
 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--




Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

**DOCUMENTO METODOLÓGICO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA
"ESTADÍSTICAS DEL INVENTARIO DE EMISIONES Y ABSORCIONES
ATMOSFÉRICAS"**


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

CONTENIDO


Listado de figuras	6
Listado de tablas	6
INTRODUCCIÓN	7
1 ANTECEDENTES	11
2 DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA	16
2.1 DISEÑO TEMÁTICO	17
2.1.1 Necesidades de información.....	17
2.1.2 Objetivo general y específicos	37
2.1.3 Alcance	38
2.1.4 Marco de referencia.....	40
2.1.5 Definición de variables y construcción de indicadores estadísticos	63
2.1.6 Resultados estadísticos	72
2.1.7 Estándares estadísticos utilizados	78
2.1.8 Diseño del cuestionario	80
2.2 DISEÑO ESTADÍSTICO	80
2.2.1 Universo de estudio.....	80
2.2.2 Población objetivo	80
2.2.3 Cobertura geográfica	81
2.2.4 Desagregación geográfica.....	81
2.2.5 Desagregación temática.....	81
2.2.6 Fuentes de datos	82

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


2.2.7	Unidades estadísticas	84
2.2.8	Periodo de referencia.....	84
2.2.9	Periodo de acopio y frecuencia	85
2.2.10	Marco estadístico	85
2.2.11	Diseño muestral.....	85
2.2.12	Ajustes de cobertura	85
2.2.13	Especificaciones de ponderadores	85
2.2.14	Diseño metodológico para la estimación de la incertidumbre	86
2.3	DISEÑO DEL ACOPIO.....	88
2.3.1	Métodos y estrategias de acopio de datos	88
2.3.2	Estructura organizacional del operativo y definición del equipo requerido	99
2.3.3	Esquema de entrenamiento del personal.....	100
2.3.4	Conformación del equipo.....	103
2.3.5	Proceso de sensibilización y acuerdos de intercambio.....	105
2.3.6	Relación de manuales, guías o instructivos.....	106
2.3.7	Diseño de la estrategia de comunicación y plan de contingencias	107
2.3.8	Diseño de la estrategia de seguimiento y control.....	110
2.3.9	Diseño de sistemas para la obtención de datos	114
2.3.10	Transmisión de datos.....	115
2.4	DISEÑO DEL PROCESAMIENTO.....	116
2.4.1	Consolidación y/o integración de archivos de datos.....	120
2.4.2	Uso y mantenimiento de los datos y/o del software aplicativo empleado (cuando aplique)	139

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

2.4.3	Diseño y/o determinación de la infraestructura tecnológica necesaria para el procesamiento.....	145
2.4.4	Diseño de las herramientas o instrumentos para la generación de cuadros de resultados	146
2.5	DISEÑO DEL ANÁLISIS	147
2.5.1	Métodos de análisis de resultados.....	147
2.5.2	Anonimización de microdatos y verificación (cuando aplique)	151
2.5.3	Comités de expertos.....	154
2.6	DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN	156
2.6.1	Diseño de los sistemas de salida.....	156
2.6.2	Productos de difusión	158
2.6.3	Canales y calendario de difusión	160
2.6.4	Política de correcciones y manejo de errores	161
2.7	DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO	161
2.7.1	Flujo de trabajo secuencial	161
2.7.2	Infraestructura Tecnológica y Arquitectura de Información	163
2.7.3	Gestión de la configuración y seguridad	165
2.7.4	Cronograma y Actores	166
2.8	DISEÑO DE LAS PRUEBAS	176
2.9	DISEÑO DE LA EVALUACIÓN.....	179
2.9.1	Mecanismos e insumos de evaluación.....	179
2.9.2	Plan de Mejora Continua	181
3	DOCUMENTACIÓN RELACIONADA.....	182
3.1	MANUALES, PROTOCOLOS Y GUÍAS TÉCNICAS DEL SINGEI	182

