceso que responde al contexto local (Fujiwara et al., 2019).
- Otro punto que se resalta del meta-análisis para la Unión Europea (Fujiwara et al., 2019) es la transparencia en el monitoreo, el cual se puede fortalecer a través de diferentes estrategias como por ejemplo, mediante la publicación de los informes periódicos con los resultados del monitoreo y evaluación en la implementación de la HR-ENCC.
- Lograr una metodología práctica de monitoreo implica: (i) minimizar que se duplique trabajo con otros sistemas de seguimiento existentes; (ii) lograr el seguimiento con una carga mínima extra

para las instituciones encargadas de la recopilación y análisis de la información; (iii) por lo general involucra la agregación de múltiples aspectos diferentes en pocos indicadores (Mills-Knapp et al., 2019).

## 2.2. Revisión de políticas en acción climática

Un aspecto clave en el desarrollo de esta metodología de seguimiento a la HR-ENCC fue la revisión de programas y políticas nacionales en acción climática. Esto se realizó para identificar los puntos comunes con la HR-ENCC y así poder utilizar las instancias de seguimiento y monitoreo de dichas políticas en favor del monitoreo de la HR-ENCC.

Los programas y políticas revisados fueron los siguientes: i) Ley 2169 de 2021, también conocida como Ley de Acción Climática (LAC) (Ministerio de Medio Ambiente, 2022); ii) Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de Colombia (Gobierno de Colombia, 2020); y el Registro de NAMAS (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2022).

Es importante mencionar que la Ley de Acción Climática es uno de los instrumentos más importantes para la gestión climática en el País. Según como lo define Minambiente, la Ley tiene 6 títulos y 29 artículos, entre los que se encuentran las metas nacionales para la carbono neutralidad y la resiliencia climática; las medidas para el logro de las metas del país en materia de mitigación del cambio climático; las disposiciones para la promoción y el desarrollo de los mercados de carbono y la implementación, seguimiento y financiación de las mismas, entre otros aspectos (Ministerio de Medio Ambiente, 2022).

En este sentido, se prevé que sobre la Ley de Acción Climática se realice un seguimiento efectivo y constante por parte del Gobierno Nacional, dado que el monitoreo es parte de las disposiciones de la misma Ley. Para el diseño metodológico de monitoreo de la HR-ENCC se revisaron las metas e indicadores que el Departamento Nacional de Planeación (DNP) ha establecido de manera preliminar para el monitoreo de la Ley, con la finalidad de identificar cuáles de esos indicadores también podrían ser utilizados para el monitoreo de la HR-ENCC. De esta revisión se identificaron siete indicadores comunes. El sistema de monitoreo de la HR-ENCC a su vez contribuye al seguimiento de la Ley de Acción Climática, en particular a través del seguimiento a la reducción de emisiones GEI y la carbono-eficiencia de diferentes sectores relacionados con las edificaciones. Es importante que más adelante se revise la versión final del sistema de seguimiento de la Ley de Acción Climática, ya que a la fecha no se ha consolidado su versión definitiva.

La mayoría de las medidas de la Hoja de Ruta están alineadas con las líneas estratégicas de la Ley de Acción Climática. Esto en gran parte tiene que ver con la integralidad de la HR-ENCC, que reconoce acciones que son necesarias desde diferentes sectores de la economía nacional para poder lograr la carbono-neutralidad de las edificaciones en su ciclo de vida. Sin embargo, se identifican algunos elementos específicos que son de relevancia para la HR-ENCC y que no se presentan de manera explícita en la Ley de Acción Climática, es el caso de medidas relacionadas con la renovación de edificaciones, etiquetado y certificación de edificaciones; líneas estratégicas relacionadas con la formalización del sector de la construcción; y líneas de acción que abarquen la generación de herramientas de monitoreo de mitigación y adaptación para el sector de las edificaciones, aunque es muy probable que este tipo de herramientas se estén contemplando

como parte de las líneas generales de acción en MRV para el país. De este análisis se identifica la pertinencia de contar con herramientas complementarias de monitoreo para el sector de las edificaciones. Además, porque el enfoque que propone la Hoja de Ruta involucra múltiples sectores de manera integral, tanto para la gestión de las emisiones de las edificaciones como para su seguimiento, mientras que en la Ley se percibe un enfoque sectorial, segmentado por ministerios.

Un aspecto adicional que se identificó mediante la revisión de las políticas nacionales es que la NDC no presenta de manera explícita líneas de acción relacionadas con construcción de capacidades técnicas en mitigación de emisiones GEI de las edificaciones, ni presenta acciones sobre responsabilidad extendida a los productores de materiales en términos de recolección al final de la vida útil o recuperación de materiales usados.

Finalmente, en cuanto al Registro de NAMAs, en donde se tienen nueve acciones registradas<sup>2</sup> por parte de Colombia, se identifican tres directamente relacionadas con los objetivos de la HR-ENCC y de las cuales podría esperarse que a futuro cuenten con sistemas de monitoreo (Tabla 2). En caso de su creación, estos sistemas resultarían complementarios para el seguimiento de la HR-ENCC.

*Tabla 2. NAMAs registradas por parte del Gobierno Colombiano a octubre 2022.*

Código	Nombre	Estado
NS 127	Colombia TOD NAMA	En búsqueda de apoyo para implementación
NS 218	NAMA colombiana para la refrigeración doméstica	En búsqueda de apoyo para implementación
NS 221	Eficiencia energética en el alumbrado público	En búsqueda de apoyo para implementación

*Fuente: elaboración propia.*

El Plan de Acción Local de la HR-ENCC de Cali está alineado con otros instrumentos locales de gestión del cambio climático (v.g., Plan Integral de Cambio Climático para el Valle del Cauca PICC, Plan Integral de Gestión de Cambio Climático PIGCC de Cali adoptado mediante Decreto 2039 de 2020, Plan de Ordenamiento Territorial de Cali adoptado mediante Acuerdo 0373 de 2014, documento preliminar del Manual de Construcción Sostenible), por lo que se espera que la metodología de monitoreo del Plan de Acción y su aplicación puedan contribuir al seguimiento y gestión del cambio climático en la región.

### 3. Estructura del sistema de monitoreo

La estructura del sistema de monitoreo de la HR-ENCC se diseñó considerando i) el marco conceptual de la cadena de valor propuesto por el Departamento Nacional de Planeación (2018) para el seguimiento a las

<sup>2</sup> A fecha de octubre 2022.

políticas públicas; ii) la estructura y objetivos de los diferentes elementos que conforman la HR-ENCC; y iii) las recomendaciones del Estándar de Política y Acción de la iniciativa Greenhouse Gas Protocol (WRI, 2014b).

El sistema de monitoreo propuesto para la HR-ENCC se basa en el uso de indicadores de implementación, producto, resultado e impacto (ver Tabla 3). Los indicadores son expresiones cuantitativas sobre aspectos observables y verificables que permiten describir características, comportamientos o fenómenos de la realidad, lo cual se logra a través de la medición de una variable o una relación entre variables (DNP, 2018). Los indicadores pueden ser absolutos (v.g., número de viviendas, habitantes o área construida) o basados en intensidad (v.g., t CO<sub>2eq</sub>/t material) (WRI, 2014b).

*Tabla 3. Indicadores y su relación con la cadena de valor.*

Eslabón de la cadena de valor		Tipo de indicadores	Objetivo del indicador	Función de monitoreo
Insumos		Indicadores de implementación	Cuantificar y medir la cantidad de insumos utilizados y los recursos que intervienen en la implementación de la HR-ENCC, tales como el financiamiento.	Monitoreo de implementación
Actividades		Indicadores de implementación	Cuantificar y medir actividades administrativas y de gestión necesarias para la implementación de la HR-ENCC.	Monitoreo de implementación
Productos		Indicadores de producto	Cuantificar y medir los bienes y servicios entregados por la HR-ENCC, así como cuantificar sus beneficiarios.	Monitoreo de producto
Resultados	Efectos en emisiones GEI	Indicadores de resultado e impacto	Cuantificar y valorar los cambios en las emisiones de GEI de fuentes o absorciones por sumideros derivados de los efectos de la HR-ENCC.	Monitoreo de efectos
	Otros efectos de la HR-ENCC	Indicadores de resultado e impacto	Cuantificar y valorar los cambios ambientales, sociales y económicos. Estos cambios incluyen, entre otros, los cambios en comportamiento, tecnologías, procesos, prácticas, generación de conocimiento y cualquier otro distinto a los cambios en las emisiones de GEI derivados de la HR-ENCC.	Monitoreo de efectos

Indicadores de implementación: El término indicadores de implementación se tomó del Estándar de Política y Acción de la iniciativa Greenhouse Gas Protocol (2014) y es equivalente al término “indicadores de gestión” de la guía para la construcción y análisis de indicadores del DNP (2018).

*Fuente: elaboración propia a partir de (DNP, 2018a; WRI, 2014a).*

El sistema de monitoreo de la HR-ENCC se estructuró en tres categorías (ver Figura 6).

La primera categoría da cuenta de los resultados e impactos en mitigación y adaptación al cambio climático. Los indicadores abarcan efectos en reducción de la huella de carbono incorporado y operativo de las edificaciones en todo el ciclo de vida, así como en la adaptación del sector a los impactos del cambio climático. Esta categoría permite hacer monitoreo a los objetivos fundamentales de la HR-ENCC. La primera categoría está conformada por cinco indicadores, de los cuales tres provienen de la Ley de Acción Climática.

La segunda categoría de monitoreo está conformada por indicadores de implementación y de producto para cada una de las seis categorías de acción de la Hoja de Ruta, y en equidad. La priorización de los indicadores para cada categoría se realizó identificando cuál es el eslabón de la cadena de valor en que resulta clave concentrarse en el corto y mediano plazo. Para esta categoría se buscó minimizar la información de seguimiento necesaria para saber si se está avanzando según lo planteado por la Hoja de Ruta. Para la segunda categoría se seleccionaron 12 indicadores, de éstos 11 provienen de sistemas de información existentes a nivel nacional y local.

La tercera categoría es la más extensa porque tiene como objetivo hacer una revisión del estado de las 163 acciones de segundo nivel que plantea la Hoja de Ruta, y de las 66 definidas a nivel local. El monitoreo de la tercera categoría permite hacer seguimiento a la HR-ENCC y revisar el estado de gestión de política pública para la descarbonización de las edificaciones. A diferencia de la primera y segunda, la tercera no está conformada por indicadores, sino por un listado de las acciones sobre las cuales se evalúa el progreso.

En las siguientes subsecciones se presenta información más detallada de las tres categorías de monitoreo de la HR-ENCC.

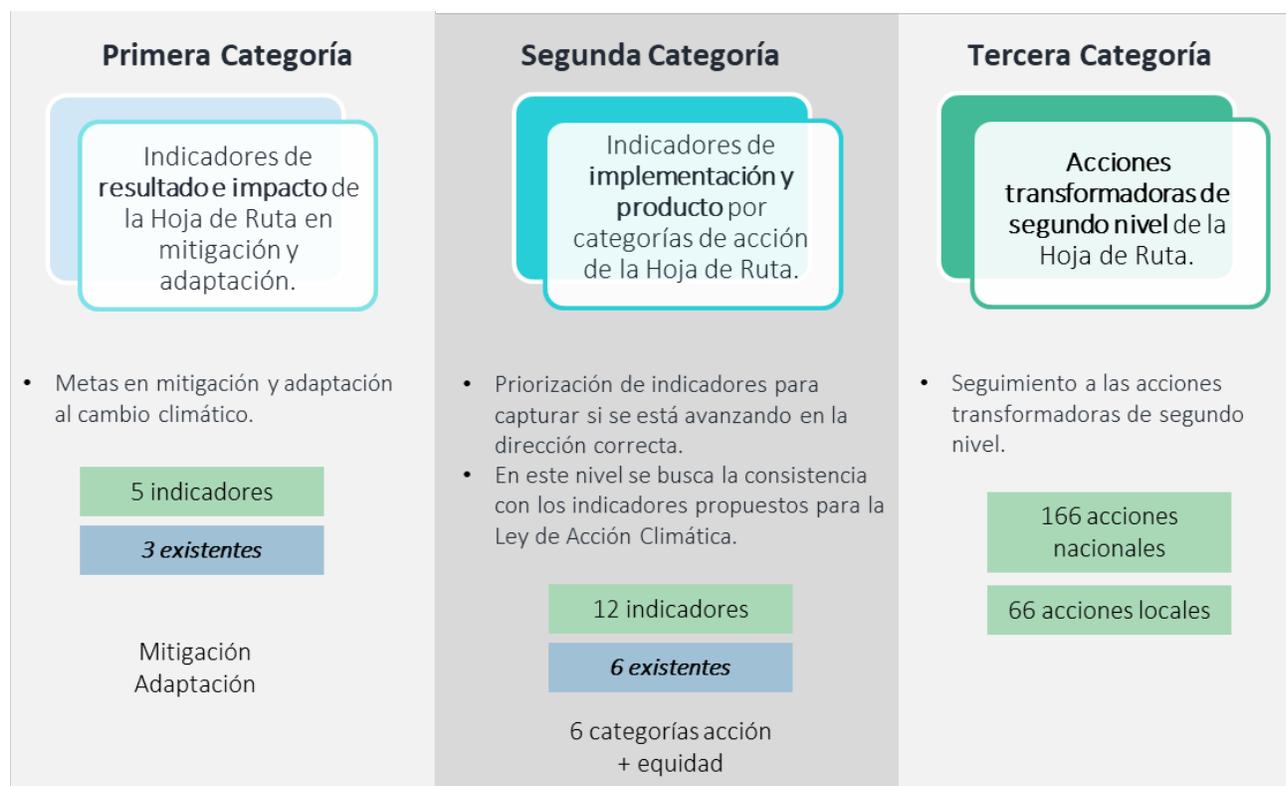


Figura 6. Estructura del monitoreo de la HR-ENCC en Cali.

Fuente: Elaboración propia.

### 3.1. Primera categoría de monitoreo

En la Tabla 4 se presentan los indicadores de la primera categoría los cuales se enfocan en los impactos de la Hoja de Ruta en mitigación y adaptación al cambio climático.

Los campos de información de la Tabla 4 y la Tabla 9 son similares y se explican a continuación. En el campo denominado “Nuevo o existente” se identifica si el indicador ya existe, y por lo tanto cuenta con una instancia formal de reporte y con información asociada, o si es nuevo. Es importante tener en cuenta que algunos indicadores categorizados como “nuevo” ya tienen una metodología de levantamiento de información y actores asociados, pero no están aún en operación; tal es el caso de los indicadores de la Ley de Acción Climática los cuales están estructurados, pero aún no están en funcionamiento. De los 20 indicadores de la primera segunda 9 son nuevos y 11 existentes.

En la columna denominada “Recurso, política, documento, fuente de información” se identifican fuentes en donde se puede encontrar información relacionada con cada uno de los indicadores. Es posible que otras entidades e instancias reporten información afín con el indicador. Uno de los pasos siguientes durante la etapa piloto será seleccionar una sola fuente para cada indicador.

La columna denominada “Entidad responsable del monitoreo del indicador” es una propuesta sobre la entidad que podría fungir como responsable de reportar el indicador, ya sea porque lo está haciendo para otros sistemas de seguimiento o por su afinidad con políticas y programas sectoriales. La HR-ENCC presenta actores involucrados con la implementación de las acciones, y algunos de esos actores también podrían estar relacionados con su seguimiento.

Adicionalmente para cada indicador se especifica su “escala de medición”, que se refiere a si el indicador es de medición a nivel nacional o local (ver Tabla 9). Es importante reconocer que varios de los indicadores que se reportan a escala nacional, dependen de la recolección de información a escala local, y por lo tanto solo se pueden determinar si las entidades municipales participan en la recolección y reporte de la información.

Tabla 4. Indicadores de primera categoría de monitoreo.

Mitigación <sup>3</sup>		Nuevo o Existente	Unidades	Fuente de Información Consultada	Entidad Responsable Monitoreo
1.1	Mitigación de carbono incorporado por unidad de área construida, por subsector.	Nuevo	t CO2e	HR-ENCC	CCCS Academia
1.2	Mitigación de carbono operativo por unidad de área construida, por subsector.		t CO2e	HR-ENCC	CCCS Academia
Adaptación		Nuevo o Existente	Unidades	Fuente de Información Consultada	Entidad Responsable Monitoreo
1.3	Número de viviendas afectadas por temporada de lluvias <sup>4</sup> .	Existentes	Número	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD).	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres
1.4	Número de emergencias en abastecimiento de agua y electricidad por sequías.		Número	Ley de Acción Climática, 2022. MET_A3.	Min Ambiente.
1.5	Número de daños en la infraestructura vital asociada a agua y energía.		Número	GIZ, 2014 (Repository of adaptation indicators).	Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (UNGRD). Secretaría de Gestión del Riesgo de Emergencias y Desastres

Fuente: elaboración propia.

Para la estimación de los indicadores de mitigación (1.1 y 1.2) se diseñó una herramienta de cálculo para hacer actualizaciones periódicas de manera sencilla (ver Sección 5.1). Las emisiones totales de GEI de las edificaciones dependen de resultados intermedios (Figura 7), y estos últimos se pueden expresar en función de subindicadores de seguimiento y parámetros.

<sup>3</sup> Para estimar las emisiones GEI mitigadas se requieren diferentes tipos de información, que como se presenta más adelante dependen de múltiples actores. Adicionalmente, se requiere un actor que recopile toda la información y que estime el indicador. Se identifican ventajas en que ese papel lo cumpla una entidad técnica independiente como por ejemplo el CCCS o algún actor de la academia.

<sup>4</sup> En la consulta de este indicador se encontraron boletines informativos y noticias con el reporte de viviendas afectadas por lluvias en diferentes departamentos del país, lo cual sugiere que la UNGRD dispone de la información.

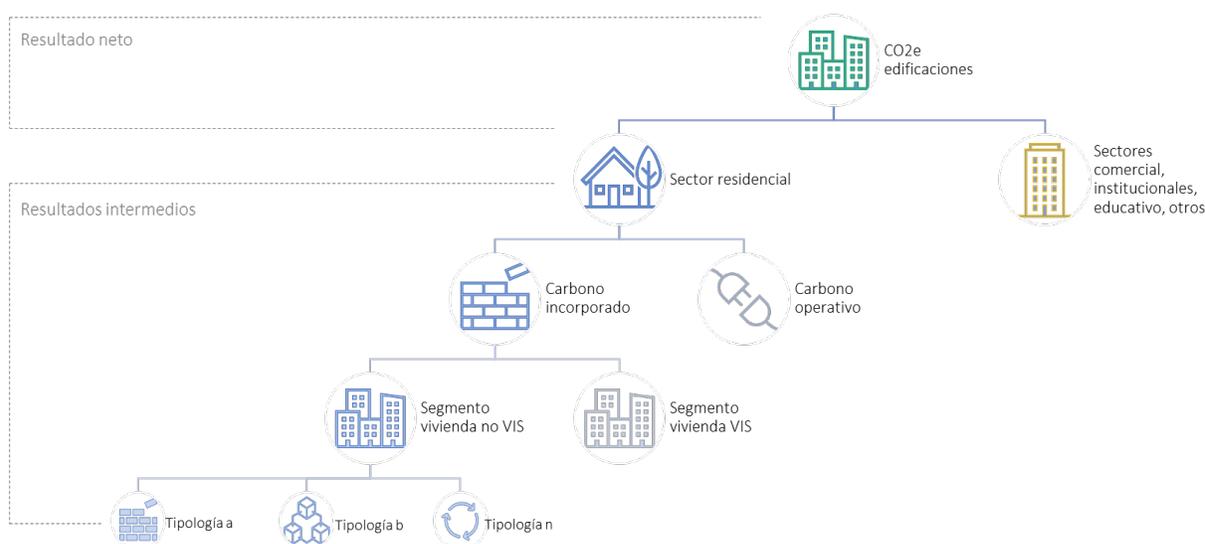


Figura 7. Ejemplo del esquema de cálculo y resultados intermedios en emisiones GEI.

Fuente: elaboración propia.

Las emisiones GEI de las edificaciones se explican en función de los subindicadores de seguimiento que se presentan en la Tabla 5. Estos subindicadores son los factores sobre los cuales se espera un impacto directo con la implementación de la HR-ENCC. A través del seguimiento a los subindicadores de la Tabla 5 es posible actualizar las emisiones GEI del sector de Cali. En la Tabla 8 se presentan consideraciones respecto a las fuentes de información, a los datos que se utilizaron para la estimación de emisiones de línea base y el año inicial y los datos para el monitoreo de cada uno de los subindicadores.

Tabla 5. Subindicadores de monitoreo GEI.

Grupo de subindicador de seguimiento GEI	Nombre
Carbono incorporado sector residencial	
1	Área total de viviendas nuevas o número de unidades nuevas de vivienda anuales formales e informales <sup>5</sup>
2	Proporción de área o unidades de vivienda por sistema constructivo
3	Cantidad de material de construcción por área o unidad de vivienda según sistema constructivo
4	Huella de carbono de los materiales en etapa de producto y construcción (módulos A1-A4)
5	Consumo energético en la construcción por sistema constructivo (módulo A5)
Carbono operativo sector residencial	

<sup>5</sup> Para el sector residencial, los indicadores se pueden expresar en términos de unidades de vivienda y o de área. En el estudio de Línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b) se consideraron dos prototipos: i) Vivienda de interés social (VIS), con área de 45m<sup>2</sup>, multifamiliar; ii) Vivienda no VIS, con área de 70m<sup>2</sup>, multifamiliar.

Grupo de subindicador de seguimiento GEI	Nombre
6	Participación de viviendas por estrato socioeconómico
7	Consumo anual de energía, por tipo de energético según estrato
Carbono operativo subsectores oficinas, comercio, hoteles, hospitales, administración pública, educación, bodegas y otros usos	
8	Área existente por subsector no residencial
9	Consumo anual de energía, por tipo de energético según subsector
Carbono incorporado sectores oficinas, comercio, hoteles, hospitales, administración pública, educación, bodegas y otros usos <sup>6</sup>	
10	Área nueva construida anualmente por subsector
11	Cantidad de material de construcción por área construida según subsector y sistema constructivo

*Fuente: elaboración propia a partir de (CCCS et al., 2022b)*

Además de los subindicadores, se seleccionaron como parámetros para el cálculo de emisiones GEI los datos que se presentan en la Tabla 6. Para estos se propone el uso de valores por defecto entre los periodos de monitoreo, y se propone que se actualicen con menor frecuencia respecto a la de los subindicadores de seguimiento. Para los primeros años de monitoreo, si no se cuenta con mejor información, se propone utilizar los valores determinados para la línea base de emisiones GEI del sector (CCCS et al., 2022b).