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

3.2	ANEXOS METODOLÓGICOS Y OPERATIVOS	183
4	GLOSARIO.....	184
5	BIBLIOGRAFIA	186
6	CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO METODOLÓGICO.....	188


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

Listado de figuras

Figura 1. Relación del SINGEI con los subsistemas del SNICC	9
Figura 2. Ciclo de inventario del IPCC.....	14
Figura 3. Tipos de reportes.....	72
Figura 4. Enfoques metodológicos del inventario departamental	76
Figura 5. Proceso de estimación de la incertidumbre.....	87
Figura 6. Proceso del acopio de datos	89
Figura 7. Proceso para la proyección de datos de actividad	98
Figura 8. Procesamiento incertidumbre de la emisión y emisiones proyectadas	119
Figura 9. Interacción de datos en el procesamiento de emisiones y absorciones..	121
Figura 10. Compilación del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas ..	127
Figura 11. Proceso del análisis de incertidumbre	129
Figura 12. Cálculo de incertidumbre con el método 1. Propagación de error.....	132
Figura 13. Documentos de soporte	142

Listado de tablas

Tabla 1. Reportes de Colombia reportados ante la CMNUCC	12
Tabla 2. Necesidades desde mandatos internacionales	19
Tabla 3. Necesidades desde mandatos nacionales	25
Tabla 4. Marco legal de la operación estadística "Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas"	53
Tabla 5. Matriz de ponderación por criterio de calidad	93
Tabla 6. Roles y responsabilidades del equipo de acopio	99
Tabla 7. Método 1 y 2 para estimar categorías clave en el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas.	137
Tabla 8. Actores involucrados en cada etapa del SINGEI.....	166
Tabla 9. Procesos y actividades alineados con las fases de la operación estadística	170

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


INTRODUCCIÓN

El artículo 4 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) establece que las Partes deben *"elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar a la Conferencia de las Partes, de conformidad con el artículo 12, los inventarios nacionales de las emisiones antropogénicas por las fuentes y de la absorción por los sumideros de todos los gases de efecto invernadero no controlados por el Protocolo de Montreal, utilizando metodologías comparables que habrán de ser acordadas por la Conferencia de las Partes"*.

Para cumplir con esta disposición y facilitar el acceso a la información sobre las emisiones Gases Efecto Invernadero (GEI), Carbono Negro (CN) y Contaminantes Criterios (CR) para la investigación y toma de decisiones en la gestión del cambio climático, se creó el **Sistema Nacional de Inventarios de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia (SINGEI)**.

La Política Nacional de Cambio Climático incluye el SINGEI dentro del sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV) para la mitigación de GEI. En este contexto, el sistema tiene la función de organizar la medición y el reporte de emisiones nacionales de todos los gases por las distintas fuentes y sumideros tanto para efectos de la elaboración del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas (INGEI), como para efectos de dar soporte a instrumentos económicos o regulatorios de las emisiones por fuentes o sumideros (MinAmbiente, 2017).

Aunque la Resolución 1447 de 2018 de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MinAmbiente) reconoce al SINGEI como parte del sistema MRV de mitigación en su Título I, Capítulo 1, Artículo 4, actualmente no cuenta con una reglamentación específica. El SINGEI, como conjunto articulado de actores, normas y procesos técnicos, centraliza el acopio y el procesamiento de datos para estimar las emisiones y absorciones atmosféricas, facilitando la generación de los productos oficiales (como el Informe del Inventario Nacional - NID y las Tablas de Reporte Común - CRT) que constituyen el insumo central para la elaboración de reportes país

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

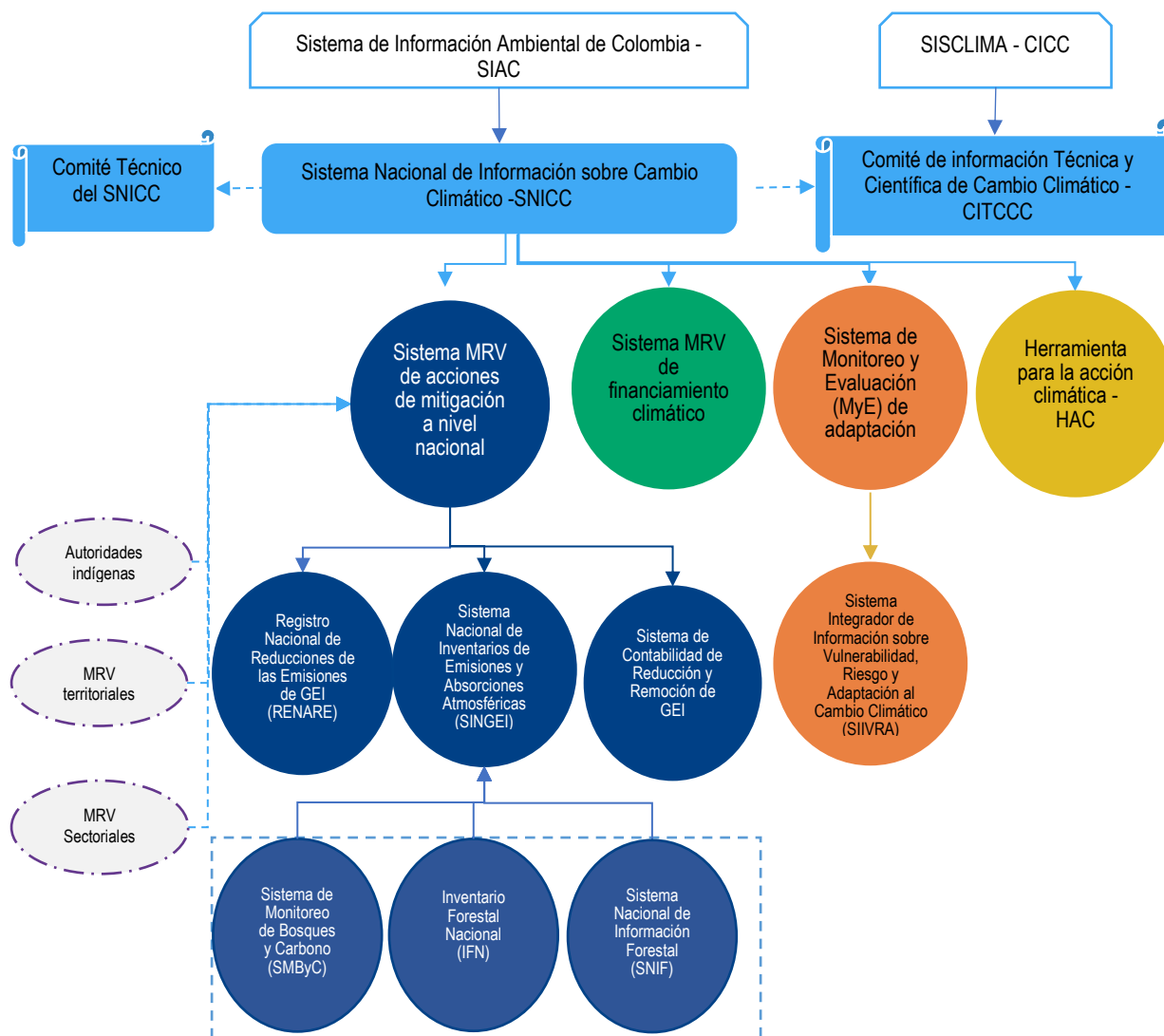
como las Comunicaciones Nacionales, los Informes Bienales de Transparencia (BTR por sus siglas en inglés), así como otros reportes e indicadores requeridos.

Responsabilidad y gestión del SINGEI

Según el Artículo 15 del Decreto 291 de 2004, la Subdirección de Estudios Ambientales del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ideam, tiene la función de *"Coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales sobre Cambio Climático"*. Por lo tanto, el Ideam es el encargado de operar y administrar el SINGEI, en su calidad de entidad técnica y científica del Sistema Nacional Ambiental (SINA), adscrita a MinAmbiente, conforme a la Ley 99 de 1993. En este marco institucional, el SINGEI se consolida como el sistema de información que forma parte del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC) y del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), encargado de la estimación del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas a escala nacional y subnacional y de la generación de los diferentes tipos de reporte de interés internacional y nacional.