*Tabla 6. Parámetros de monitoreo GEI.*

Categoría de carbono	Nombre
Incorporado	Huella de carbono de etapas de uso (etapa B1) y fin de vida de materiales en edificaciones (etapa C1-C4)
Operativo	Promedio anual de consumo de agua residencial según estrato
Operativo	Promedio anual de consumo de agua por subsector <sup>7</sup>

*Fuente: elaboración propia a partir de (CCCS et al., 2022b)*

A partir de los subindicadores y parámetros mencionados, una vez se conozca la huella de carbono para un año en particular tal como se detallará en la sección 5.1, la mitigación de emisiones GEI de las edificaciones se estima a partir de la comparación entre las emisiones estimadas cada año y el valor de las emisiones de la línea base (ver Ecuación 1 y Tabla 7). En la Figura 8 se ilustra el potencial de mitigación esperado por las medidas planteadas en la Hoja de Ruta a partir de la comparación entre la línea base estimada en el estudio Línea Base de Emisiones GEI de las Edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b) y el resultado de la reducción de emisiones según el estudio Evaluación de Medidas de Mitigación de Emisiones GEI de las Edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022a).

<sup>6</sup> Para la estimación de carbono incorporado de los subsectores diferentes al residencial, también se requieren los subindicadores 4 y 5.

<sup>7</sup> Los subsectores no residenciales se refieren a edificios destinados a oficinas, comercio, hoteles, hospitales, administración pública, educación, bodegas y otros usos.

Ecuación 1  $\Delta E_t = ELB_t - E_t$

Tabla 7. Definición de los términos de la Ecuación 1.

Término	Significado	Unidades en SI
$\Delta E_t$	Mitigación de emisiones de CO <sub>2</sub> e para el año t.	$\frac{tCO_{2eq}}{año}$
$ELB_t$	Emisiones de CO <sub>2</sub> e para el año t según el escenario de línea base de emisiones nacionales de la HR-ENCC.	$\frac{tCO_{2eq}}{año}$
$E_t$	Emisiones CO <sub>2</sub> e para el año t como resultado del monitoreo de la HR-ENCC a nivel local.	$\frac{tCO_{2eq}}{año}$

Fuente: elaboración propia.

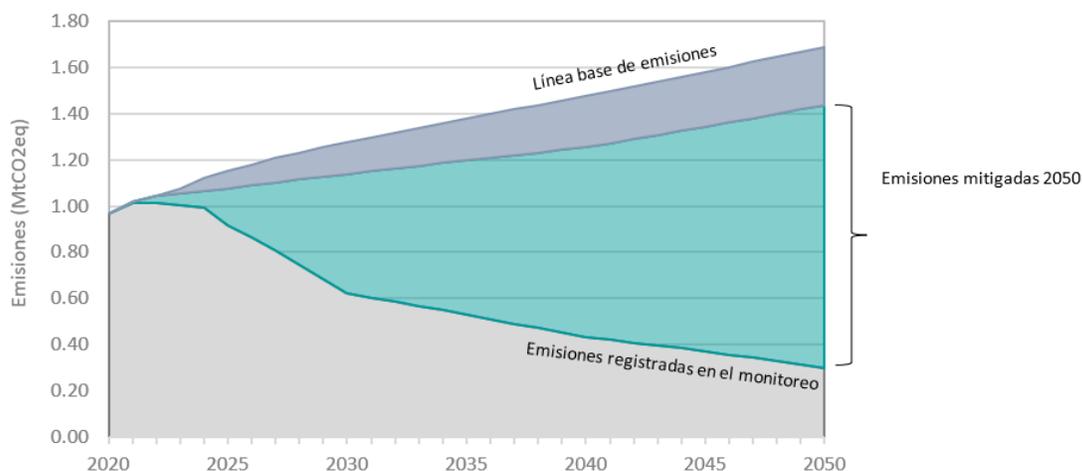


Figura 8. Efectos esperados en mitigación de GEI de la hoja de ruta para Cali.

Fuente: adaptado de (CCCS et al., 2022b).

En la Tabla 8 se describen consideraciones para cada grupo de subindicadores, diferenciando entre las características de la información utilizada en la estimación de emisiones GEI del año base y lo que se requiere para su monitoreo. La información sobre el año base se deriva del estudio Línea Base de Emisiones GEI de las Edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b).

Para el monitoreo de emisiones GEI de las edificaciones se requiere información que proviene de sistemas de cobertura nacional (ICI tipo A) <sup>8</sup> como lo es el Censo de Edificaciones (CEED) del DANE (2022), y también se necesitan datos de caracterización de las edificaciones que hoy en día no se capturan en sistemas de

<sup>8</sup> Índice de calidad de la información, se explica en la Sección 4.1.



información de nivel nacional, y que por lo tanto se requiere desarrollar un instrumento para este fin, que podría ser una encuesta.

Con la metodología de seguimiento propuesta se espera que la completitud de los datos y la calidad de la información pueda ir evolucionando gradualmente.

La actualización de la línea base de emisiones GEI de las edificaciones por cambios en los factores exógenos tales como cambios socioeconómicos y fuerzas de mercado (WRI, 2014a) que afecten las proyecciones de demanda de edificaciones realizadas para el escenario de línea base, hace parte de los procesos relacionados con el monitoreo. Una alternativa para la actualización del escenario de línea base es replicar la metodología que se presenta en el estudio Línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b) cada vez que se cuente con nuevos datos de área construida o con nuevos escenarios de proyección de áreas para el sector residencial y los no residenciales (según actualizaciones del Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE). Otra alternativa para años intermedios entre ejercicios oficiales es proyectar las emisiones GEI partiendo de las emisiones del último año ajustado de línea base (según datos de área reales del año de análisis). Para esto se utilizaría la tasa anual compuesta de crecimiento de las emisiones GEI del periodo correspondiente según el escenario de línea base reportado en el estudio Línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b).

Tabla 8. Supuestos para el año base de emisiones GEI y monitoreo para subindicadores GEI.

CGEI <sup>9</sup>		Supuestos para el año base 2020	Recomendaciones para el monitoreo	ICI <sup>10</sup>
1	Total anual de viviendas nuevas	Se consideraron las viviendas urbanas a nivel nacional del Censo de Edificaciones (CEED) del DANE.  Las viviendas informales se consideran como aquellas sin licencia e iniciadas según el CEED del DANE.	Utilizar el Censo de Edificaciones (CEED) del DANE.  Las nuevas viviendas informales anuales se pueden considerar como aquellas viviendas que el DANE define como sin licencia e iniciadas para un año determinado en el CEED.	A
2	Proporción de viviendas por sistema constructivo	La información por sistema constructivo se obtuvo del CEED del DANE a nivel nacional.  Las proporciones reflejan la distribución de viviendas nuevas por sistema constructivo durante el periodo 2012-2020.	La información de área en proceso nueva por sistema constructivo puede obtenerse de manera trimestral o anual del CEED del DANE.  La clasificación histórica del CEED hasta el cuarto trimestre de 2019 incluía las categorías: mampostería estructural, mampostería confinada, sistema industrializado y pórticos. A partir del primer trimestre de 2020 se actualizó con una nueva desagregación: 1. Mampostería estructural, 2. Mampostería confinada, 3. Sistema aporticado, 4. Sistema prefabricado, 5. Sistema industrializado, 6. Estructuras metálicas, 7. Otros.  Al comparar entre las proporciones obtenidas por el monitoreo y las registradas en la línea base, se deberá tener en cuenta que: <ul style="list-style-type: none"> <li>• La categoría de Mampostería confinada - pórticos fue dividida en Sistema aporticado (pórticos) y Mampostería confinada.</li> <li>• La categoría de Prefabricados industrializados fue dividida en Sistema industrializado (muros portantes) y Prefabricados (sistemas livianos).</li> <li>• La categoría Otros fue dividida en Estructura metálica y Otros.</li> </ul>	A
3	Cantidad de material de construcción por unidad de vivienda según sistema constructivo	Se estimaron las cantidades de materiales por área de vivienda con base en información de casos de estudio (ver tabla 10 del documento de línea base (CCCS et al., 2022b)).  Con respecto al sector informal, el Centro de Estudios de la Construcción y el Desarrollo Urbano Regional (CENAC) elaboró un estudio denominado Estimación del consumo de materiales de construcción en la vivienda informal en Bogotá. A partir de este estudio, se definieron tres	Para el monitoreo se sugiere recolectar la información a partir de encuestas específicas para Cali.  Estas encuestas podrían ser desarrolladas con el apoyo de entidades como Camacol Valle, Cámara de Comercio de Cali – Clúster Hábitat Urbano, CCCS y la academia.	B

<sup>9</sup> Grupo de subindicador de seguimiento GEI.

<sup>10</sup> Índice de calidad de la información, ver Sección 4.1.

CGEI <sup>9</sup>		Supuestos para el año base 2020	Recomendaciones para el monitoreo	ICI <sup>10</sup>
		<p>prototipos de vivienda informal que permitieron hacer una estimación de cantidades de material.</p>		
4	<p>Huella de carbono de los materiales en etapa de producto y construcción (módulos A1-A4)</p>	<p>En la línea base se priorizaron cuatro materiales: acero, concreto, ladrillo y vidrio. Se estimó la huella de carbono de los materiales teniendo en cuenta características como el tipo de material, el lugar de procedencia y las tecnologías de producción.</p> <p>Dentro del ciclo de vida de los materiales, la primera etapa es la de Producto y comprende los módulos A1, A2 y A3 (ver Tabla 2 del documento de línea base (CCCS et al., 2022b)). Dichos módulos incluyen los procesos asociados a la extracción de la materia prima e incorporación de los materiales reciclados (módulo A1), al transporte de los insumos primarios hasta la fábrica (módulo A2) y la manufactura del material (módulo A3). El módulo A4 considera los procesos de transporte.</p> <p>Para el acero se consideraron barras de refuerzo de 0% en contenido reciclado (18% de participación en el mercado nacional) y 80% de contenido reciclado (52% de la participación nacional). También se consideraron barras de refuerzo de procedencia extranjera, con una participación promedio en el mercado nacional del 30%.</p> <p>Respecto al concreto, se consideraron 3 tipos: industrializado 21MPa, en obra 21 MPa e industrializado 40MPa.</p> <p>El ladrillo es de procedencia nacional de tipo arcilla cocida.</p> <p>En cuanto al vidrio, se consideraron dos tipos: vidrio recocido y vidrio procesado (laminado y templado).</p>	<p>Para el monitoreo de la huella de carbono de los materiales en los siguientes años podrían desarrollarse encuestas a nivel de gremio. En el largo plazo, las Declaraciones Ambientales de Producto podrán ser la principal fuente de información.</p> <p>La recopilación de información a nivel de gremio además aportaría en ir contando con mejores prácticas en gestión de la información en los diferentes sectores productores y comercializadores.</p> <p>Los datos del acero podrían ser obtenidos con el apoyo del Comité Colombiano de Productores de Acero de la ANDI y CAMACOL. Para el concreto estos datos podrían ser obtenidos con el apoyo de la Cámara Colombiana del Cemento y el Concreto PROCEMCO. Para el ladrillo estudios periódicos como los desarrolla CAEM con el apoyo del Ministerio de Ambiente podrían ser la base de la información para la estimación de la huella de carbono. Para el vidrio, la recopilación de la información a través de agremiaciones como Acolvise permitiría conocer datos a nivel sectorial.</p>	B
5	<p>Consumo energético en la construcción por unidad de vivienda y sistema</p>	<p>Información reportada en estudios previos con base en casos de estudio.</p>	<p>Se propone la realización de una encuesta anualizada a constructores para conocer el consumo energético en etapa de construcción por área de vivienda.</p>	B