En la siguiente figura se muestra su relación con los diferentes subsistemas:

Figura 1. Relación del SINGEI con los subsistemas del SNICC



Fuente: Propia, 2025

Sin embargo, la elaboración del INGEI no es responsabilidad exclusiva del Ideam. Este proceso requiere un esfuerzo conjunto con diversas instituciones nacionales, entre ellas: ministerios y entidades gubernamentales, autoridades ambientales, gremios y sectores industriales, instituciones públicas y privadas generadoras de estadísticas nacionales, sectoriales y territoriales, entre otras. Estas instituciones no

 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


solo proveen datos esenciales para el INGEI, sino que participan activamente mediante mesas técnicas y consultas de expertos.

El SINGEI sigue las Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) del 2006, sus refinamientos posteriores, así como otras de sus directrices (p.e. Guía de buenas prácticas), y para el Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio los lineamientos establecidos en la Guía para la estimación del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos (EMEP/EEA) del 2019, o sus actualizaciones posteriores. A su vez el reporte se construye siguiendo las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG por sus siglas en inglés) establecidas en el Marco de Transparencia Reforzado (MRT) del Acuerdo de París con las disposiciones descritas en la Decisión 18/CMA.1 y la Decisión 5/CMA.3, en donde a su vez se establece la entrega de los BTR.

De esta manera, el sistema de información se consolida como la fuente de información oficial del país en materia de emisiones y absorciones atmosféricas, supliendo diversas necesidades de información para la investigación, la generación de conocimiento, el monitoreo al cumplimiento de metas nacionales y la toma de decisión en política pública.

La operación estadística del SINGEI

La Operación Estadística del SINGEI registrada en el Sistema de Identificación y caracterización de oferta y demanda estadística (SICODE) del Sistema Estadístico Sectorial (SEN) del DANE bajo el nombre de "**Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas**", corresponde, de acuerdo con los tipos de operaciones estadísticas establecidas por el DANE, a una estadística derivada, dado que se basa en la aplicación de metodologías de estimación y modelamiento a partir de información proveniente de diversas fuentes estadísticas y bases de datos, utilizando conceptualizaciones o metodologías externas a las fuentes originales. En

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

este sentido, el valor agregado del Ideam como entidad coordinadora radica en la validación y transformación sistemática de estos datos administrativos sectoriales en bruto. Mediante la aplicación estructurada de datos de actividad, factores de emisión, parámetros de conversión y modelos matemáticos rigurosos dictados por el IPCC, se logran convertir registros heterogéneos en información estadística oficial estandarizada, comparable a nivel internacional y con un nivel de incertidumbre cuantificado y controlable.

El presente documento metodológico presenta la información técnica y conceptual necesarios para comprender la operación estadística. En particular, el primer apartado describe los antecedentes nacionales e internacionales que sustenta su desarrollo, mientras que en el segundo se describe el diseño de la operación estadística, abordando sus distintas fases, entre ellas los diseños: temático, estadístico, de acopio, procesamiento, análisis y divulgación de la información, así como otros aspectos metodológicos relevantes. Para efectos de este documento, tanto la operación estadística del Sistema Nacional de Inventarios de Emisiones y Absorciones Atmosféricas se abreviarán como SINGEI.

1 ANTECEDENTES

Colombia ha preparado y reportado sus inventarios de emisiones y absorciones nacionales desde el 2001 en el marco de tres Comunicaciones Nacionales, tres Informes Bienales de Actualización (BUR por sus siglas en inglés) y un BTR, incorporando diversas actualizaciones que se resumen en la Tabla 1.