CGEI <sup>9</sup>		Supuestos para el año base 2020	Recomendaciones para el monitoreo	ICI <sup>10</sup>
	constructivo (módulo A5)		A futuro esta información podría obtenerse de publicaciones nacionales sobre Huella de Carbono de las edificaciones.	
6	Participación de viviendas urbanas existentes por estrato socioeconómico	Información obtenida de reportes de distribución del total de viviendas según estrato socioeconómico de ciudades colombianas del DANE.	Las estadísticas del DANE son la fuente de la información para el monitoreo.	B
7	Promedio anual de consumo de energía, por tipo de energético según estrato	La base de datos del Sistema Único de Información (SUI) de los Servicios Públicos Domiciliarios provee información a nivel de usuarios residenciales de los consumos de electricidad y gas natural.	Los consumos energéticos pueden obtenerse del Sistema Único de Información (SUI) de los Servicios Públicos Domiciliarios.	B
8	Área existente por subsector no residencial	Datos de edificaciones existentes a término del año 2020 para los subsectores no residenciales según las categorías DANE.	Información disponible del área urbana culminada por áreas de cobertura para los subsectores no residenciales está disponible de manera trimestral o anual en el Censo de Edificaciones CEED del DANE.	A
9	Promedio anual de consumo energético, por tipo de energético según subsector	Estadísticas sobre consumo energético de sectores no residenciales por tipo de edificación y unidad de área son escasas.  Para la línea base de Cali, la información de consumo energético se tomó del Estudio de bases técnicas de eficiencia energética y en el consumo de agua del Manual de Construcción Sostenible para la ciudad de Cali. La información se complementó con datos del estudio Marginal Abatement Cost Curve Development for Buildings of the Commercial Sector in Colombia (Universidad de Los Andes 2013) y del informe de la UPME Determinación del potencial de reducción del consumo energético en el sector servicios en Colombia (Unidad de Planeación Minero-Energética - UPME 2013).	Para el seguimiento al consumo energético de sectores diferentes al residencial se requieren nuevos instrumentos de información que la actualicen de manera periódica a nivel nacional. Dada la importancia de las edificaciones nuevas y existentes en la generación de emisiones GEI en el ciclo de vida de las edificaciones, esta información es relevante tanto para el diseño como para el monitoreo de mejores prácticas de operación de las edificaciones.	B
10	Área nueva construida anualmente por subsector	Datos de edificaciones nuevas construidas en 2020 para los subsectores no residenciales según las categorías DANE.	Información de edificaciones nuevas construidas anualmente en términos de área por subsectores no residenciales y por áreas de cobertura. Para estos sectores no residenciales la información está disponible de manera trimestral o anual en el Censo de Edificaciones CEED del DANE.	A

CGEI <sup>9</sup>		Supuestos para el año base 2020	Recomendaciones para el monitoreo	ICI <sup>10</sup>
11	Cantidad de material de construcción por área construida según subsector y sistema constructivo	Para sectores diferentes al residencial la información de cantidades de materiales es escasa.  Se hicieron supuestos de cantidades teniendo en cuenta el sistema constructivo predominante.	Para el monitoreo se requiere desarrollar un instrumento de captura de la información, que podría ser una encuesta.  Estas encuestas podrían ser desarrolladas con el apoyo de entidades como Camacol Valle, Cámara de Comercio de Cali – Clúster Hábitat Urbano, CCCS y la academia.	B
12	Cantidad de material de construcción por área construida por prototipo informal	En el estudio de línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b), se definieron tres prototipos de vivienda informal para los cuales se elaboró un listado de materiales utilizados a partir del estudio Estimación del consumo de materiales de construcción en la vivienda informal en Bogotá realizado por el CENAC y ASOCRETO.	Para el monitoreo se requiere desarrollar un instrumento de captura de la información o formular nuevos estudios de caso de representatividad nacional para mejorar el entendimiento de la construcción informal en Cali y a nivel nacional.	
13	Huella de carbono en etapas de producto y construcción por prototipo de vivienda informal	A partir del documento de línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia (CCCS et al., 2022b), se definieron tres prototipos de vivienda informal para los cuales se elabora un listado de materiales utilizados a partir del estudio Estimación del consumo de materiales de construcción en la vivienda informal en Bogotá realizado por el CENAC y ASOCRETO. A partir de este listado de materiales y cantidades, se determinó la huella de carbono en el documento de línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia.	Para el monitoreo se requiere desarrollar un instrumento de captura de la información o formular nuevos estudios de caso de representatividad nacional para mejorar el entendimiento de la construcción informal en Colombia y las cantidades de materiales involucrados para estimar su huella de carbono.	

*Fuente: elaboración propia.*

### 3.2. Segunda categoría de monitoreo

Los indicadores de segunda categoría de monitoreo se presentan en la Tabla 9. Estos se construyeron teniendo en cuenta las metas generales de cada una de las seis categorías de acción de la HR-ENCC; de tal manera que todas las acciones y objetivos específicos que hacen parte de cada categoría de la Hoja de Ruta se vean representadas en el seguimiento.

Para cada indicador se realizó una búsqueda de recursos con información relacionada, considerando tanto resultados de mediciones previas reportadas, como mecanismos existentes para el seguimiento y reporte del indicador. Esto permite partir de instancias existentes, e ir mejorando continuamente la calidad del indicador, reconocer actores clave, agilizar la puesta en marcha del sistema y hacer más costo-eficiente el monitoreo. En este proceso se identificaron fichas técnicas ya definidas para algunos de los indicadores. Un próximo paso recomendado para en la consolidación del sistema de monitoreo es la definición de una ficha técnica para todos los indicadores.

Los 12 indicadores de segunda categoría de monitoreo a escala local se derivan de los 20 indicadores de la misma categoría planteados a nivel nacional. Estos se seleccionaron teniendo en cuenta que la información se origina y gestiona a nivel local.

Para el seguimiento con los indicadores de segunda categoría se proponen dos niveles de alcance.

- Un primer nivel que permite evaluar el progreso del indicador frente a sí mismo; consiste en identificar si se ha mantenido igual, ha mejorado, o ha empeorado entre periodos de monitoreo.
- El segundo nivel de alcance corresponde a fijar una meta de cumplimiento para cada periodo, y evaluar el progreso según la meta definida. Un indicador, por ejemplo, puede mejorar en el tiempo, y aunque eso sea positivo, puede estar aún muy lejos del cumplimiento de una meta, o viceversa.

La decisión de si se hará con el primer o segundo nivel depende de cada una de las entidades que participe en el monitoreo y deberá decidirse en conjunto con la entidad que lidere todo el sistema. La expectativa es que con el tiempo el monitoreo vaya evolucionando, por lo que se considera pertinente definir una meta temporal para que las entidades hagan el reporte con el segundo nivel de alcance.

En la Sección 5.2 se explica la herramienta para la segunda categoría de monitoreo. La herramienta se incluye en el Anexo 3. A continuación, se presentan detalles y definiciones de algunos indicadores propuestos:

- Estructura Ecológica Principal (EEP): Áreas protegidas + Corredor ecológico de ronda + Ronda hidráulica + Franja de adecuación + Zona de Manejo y Protección Ambiental (ZMPA), por habitante.
- Espacio Público Efectivo (EPE): Parques + Plazas y plazoletas + Zonas verdes, por habitante.

Tabla 9. Indicadores de segunda categoría de monitoreo nivel local.

Indicadores		Nuevo o existente	Unidades	Fuente de información para indicador	Ficha técnica	Entidad propuesta para el monitoreo del indicador
2.1	Área verde de Estructura Ecológica Principal (EEP) <sup>11</sup>	Existente	m <sup>2</sup> /habitante	Observatorios de espacio público de Bogotá <sup>12</sup> / POT	Sí	Departamento Administrativo de Planeación, Dagma
2.2	Área de Espacio Público Efectivo (EPE)	Existente	m <sup>2</sup> /habitante	Observatorios de espacio público de Bogotá <sup>13</sup> / POT	Sí	Departamento Administrativo de Planeación, Dagma
2.3	Número de proyectos de Distritos Térmicos.	Nuevo	Número	LAC/NDC	No	Min Ambiente
2.4	Número de proyectos de Sistemas de Drenaje Urbanos Sostenibles (SUDS).	Nuevo	Número	LAC	No	Empresa Acueducto y Alcantarillado, Dagma
2.5	Número de acciones estructurales y no estructurales de gestión del riesgo para el cambio climático.	Nuevo	Número	LAC	No	Secretaría de Desarrollo Territorial y Participación Ciudadana
2.6	El Plan de Ordenamiento Territorial (POD y POT) incorpora el componente de cambio climático.	Nuevo	Porcentaje	ODS/LAC	Sí	DNP/Min Vivienda
2.7	Número de proyectos de Desarrollo Orientado al Transporte (DOTS).	Nuevo	Número	LAC/NDC	No	Min Transporte Secretaría de Movilidad, Departamento Administrativo de Planeación

<sup>11</sup> Se reconoce que para la ciudad de Cali no se cuenta aún con este indicador, sin embargo, se propone mantenerlo en aras de estandarizar el seguimiento a las estructuras ecológicas y con la prospectiva de gestionar información que sea útil para este tipo de seguimientos en las ciudades.

<sup>12</sup> De esta fuente se tomó la definición del indicador, pero se propone su aplicación para las diferentes ciudades.

<sup>13</sup> De esta fuente se tomó la definición del indicador, pero se propone su aplicación para las diferentes ciudades.

Indicadores		Nuevo o existente	Unidades	Fuente de información para indicador	Ficha técnica	Entidad propuesta para el monitoreo del indicador
2.8	Número de instalaciones de luminarias LED en sistemas de alumbrado público.	Nuevo	Número	PROURE 2022- 2030	No	Min Energía UPME
2.9	Porcentaje de aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en Colombia.	Existente	Porcentaje	Resolución 472, 2017 - Min Ambiente	Sí	Min Ambiente
2.10	Todas las edificaciones nuevas y grandes remodelaciones cumplen la Resolución 549 de 2015.	Existente	Si / No	Resolución 549 - 2015	No	Min Vivienda
2.11	Porcentaje de hogares urbanos con déficit cuantitativo de vivienda.	Existente	Porcentaje	DANE/ODS	Sí	DANE/DNP
2.12	Porcentaje de personas en situación de pobreza multidimensional, por ciudades.	Existente	Porcentaje	DANE	Sí	DANE/DNP

*POT: Plan de Ordenamiento Territorial. LAC: Ley de Acción Climática. ODS: Objetivos de Desarrollo Sostenible. NDC: Comunicación Nacionalmente Determinada.*

*Fuente: elaboración propia.*

### 3.3. Tercera categoría de monitoreo

Esta categoría propone evaluar el nivel de cumplimiento de cada una de las 163 acciones transformadoras de segundo nivel a nivel nacional<sup>14</sup> y de las 66 de Cali, el nivel de avance por categoría y en cada uno de los cuatro elementos habilitadores (político, técnico, construcción de capacidades, financiero). El monitoreo considera los resultados esperados de las acciones en el corto (2022-2029), mediano (2030-2029), y largo plazo (2040-2050), según los hitos de cumplimiento definidos por la HR-ENCC para cada periodo.

La evaluación del nivel de cumplimiento de las acciones se plantea con cinco niveles de implementación (nulo, bajo, medio, alto y total) siguiendo los lineamientos de una Escala de Likert. La Escala Likert es “una escala ordenada en la cual los respondientes pueden escoger la opción que mejor se alinee con su opinión” (Losby & Wettmore, 2012) y que cumple las siguientes características: i) el enunciado es declarativo; ii) se tienen categorías de respuesta ordenadas y continuas; iii) se plantea un número balanceado de opciones de respuesta positivas y negativas; iv) se asigna una etiqueta distinguible a cada categoría de respuesta; v) se asigna un valor numérico a cada categoría de respuesta. Se propone una escala de 0 a 1 con cinco niveles de implementación de cada acción, así: nivel de implementación nulo: 0; nivel de implementación bajo: 0.25; nivel de implementación medio: 0.5; nivel de implementación alto: 0.75; nivel de implementación total: 1.

Para este nivel de monitoreo una opción más avanzada que se podría implementar a futuro es la definición de metas intermedias de cumplimiento de las acciones de la Hoja de Ruta. Esta definición les corresponde a las entidades líderes en la gestión de la Hoja de Ruta, y así la evaluación periódica se haría respecto a metas específicas cuantitativas. La metodología propuesta para iniciar es más simple con el objetivo de que se pueda empezar a hacer en el corto plazo.

La descripción de la herramienta de monitoreo de esta categoría se presenta en la Sección 5.3 y la herramienta asociada corresponde al Anexo 4.

En gran medida la información relacionada con los indicadores de tercera categoría, y el criterio para valorar su grado de implementación están asociados con la evaluación de la gestión pública de diversas entidades. Por esta razón se propone que este nivel de seguimiento sea desarrollado por el Gobierno Local y por los Ministerios y las entidades técnicas asociadas. Los sectores públicos que se identifican como principales son ambiente, hábitat y vivienda.

Otros ministerios y entidades públicas y privadas (v.g., Ministerio de Transporte, Ministerio de Industria y Comercio, UPME, UNGRD, DANE, DNP, gremios, actores privados en la cadena de la construcción, academia, cámaras de comercio y de la construcción, el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible, entre otros) también tienen responsabilidades en el monitoreo y reporte, pero su nivel de participación es menor. El Departamento Nacional de Planeación es un actor clave en el carácter multisectorial, y estratégico desde los Planes Nacionales de Desarrollo, y por tanto es un miembro fundamental en las entidades responsables del seguimiento de esta categoría.

---

<sup>14</sup> La Hoja de Ruta propone 163 acciones transformadoras, a partir de la revisión de los planes de implementación locales de Bogotá y Cali se amplió la lista a 166.



En los próximos pasos de implementación del sistema de monitoreo de Cali se deberán establecer las actividades y mecanismos que habiliten la recolección y reporte de la información por parte de los diferentes actores en un solo sistema de monitoreo.

#### 4. Operación del sistema de monitoreo de la Hoja de Ruta

##### 4.1. Determinación de los indicadores en los periodos de monitoreo

En línea con el Greenhouse Gas Protocol (WRI, 2014b) se identifican cuatro métodos a partir de los cuales se obtienen los indicadores:

1. Medición: información primaria o una medición directa sobre la fuente.
2. Modelación: datos derivados de modelos cuantitativos.
3. Cálculo: datos calculados multiplicando factores de actividad por factores de emisión.
4. Estimación: información secundaria u otras fuentes de datos utilizadas en caso de ausencia de fuentes de datos más exactos o representativos.

Para cada indicador es posible definir un índice de calidad de la información (ICI) de tipo A, B o C, a partir de las características de las fuentes que permitieron su obtención según se especifica a continuación.

- A: datos primarios generados para Colombia. Corresponde a información obtenida por encuestas replicables, periódicas y de cobertura nacional, así como de índole administrativa.
- B: información resultante de casos de estudio en Colombia, meta-análisis, aproximaciones a partir de estudios locales o encuestas realizadas en el marco del proceso de monitoreo de la Hoja de Ruta. La incertidumbre de las encuestas realizadas puede estar sujeta al proceso de adquisición de datos y la representatividad lograda.
- C: información obtenida a partir de un número limitado de casos de estudio, datos secundarios, criterio de experto o información de casos de estudio internacionales.

En la Tabla 10 se propone una ficha técnica para los indicadores que se recomienda diligenciar cada vez que se realice la consolidación de un periodo de monitoreo. Esta ficha será útil para cumplir con requerimientos mínimos de documentación de la información (ver Sección 4.3).

En el Anexo 5 se presentan las fichas de los indicadores de ICI tipo A que ya cuentan con fichas publicadas por diferentes entidades nacionales.

*Tabla 10. Ficha de caracterización de indicadores de seguimiento.*

Nombre del indicador	
Descripción	
Límite geográfico del indicador	
Año de monitoreo	
Valor numérico	

Unidad de medida	
Tipo de indicador	<input type="checkbox"/> Implementación (insumos, actividades) <input type="checkbox"/> Producto <input type="checkbox"/> Resultado e impacto
Método de obtención	<input type="checkbox"/> Medición <input type="checkbox"/> Modelación <input type="checkbox"/> Cálculo <input type="checkbox"/> Estimación
Fuente de datos	
Frecuencia de monitoreo	
Índice de calidad de la información	<input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C
Procedimiento de muestreo	
Generador del parámetro o responsable de su obtención	
Procedimientos realizados de auditoría interna, garantía de calidad o control de calidad	
Otra información relevante	

Fuente: elaboración propia a partir de (DNP, 2018a; WRI, 2014b).

## 4.2. Frecuencia de monitoreo

**Indicadores de primera y segunda categoría:** se recomienda realizar el monitoreo de indicadores de mitigación GEI e indicadores de adaptación cada dos años, en consistencia con la frecuencia de presentación de los Informes Bienales de Transparencia (BTR). Estos reportes deberán ser presentados por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático a partir de año 2024.

Parte del contenido de los BTR es la información sobre los avances en mitigación y adaptación y por lo tanto el monitoreo de la HR-ENCC aportará información fundamental sobre la gestión y avances en cambio climático en Colombia para el sector de las edificaciones y todos los subsectores que intervienen en la cadena del sector.

Los tiempos de actualización previstos por el CCCS para la actualización del estudio “Estado de la construcción sostenible en Colombia” también son de periodicidad bianual. La primera versión del reporte se publicó en el año 2021 (CCCS, 2021) y contiene indicadores de la segunda categoría de monitoreo de la HR-ENCC.

Para la estimación de las emisiones GEI se presentaron subindicadores que deberán ser actualizados con la misma frecuencia que los de primera categoría. Sin embargo, en el caso de los parámetros se recomienda una frecuencia de actualización menor. Estos podrían revisarse con una frecuencia media de alrededor de cinco años, dado que no se espera que cambien tan rápido o no todos son no son determinantes en la estimación de emisiones GEI de las edificaciones (ver Sección 3.1).

**Tercera categoría de monitoreo:** para esta categoría se propone un monitoreo anual, aludiendo a los protocolos de evaluación y cierre de año fiscal y programático de las entidades públicas. La revisión

frecuente en el avance de los resultados esperados de la HR-ENCC también permitirá un proceso continuo de planeación y evaluación de su implementación por parte de las entidades que lideran las políticas públicas en el país.

### 4.3. Buenas prácticas en aseguramiento de la calidad de los datos

Se presentan a continuación recomendaciones en ámbitos de calidad y verificación de información de seguimiento a los programas de mitigación de emisiones GEI de acuerdo con las recomendaciones metodológicas del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, 2014b).

**Datos y documentación:** mantener un registro de toda la documentación del sistema de monitoreo da credibilidad de los datos a los interesados. Entre otros aspectos se identifican:

- Uso y actualización de las fichas técnicas de los indicadores en cada periodo de monitoreo (ver Sección 4.1, Tabla 10). Esto implica procesos de registro a nivel desagregado (municipios y subsectores) y su gestión a nivel de sistema de monitoreo.
- Registro de las diferentes versiones de los lineamientos técnicos que se generen y documentación de soporte.
- Sistemas de gestión de la información que den soporte a todos los procesos de registro y documentación de la información.

**Control de calidad:** se recomienda ejecutar control de calidad de los datos mediante actividades técnicas con el objetivo de cumplir tres funciones específicas:

1. Proporcionar verificaciones rutinarias y consistentes para asegurar que los datos sean correctos, mantengan su integridad y exhaustividad.
2. Identificar y corregir errores y omisiones.
3. Documentar y archivar el material de soporte de los indicadores y el registro de todas las actividades de control de calidad.

Las actividades de control de calidad incluyen verificaciones de precisión en la adquisición de datos y cálculos, el uso de procedimientos estandarizados para mediciones, cálculos de emisiones, estimación de incertidumbres, archivado de la información y elaboración de informes. Las actividades de control de calidad de nivel superior incluirán revisiones técnicas de las fuentes de los datos, categorías de emisión, datos de factores de actividad y métodos.

**Aseguramiento de la calidad:** las actividades de aseguramiento de la calidad incluyen la revisión de los indicadores por personal que no está directamente involucrado en la realización del monitoreo. Las revisiones deben verificar que los objetivos de calidad se cumplieron y que los análisis representan la mejor estimación posible con el estado actual de los datos disponibles para el monitoreo de la Hoja de Ruta. En el capítulo 12 del Protocolo Global para Inventarios de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero a Escala de Comunidades, en la Tabla 12.1, se ilustran ejemplos de procedimientos recomendados para el control y el aseguramiento de la calidad (WRI, 2014b).

## 5. Herramientas para el monitoreo de la Hoja de Ruta

Se desarrollaron cuatro herramientas para facilitar el registro y análisis de la información de monitoreo del Plan de Acción de Cali. En los Anexos 1-4 se presentan las herramientas en formato Excel. En una etapa posterior del sistema de monitoreo estas herramientas podrían ser integradas a un portal de la Hoja de Ruta de Edificaciones Neto Cero Carbono de Colombia y a los sistemas de información de cambio climático del país.

### 5.1. Herramientas para la primera categoría de monitoreo

Con el objetivo de facilitar el cálculo de la mitigación GEI como parte del seguimiento a los resultados de la Hoja de Ruta, se diseñó una herramienta de monitoreo de las emisiones anuales y de las emisiones reducidas: Herramienta de monitoreo de mitigación de emisiones GEI (Anexo 1).

Esta herramienta, a partir de datos de entrada de los subindicadores de seguimiento y parámetros, permite actualizar la estimación de la huella de carbono de las edificaciones. Además de los resultados netos en mitigación, permite analizar resultados intermedios tales como la huella de carbono incorporado y la huella de carbono operativo de edificaciones residenciales (por segmentos) y de otros sectores. La frecuencia de monitoreo y actualización de indicadores y parámetros se describe en la sección 4.2.

La herramienta ayuda en la visualización de emisiones reducidas anualmente. En la Figura 9 se presenta una captura de pantalla del tablero de monitoreo para la estimación de la mitigación de GEI, el cual resume los resultados obtenidos del monitoreo de huella de carbono nacional, a su vez comparándolos con la línea base de emisiones para conocer la cantidad CO<sub>2</sub>e mitigada anualmente. En la Figura 10 se presentan las gráficas de comparación que se obtienen en la herramienta entre la línea base y la mitigación anual lograda.

Registro del monitoreo GEI (Mt CO2e)								
Límite geográfico	Cali							
Año	Total Monitoreo	Operativo Monitoreo	Incorporado Monitoreo	CI - Res (F)	CI - Res (INF)	CI - NR	CO - Res	CO - NR
2020 (año base)	0.99	0.64	0.35	0.07	0.28	0.06	0.47	1.15
2021								
2022								
2023								
2024	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Línea base GEI (Mt CO2e)							
Cali							
Total	Carbono operativo	Carbono incorporado	CI - Res (F)	CI - Res (INF)	CI - NR	CO - Res	CO - NR
0.99	0.64	0.35	0.07	0.28	0.06	0.47	1.15
1.03	0.66	0.37	0.08	0.21	0.08	0.48	0.18
1.06	0.68	0.38	0.09	0.21	0.08	0.49	0.19
1.09	0.70	0.39	0.09	0.22	0.08	0.50	0.20
1.14	0.72	0.41	0.10	0.24	0.08	0.52	0.21

Mitigación GEI anual (Mt CO2e)							
Cali							
Total	Carbono operativo	Carbono incorporado	CI - Res (F)	CI - Res (INF)	CI - NR	CO - Res	CO - NR
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.03	0.66	0.37	0.08	0.21	0.08	0.48	0.18
1.06	0.68	0.38	0.09	0.21	0.08	0.49	0.19
1.09	0.70	0.39	0.09	0.22	0.08	0.50	0.20
1.14	0.72	0.41	0.10	0.24	0.08	0.52	0.21
1.17	0.75	0.42	0.10	0.24	0.08	0.53	0.21

Figura 9. Captura de pantalla del tablero de la herramienta de monitoreo de emisiones GEI para Cali.

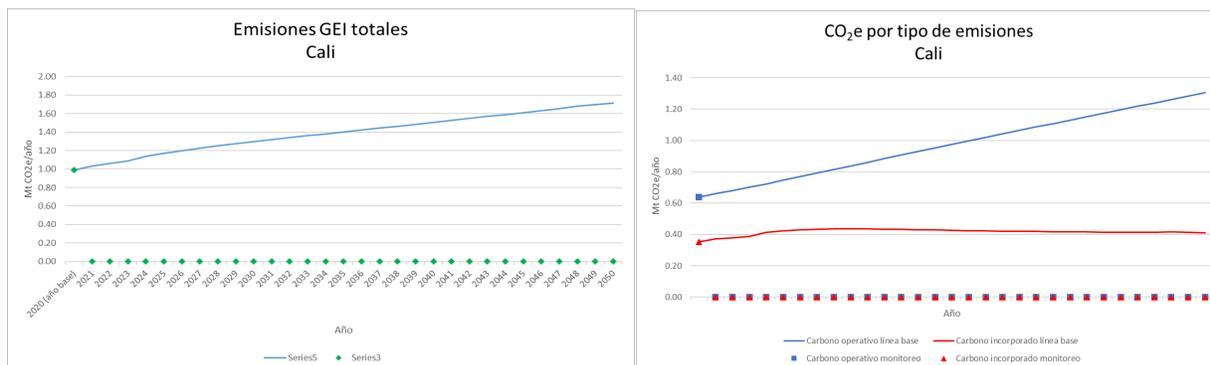


Figura 10. Captura de pantalla de gráficas de la herramienta de monitoreo de emisiones GEI para Cali.

En la herramienta se presentan los resultados anuales resumidos de la huella de carbono desagregada por tipo de huella de carbono (operativo e incorporado) y sector<sup>15</sup> a nivel nacional. En la Figura 11 se ilustra la tabla de resumen para el año base 2020 de la herramienta.

<sup>15</sup> Sectores: residencial, y no residencial que se refiere a edificaciones para oficinas, comercio, hoteles, hospitales, administración pública, educación, bodegas y otros usos.

Año	2020 (año base)	
	Cali	Unidades/año
<b>Resultado en huella de carbono</b>		
<b>Carbono incorporado</b>	<b>0.35</b>	<b>Mt CO2e</b>
Residencial	0.07	Mt CO2e
Residencial informal	0.22	Mt CO2e
Sectores no residenciales	0.06	Mt CO2e
<b>Carbono operativo</b>	<b>0.64</b>	<b>Mt CO2e</b>
Residencial	0.47	Mt CO2e
Sectores no residenciales	0.16	Mt CO2e
<b>Huella de carbono anual</b>	<b>0.99</b>	<b>Mt CO2e</b>

Figura 11. Captura de pantalla de la herramienta - Resumen de resultados de huella de carbono de Cali para el año base.

El contenido de la herramienta se muestra en la Figura 12. La herramienta tiene tres secciones: 1) un tablero de monitoreo que permite visualizar el estado de la mitigación y los resultados de monitoreo; 2) el formato de monitoreo utilizado para el cálculo de las emisiones GEI del año base 2020 (FM año base 2020); y 3) un formato de monitoreo para el cálculo de las emisiones GEI del año de interés, se presenta como ejemplo el año 2024. Este último formato servirá de guía para ser replicado en cualquier otro año en el que se haga el monitoreo.

PROYECTO METODOLOGÍA DE SEGUIMIENTO DE LA HOJA DE RUTA DE EDIFICACIONES NETO CERO CARBONO - Herramienta de monitoreo de mitigación y subindicadores GEI

Archivo Excel de soporte  
Fecha: marzo 2023

En este archivo se presentan los formatos de hoja de cálculo para el seguimiento periódico a la mitigación de emisiones GEI del sector edificaciones. El archivo se encuentra organizado de la siguiente manera:

- [Tablero de monitoreo GEI NAL](#) Hoja principal para el monitoreo de la mitigación GEI a nivel nacional
- [Tablero de monitoreo GEI BOG](#) Hoja principal para el monitoreo de la mitigación GEI para la ciudad de Bogotá
- [Tablero de monitoreo GEI CALI](#) Hoja principal para el monitoreo de la mitigación GEI para la ciudad de Cali
- [FM año base NAL 2020](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año base 2020 a nivel nacional
- [FM año base BOG 2020](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año base 2020 para la ciudad de Bogotá
- [FM año base CALI 2020](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año base 2020 para la ciudad de Cali
- [FM año 2024 NAL](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año 2024 a nivel nacional (ejemplo para diligenciamiento de subindicadores)
- [FM año 2024 BOG](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año 2024 para la ciudad de Bogotá (ejemplo para diligenciamiento de subindicadores)
- [FM año 2024 CALI](#) Formato de monitoreo de huella de carbono para el año 2024 para la ciudad de Cali (ejemplo para diligenciamiento de subindicadores)

Las demás páginas constituyen el soporte de cálculo de los formatos de monitoreo para el año base 2020

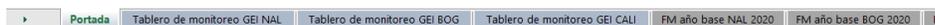


Figura 12. Portada y contenido de la herramienta de monitoreo de mitigación y subindicadores GEI

Los resultados de huella de carbono a nivel Cali que se ingresan en el tablero, se calculan a partir de los formatos de monitoreo. En la Figura 13 se muestra el formato utilizado para el año base, con datos de entrada los subindicadores de GEI y los parámetros de seguimiento.



En la Figura 14 se muestra como ejemplo la lista de resultados intermedios correspondiente al año base (2020) de carbono incorporado del sector residencial.

Resultado intermedio	Cali	Unidades/año
<b>Número de viviendas nuevas anuales</b>	18,320	No. Unidades vivienda
Viviendas formales	8,253	No. Unidades vivienda
Viviendas informales	10,068	No. Unidades vivienda
<b>Proporción de viviendas por sistema constructivo (formal)</b>		
Mampostería estructural	512	No. Unidades vivienda
Mampostería confinada	4,408	No. Unidades vivienda
Sistema industrializado	3,299	No. Unidades vivienda
Otros	33	No. Unidades vivienda
<b>Cantidad de material de construcción por unidad de vivienda, según sistema constructivo (formal)</b>		
<b>Mampostería estructural</b>		
Acero	708	t
Concreto	7,421	m3
Ladrillo	4,608	t
Vidrio	52	t
<b>Factores de emisión de energéticos:</b>		
FE electricidad FECOC 2019	0.17	kgCO2e/kWh
FE gasolina	6.96E-05	t CO2e/MJ
FE ACPM	7.44E-05	t CO2e/MJ
<b>Resultados en huella de carbono:</b>		
Huella de carbono materiales (A1-A3)	0.05	Mt CO2e
Huella de carbono materiales (A4)	0.00	Mt CO2e
Huella de carbono por consumo energético - Módulo A5	0.01	Mt CO2e
<b>Huella de carbono incorporado sector residencial formal</b>	<b>0.07</b>	<b>Mt CO2e</b>

Figura 14. Sección del entorno de la hoja FM año base 2020: resultados intermedios.

En el mismo formato FM año base 2020 se presentan los parámetros. En la Figura 15 se muestra como ejemplo la información sobre huella de carbono de las edificaciones por etapas de uso y fin de vida. En la Figura 16 se muestra una captura de pantalla de la herramienta en donde se ubican los resultados intermedios obtenidos.

Parámetro GEI	Número parámetro GEI	Parámetro	Unidades/año	Cali	ICI
P1	P1	<b>Huella de carbono por uso y fin de vida de edificaciones residenciales formales</b>			
P1	P1.1	Mampostería estructural	t CO2e/vivienda	0.85	C
P1	P1.2	Mampostería confinada	t CO2e/vivienda	0.82	
P1	P1.3	Sistema industrializado	t CO2e/vivienda	0.67	
P1	P1.4	Otros	t CO2e/vivienda	-	

Figura 15. Sección de parámetros de seguimiento GEI número 1 para el año base 2020.

Resultado intermedio	Cali	Unidades/año
<b>Huella de carbono por uso y fin de vida de edificaciones residenciales formales</b>		
Mampostería estructural	438	t CO2e
Mampostería confinada	3,614	t CO2e
Sistema industrializado	2,199	t CO2e
Otros	-	t CO2e
<b>Huella de carbono incorporado por uso y fin de vida residencial</b>	<b>0.01</b>	<b>Mt CO2e</b>

Figura 16. Sección de resultados intermedios asociados al parámetro de seguimiento número 1 para el año base 2020.

Para concluir con el seguimiento a la primera categoría de monitoreo, en el Anexo 2 se presenta la herramienta para el seguimiento de indicadores de mitigación y adaptación, en donde los resultados de mitigación obtenidos de la herramienta de subindicadores de GEI (Anexo 1) se pueden comparar con los valores meta de la HR-ENCC para 2030, 2040 y 2050. Esta herramienta permite conocer si los indicadores de mitigación 1.1 y 1.2 cumplen con las metas propuestas por la Hoja de Ruta (Figura 17) y si ha habido un

avance significativo en adaptación y resiliencia según los indicadores de adaptación 1.3, 1.4 y 1.5 (Figura 18).

Metas en mitigación a nivel de la ciudad de Cali									
Año de monitoreo		2022							
Carbono incorporado									
Indicador	Año de meta	Segmento	Reducción esperada respecto a la línea base	Demanda (m2/año)	Emisión monitoreo (Mt. CO2e/año)	Emisión monitoreo (Mt. CO2e/m2)	Meta absoluta (Mt. CO2e)	Meta relativa (Mt. CO2e/m2)	Cumplimiento
1.1	2030	Edificaciones nuevas	30%			# DIV/0	0.26	# DIV/0	# DIV/0
	2040	Edificaciones nuevas	70%			# DIV/0	0.13	# DIV/0	# DIV/0
	2050	Edificaciones nuevas	100%			# DIV/0	0.00	# DIV/0	# DIV/0
Carbono operativo									
Indicador	Año de meta	Segmento	Reducción esperada respecto a la línea base	Demanda (m2/año)	Emisión monitoreo (Mt. CO2e/año)	Emisión monitoreo (Mt. CO2e/m2)	Meta absoluta (Mt. CO2e)	Meta relativa (Mt. CO2e/m2)	Cumplimiento
1.2	2030	Edificaciones nuevas - Estratos 5 y 6	100%			# DIV/0	0.00	# DIV/0	# DIV/0
		Edificaciones nuevas - Comercial e institucional	100%			# DIV/0	0.00	# DIV/0	# DIV/0
		Edificaciones nuevas - Residencial VIS y VIP + estratos 3 y 4	40%			# DIV/0	0.05	# DIV/0	# DIV/0
	2040	Edificaciones nuevas	100%			# DIV/0	0.10	# DIV/0	# DIV/0
		Edificaciones existentes	40%			# DIV/0	0.17	# DIV/0	# DIV/0
		2050	Edificaciones nuevas y existentes	100%			# DIV/0	0.00	# DIV/0

Figura 17. Captura de pantalla con indicadores de carbono incorporado en la herramienta de monitoreo de indicadores de primera categoría para Cali.

Seguimiento a indicadores de adaptación a nivel de la ciudad de Cali									
Indicador	Nombre del indicador de adaptación	Unidades	Año Base 2020	2022	2024	2026	2028	2030	2032
1.3	Número de viviendas afectadas por inviernos	Número							
		Estado		Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido
1.4	Número de emergencias en abastecimiento de agua y electricidad por sequías	Número							
		Estado		Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido
1.5	Número de daños en la infraestructura vital asociada a agua y energía	Número							
		Estado		Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido	Desconocido

■ Número de viviendas afectadas por inviernos  
■ Número de emergencias en abastecimiento de agua y electricidad por sequías  
■ Número de daños en la infraestructura vital asociada a agua y energía

Figura 18. Captura de pantalla con indicadores de adaptación en la herramienta de monitoreo de indicadores de primera categoría.

## 5.2. Herramienta para la segunda categoría de monitoreo

Los indicadores de segunda categoría se presentaron en la Sección 3.2. La herramienta para consolidar el monitoreo de segunda categoría se presenta en el Anexo 3.

En la Figura 19 se presenta una captura de pantalla con un ejemplo para el nivel básico para las acciones de Planeación Urbana. En esta se puede ver que para cada periodo de monitoreo se ingresan datos sobre el estado del indicador, y éstos son comparados con el año base. En la Figura 20 se muestra una captura de pantalla con un ejemplo para el nivel cumplimiento de meta. En este caso, en cada periodo se estima el cumplimiento de la meta en términos porcentuales. En ambos ejemplos se están usando los mismos resultados de entrada para el año de monitoreo y es posible ver las diferencias en el resultado de la valoración entre las dos aproximaciones.

Planeación Urbana		Unidades	Valor Año Base	Valor 2024	Estado
3	Área verde de Estructura Ecológica Principal (EEP)	m <sup>2</sup> /habitante	2.4	2.8	Mejóro
4	Área de Espacio Público Efectivo (EPE)	m <sup>2</sup> /habitante	3.93	3.0	Empeoró
5	Número de proyectos de Distritos Térmicos.	Número	3	3	Igual

Figura 19. Ejemplo de funcionamiento de la herramienta de seguimiento indicadores de segunda categoría - Nivel básico.

Planeación Urbana		Unidades	Meta 2030	Valor 2024	Cumplimiento Meta
3	Área verde de Estructura Ecológica Principal (EEP)	m <sup>2</sup> /habitante	5.0	2.8	56%
4	Área de Espacio Público Efectivo (EPE)	m <sup>2</sup> /habitante	4.0	3.0	75%
5	Número de proyectos de Distritos Térmicos.	Número	10	3	30%

Figura 20. Ejemplo de funcionamiento de la herramienta de seguimiento indicadores de segunda categoría - Nivel cumplimiento de meta.

### 5.3. Herramienta para la tercera categoría de monitoreo

En la herramienta, la Escala Likert propuesta tiene equivalencias numéricas. Se usa una escala de 0 a 1 con cinco niveles de implementación de la medida, igualmente espaciados, así: nivel de implementación nulo: 0; nivel de implementación bajo: 0.25; nivel de implementación medio: 0.5; nivel de implementación alto: 0.75; nivel de implementación total: 1.

La herramienta para la tercera categoría de monitoreo se presenta en el Anexo 4. En la Figura 21 se muestra la captura de pantalla de la herramienta con un ejemplo para los resultados esperados de la acción transformadora C: “Etiquetado”, y que a su vez están dentro del eje habilitador de “Política”. El grado de avance que se muestra tiene un carácter ilustrativo. En la Figura 22 se presenta una captura de pantalla sobre cómo se presentan en la herramienta los resultados agregados del estado de avance por cada uno de los cuatro habilitadores, y de todas las acciones transformadoras.

Esta forma de visualización de los resultados en la herramienta facilita identificar rápidamente información por medida, habilitador y resultados por periodo, y esto sirve para retroalimentar los procesos de gestión e implementación de la Hoja de Ruta de Edificaciones Neto Cero Carbono de Colombia.

Medida	Resultados Esperados			
	2023-2029	2030-2039	2040-2050	
C.i.1	Desarrollar programas para promover la adopción de etiquetado de materiales en el sector	Existen las condiciones necesarias desde la política pública y el sector privado para el desarrollo de un sistema de Etiquetado Nacional.	NR	NR
	25%	25%	0%	0%
C.i.2	Desarrollar e implementar etiquetado de edificios nuevos de forma obligatoria	Se implementa de manera efectiva un sistema de etiquetado energético voluntario y se desarrolla una herramienta para comparar indicadores de eficiencia entre edificios de similares características.	Se desarrolla e implementa la normativa que establece la exigencia del etiquetado de edificios nuevos y se integran lineamientos de carbono embudo.	NR
	50%	50%	50%	0%
C.i.3	Desarrollar e implementar etiquetado energético de edificios existentes de forma obligatoria	Existe un programa nacional con lineamientos para el etiquetado energético de edificios existentes del sector terciario. El programa incluye una herramienta para comparar el desempeño entre edificios similares.	Se desarrolla e implementa la normativa que exige el etiquetado energético de edificios existentes del sector residencial.	NR
	63%	100%	25%	0%
C.i.4	Posicionar y expandir el alcance de las etiquetas para electrodomésticos y sistemas de las edificaciones	Las etiquetas logran una cobertura para los electrodomésticos y los equipos de los sistemas técnicos de las edificaciones que tienen un mayor consumo energético.	Los etiquetados tienen una cobertura total en los electrodomésticos y sistemas de las edificaciones.	NR
	38%	75%	0%	0%

Figura 21. Captura de pantalla de la herramienta con ejemplo del esquema de monitoreo para tercer nivel - Medidas del habilitador "Política" para la acción transformadora "Etiquetado".

Categoría de Acción	Total	Política	Tecnología	Capacidades	Financiero
B. Eficiencia Energética	39%	15%	10%	67%	67%
C. Etiquetado	49%	63%	33%	NA	50%
D. Materiales	37%	50%	27%	42%	29%
E. Descarbonización de fuentes energéticas	39%	50%	27%	NA	42%
F. Estándares voluntarios verificados por un tercero	33%	44%	NA	NA	21%
G. Prácticas de sostenibilidad en empresas	53%	44%	33%	67%	67%
H. Gestión de Información	50%	50%	33%	NA	67%
I. Planeación urbana integrada	50%	50%	67%	NA	33%
J. Resiliencia y sistemas ecosistémicos	50%	50%	25%	NA	29%
K. Formalización de la construcción	50%	50%	NA	NA	NA
L. Acciones transversales	38%	67%	NA	23%	25%

Figura 22. Captura de pantalla de la herramienta con ejemplo del esquema de monitoreo para tercer nivel - Resultados agregados

## 6. Próximos pasos y recomendaciones

- **Desarrollo de un piloto de la metodología de monitoreo de la Hoja de Ruta:** Para todo el sistema de monitoreo se recomienda desarrollar un piloto que permita revisar el funcionamiento de toda la metodología y hacer los ajustes en caso de que se identifique la necesidad, y esto también aplica para el monitoreo del plan de acción de Cali. Este primer ejercicio permitirá corroborar el nivel de dificultad de la recopilación y compilación de la información, así como diferentes barreras que puedan presentarse. A partir de los resultados del piloto se podrán plantear ajustes a la metodología de monitoreo y se podrá empezar a proponer soluciones para las principales dificultades que se encuentren. Este ejercicio también permitirá entender de mejor manera si se requieren mecanismos formales de intercambio de información entre entidades para poder contar con los datos del

monitoreo por parte de diferentes actores públicos y privados. El ejercicio piloto podría desarrollarse de manera simultánea con el monitoreo del año base.

- ***Determinación y compilación de los indicadores del año base:*** Parte de los indicadores propuestos para hacer el seguimiento a la HR-ENCC ya son monitoreados a través de sistemas de información y publicaciones existentes en el país; también se proponen indicadores adicionales. Para el monitoreo a la HR-ENCC se requiere iniciar por desarrollar la línea base completa de los tres niveles de monitoreo. Los valores de línea base serán el nivel de referencia para evaluar los avances en la implementación y resultados de la HR-ENCC. Para que el monitoreo de las emisiones mitigadas y los avances de la HR-ENCC sean incluidos como parte del Reporte Bienal de Transparencia de Colombia, este ejercicio de levantamiento de línea base y un primer reporte de monitoreo debería desarrollarse para el año 2024.
- ***Desarrollo de nuevos instrumentos de captura de información:*** Para los indicadores nuevos se requiere la creación de mecanismos de intercambio de información entre instituciones, así como instrumentos específicos de captura y reporte de información. A lo largo de este documento se presentaron las necesidades y algunas de las alternativas que podrían considerarse para dar respuesta a la necesidad de nueva información. Algunas de estas se presentan a continuación:
  - o Estimación de huella de carbono de los principales materiales de construcción: los gremios de los sectores industriales de producción y comercialización de materiales podrían ser los responsables de generar valores representativos a nivel nacional y de reportarlos para el seguimiento a las emisiones GEI del sector. Parte de este ejercicio involucra proponer las metodologías de estimación y su estandarización. La información sobre materiales es de carácter nacional; sin embargo, conocer su desempeño a nivel local también es útil en términos de planificación y gestión del cambio climático en las diferentes zonas del país. A su vez, podría explorarse con el DANE si en la Encuesta Anual Manufacturera se puede incluir información sobre huella de carbono de los materiales
  - o Según información suministrada por expertos nacionales del Departamento Nacional de Planeación, el DANE se encuentra estructurando una encuesta anual de construcción, cuya evaluación podría considerarse para obtener información relevante de subindicadores de primera categoría además del módulo de sostenibilidad del CEED.
  - o Empresas del sector inmobiliario cuentan con estadísticas de edad de los inmuebles que incluyen atributos como antigüedad y consumo energético por subsector, más adelante podría evaluarse la pertinencia de integrar este tipo de información al sistema de monitoreo.
  - o Información sobre cuantías de materiales por unidad de área y consumo de energía en las etapas de construcción de las edificaciones según prototipos: gremios de empresas constructoras podrían encargarse de generar los mecanismos de recolección y gestión de la información de tal manera que se vayan consolidando bases de datos con información representativa a nivel local, regional y nacional. En este sentido los procesos de certificación de emisiones GEI con los que ya cuentan empresas a nivel nacional podrían ser una fuente de información a considerar. Es necesario empezar a avanzar en la construcción de acuerdos y mecanismos de publicación y protección de la información.

- El Reporte Estado de la Construcción Sostenible en Colombia desarrollado por el CCCS contiene información necesaria para el seguimiento a la gestión del cambio climático a nivel empresarial (indicadores de segunda categoría de monitoreo). Este ejercicio podría replicarse de manera periódica para dar continuidad al seguimiento; sin embargo, deberá revisarse si es posible ampliar su cobertura para que sea un instrumento representativo de las empresas del sector a nivel nacional.
- Si bien se cuenta con información muy relevante generada por el DANE y el CENAC sobre el sector vivienda informal, actualmente existe el reto de caracterizar la vivienda informal a nivel nacional y generar nuevas herramientas de captura de información para este fin.
- La información de caracterización de consumo energético por subsector (diferente al residencial) de la línea base se obtuvo del Estudio de bases técnicas de eficiencia energética y en el consumo de agua del Manual de Construcción Sostenible para la ciudad de Cali. Un ejercicio de compilación de información similar podría convertirse en un ejercicio periódico para el seguimiento a los indicadores de energía, necesaria para el seguimiento de la huella de carbono operaciones. Esto implica la recolección de esta información de manera estándar y con cobertura para los diferentes subsectores.
- ***Desarrollo de reportes de resultados del monitoreo y publicación de la información:*** La disponibilidad de la información para un público amplio debe ser parte de los objetivos del monitoreo a los esfuerzos en acción climática y en este caso del monitoreo a la HR-ENCC. Los resultados podrían publicarse de manera periódica en diferentes medios a través de opciones como reportes y tableros de indicadores. Además, la información generada para el monitoreo de la HR-ENCC será útil para diferentes objetivos en sostenibilidad a nivel local, nacional e internacional. Podría generarse una página Web con todos los recursos relacionados con la Hoja de Ruta de Edificaciones Neto Cero Carbono de Colombia, como documentos técnicos de soporte nacionales y locales, y en donde también se publiquen los resultados del monitoreo. Esto contribuiría a la transparencia en las acciones y su seguimiento.
- **Identificación de sinergias entre los indicadores de seguimiento de la Ley de Acción Climática y el monitoreo de la HR-ENCC:** Para el diseño de la metodología de monitoreo de la HR-ENCC se tuvo en cuenta la información disponible a la fecha sobre los indicadores para hacer seguimiento a la Ley de Acción Climática. Dado que aún no se cuenta con la versión final de los indicadores con los cuales se hará seguimiento a la Ley, se recomienda a través del Comité Asesor del Proyecto Edificaciones Neto Cero Carbono, identificar las posibles sinergias que se puedan seguir generando entre ambos sistemas para que el monitoreo la HR-ENCC pueda contribuir a los objetivos en MRV de mitigación de emisiones GEI de Colombia.

El sistema de monitoreo de la HR-ENCC podría ser parte de los instrumentos nacionales de seguimiento a la gestión del cambio climático. Una ventaja en el corto plazo es la posibilidad que se tiene para estimar las emisiones GEI mitigadas, como complemento a los indicadores de seguimiento de la Ley de Acción Climática, los cuáles se refieren en su mayoría a indicadores de gestión (y no de resultados).

En términos de seguimiento a las emisiones GEI y a la mitigación nacional, si bien la metodología propuesta integra lineamientos de contabilidad de emisiones del nivel nacional (v.g., factores de

emisión, diseño de escenarios de emisiones GEI de línea base y mitigación), existen diferencias metodológicas propias del sector (v.g., enfoque de ciclo de vida, emisiones GEI de diferentes sectores IPCC). Es necesario continuar avanzando en los acuerdos sobre la definición metodológica de contabilidad de emisiones del sector de las edificaciones, considerando inquietudes como por ejemplo la asignación de emisiones y mitigaciones bajo el esquema actual del país que se hace por sectores IPCC y por ministerios. El análisis de emisiones GEI para el sector de las edificaciones (como un análisis intersectorial) trae ventajas; como, por ejemplo, la posibilidad de identificar las necesidades de trabajo intersectorial para poder lograr las metas de descarbonización del sector, que es un plus en términos de planificación y gestión.

La metodología propuesta para la HR-ENCC permite llevar un seguimiento en donde quedará trazabilidad de los datos usados y de su origen, para buscar que sea un uso transparente. Se identificaron las fuentes de información de los datos de entrada y recomendaciones para próximos ejercicios. Se generaron herramientas fundamentadas en la metodología de línea base de emisiones GEI de las edificaciones que permite una comparación entre las emisiones anuales respecto al escenario tendencial. Además, las herramientas permiten hacer los análisis para los casos de Bogotá y Cali y generan una referencia en caso de querer replicar la metodología para otra ciudad. La metodología permite monitorear indicadores intermedios en términos de carbono incorporado, carbono operativo, sector residencial y sectores no residenciales para visibilizar el cambio en carbono-eficiencia del sector. Esta metodología y las herramientas permite comparar los resultados de cada periodo de monitoreo respecto a las metas de mitigación establecidas en la HR-ENCC.

Existen múltiples ejemplos a nivel internacional sobre análisis de emisiones GEI para este sector, que podrían considerarse al momento de definir su pertinencia dentro de los análisis y reportes de emisiones GEI a nivel nacional.

- ***Roles y responsabilidades en el monitoreo a la HR-ENCC:*** En la Sección 3 se hizo una identificación de los actores que podrían tener mayor participación en el monitoreo de la HR-ENCC en cada uno de los tres niveles de seguimiento propuestos. Además de los actores que intervienen en cada uno de los niveles, se requiere un actor que se encargue de la recopilación de toda la información en un sistema único de seguimiento a nivel nacional, así como de la administración del sistema de monitoreo. Una entidad técnica independiente en este rol traería ventajas en términos de la transparencia, manejo técnico y del funcionamiento del sistema.
- ***Construcción y fortalecimiento de capacidades:*** El sistema de monitoreo propuesto permite evaluar el desarrollo de la HR-ENCC en todos sus frentes de acción. Esto posibilita, además de conocer cuáles son las acciones predilectas por los gobiernos y actores sectoriales hacia la descarbonización, hacer un seguimiento a la implementación de políticas públicas. En este sentido se recomienda trabajar con los implementadores de acciones en la construcción de capacidades sobre los temas relacionados con dichas acciones y fortalecer las capacidades de monitoreo y reporte en los diferentes actores involucrados con la HR-ENCC y los planes de acción locales.

## Referencias

- Alcaldía de Santiago de Cali. (2022). *Plan de acción para lograr edificaciones neto cero carbono en Santiago de Cali*. 1–166.
- CCCS. (2021). Estado de la Construcción Sostenible en Colombia. Retrieved October 21, 2022, from <https://www.cccs.org.co/wp/download/estado-de-la-construccion-sostenible/>
- CCCS. (2022). *Hoja de ruta nacional de edificaciones neto cero carbono*. Bogotá.
- CCCS, Universidad de los Andes, & Hill Consulting. (2022a). *Evaluación de medidas de mitigación de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia*. Bogotá D.C.
- CCCS, Universidad de los Andes, & Hill Consulting. (2022b). *Línea base de emisiones GEI de las edificaciones en Colombia*. Bogotá D.C., Colombia.
- DANE. (2022). Censo de Edificaciones (CEED) Histórico. Retrieved September 30, 2022, from <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/construccion/censo-de-edificaciones/censo-de-edificaciones>
- DNP. (2018a). *Guía para la construcción y análisis de indicadores*. Retrieved from [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Guia\\_para\\_elaborar\\_Indicadores.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Sinergia/Documentos/Guia_para_elaborar_Indicadores.pdf)
- DNP. (2018b). *Guía para la construcción y análisis de indicadores*.
- Fong, W. K., Sotos, M., Doust, M., Shultz, S., Marques, A., & Deng-beck, C. (2021). *Global Protocol for Gas Emission Inventories An Accounting and Reporting Standard for Cities*. Retrieved from [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC\\_Full\\_MASTER\\_RW\\_v7.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/GPC_Full_MASTER_RW_v7.pdf)
- Fujiwara, N., van Asselt, H., Bößner, S., Voigt, S., Spyridaki, N.-A., Flamos, A., ... ten Donkelaar, M. (2019). The practice of climate change policy evaluations in the European Union and its member states: results from a meta-analysis. *Sustainable Earth*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.1186/s42055-019-0015-8>
- Gobierno de Colombia. (2020). *Actualización de la Contribución Determinada a Nivel Nacional de Colombia (NDC) 2020*.
- Losby, J. &, & Wettmore, A. (2012). *Using Linkert Scales in evaluation survey work*.
- Mills-Knapp, S., Scott, O., Rose, A., & Inc., C. I. (2019). *Best Practices in Monitoring and Evaluation of Urban Climate Adaptation. A literature review*. (October).
- Ministerio de Medio Ambiente. (2022). *ABECÉ Proyecto Ley de Acción Climática*. Retrieved from <https://cop26.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/retos-climaticos-a-be-ce-proyecto-de-ley-accion-Climatica.pdf>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2022). *NAMA Registry*. Retrieved from <https://www4.unfccc.int/sites/publicnama/SitePages/Home.aspx>
- World Resources Institute. (2014). Policy and Action Standard. In *GHG Protocol*.
- WRI. (2014a). Policy and Action Standard. In *GHG Protocol*. Retrieved from <https://ghgprotocol.org/policy-and-action-standard>
- WRI. (2014b). The Global Protocol for Community-Scale Greenhouse Gas Emission Inventories (GPC). Retrieved November 4, 2022, from Implementation Guides website:



[https://www.c40knowledgehub.org/s/article/The-Global-Protocol-for-Community-Scale-Greenhouse-Gas-Emission-Inventories-GPC?language=en\\_US&gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxN-uruG72-jakXtQhVlgKSo5sliDG0XY2\\_i3hH5D1k\\_bOOZ237zppBBoCtD0QAvD\\_BwE](https://www.c40knowledgehub.org/s/article/The-Global-Protocol-for-Community-Scale-Greenhouse-Gas-Emission-Inventories-GPC?language=en_US&gclid=CjwKCAjw8JKbBhBYEiwAs3sxN-uruG72-jakXtQhVlgKSo5sliDG0XY2_i3hH5D1k_bOOZ237zppBBoCtD0QAvD_BwE)



## **Anexos**

*Anexo 1. Herramienta de monitoreo de mitigación de emisiones GEI*

Ver archivo Excel adjunto a este documento.

*Anexo 2. Herramienta de monitoreo primera categoría*

Ver archivo Excel adjunto a este documento.

*Anexo 3. Herramienta de monitoreo segunda categoría*

Ver archivo Excel adjunto a este documento.

*Anexo 4. Herramienta de monitoreo tercera categoría*

Ver archivo Excel adjunto a este documento.

*Anexo 5. Fichas metodológicas subindicadores GEI de ICI tipo A*

Ver carpeta adjunta.