	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Tabla 1. Reportes de Colombia reportados ante la CMNUCC

Reporte	Año de envío a la CMNUCC	Serie de tiempo reportada del inventario
Primera Comunicación Nacional	2001	1990 y 1994
Segunda Comunicación Nacional	2010	2000 y 2004
BUR1	2015	Actualización de la estimación de los inventarios de los años 1990, 1994, 2000 y 2004 y estimación del inventario para los años 2010 – 2012
Tercera Comunicación Nacional	2017	Inventarios anuales para la serie de tiempo de 1990 a 2012, incluyendo actualización de los 6 inventarios presentados previamente
BUR2	2018	Actualización de la estimación de los inventarios para la serie de tiempo 1990 – 2012 y estimación del inventario para los años 2013 y 2014
BUR3	2021	Actualización de la estimación de los inventarios para la serie de tiempo 1990 – 2014 y estimación del inventario para los años de 2015 a 2018

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística “Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas”	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Reporte	Año de envío a la CMNUCC	Serie de tiempo reportada del inventario
		*Inclusión del inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio para la serie 2010 – 2018
BTR1	2024	Actualización de la estimación de los inventarios para la serie de tiempo 1990 – 2018 y estimación preliminar del inventario para los años de 2019 a 2021 *Inclusión del inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio para la serie 2010 – 2021

Fuente: Propia.2025

En 2017, en el marco del desarrollo de la Tercera Comunicación Nacional de Colombia, el Ideam con el apoyo de PNUD, desarrolló actividades orientadas a la sistematización de los procesos asociados a la construcción del INGEI. Para ello, se emplearon bases de datos estandarizadas en Excel, se programaron procesos de compilación y reporte en lenguaje R, y se generaron los formatos y protocolos base que dieron origen al diseño y desarrollo del SINGEI.

En 2018, en el marco del proyecto RALI, se avanzó en la formulación del diseño de una plataforma nacional de gestión de GEI, contando entonces con las primeras “Especificaciones de diseño y requerimientos de software SINGEI”.

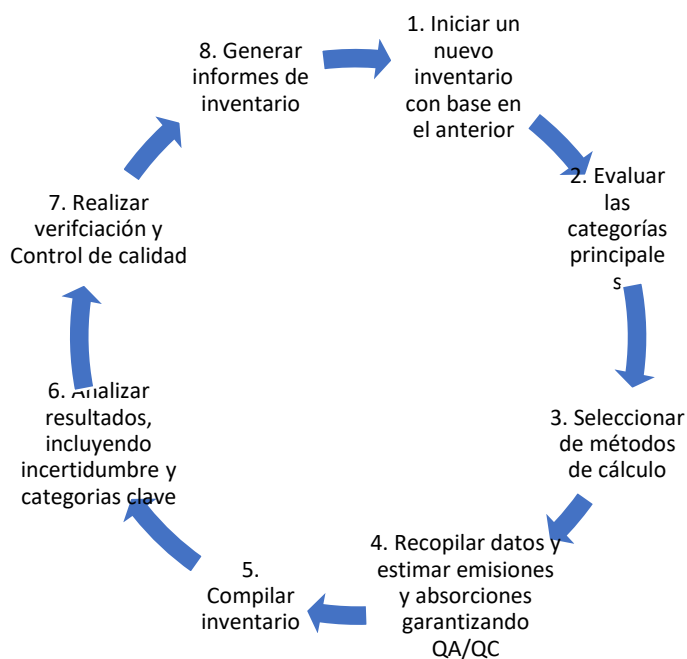
Posteriormente, en el marco del proyecto GEF-CBIT “Transparencia Climática Colombia”, financiado por el Fondo Mundial para el Medio Ambiente (GEF), liderado técnicamente por el Ideam y apoyado por MinAmbiente, se inició la actualización del marco conceptual y el diseño de los módulos de una plataforma tecnológica. Este

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


proceso, consolidado en 2023, permitió fortalecer los lineamientos iniciales, precisar los requerimientos funcionales y definir las especificaciones técnicas que deberá cumplir la plataforma una vez implementada. En este sentido, a partir de 2025, con recursos del mismo proyecto, se dio inicio al desarrollo de la plataforma, la cual se encuentra actualmente en fase de construcción y cuya entrada en operación se proyecta para el año 2027. En consecuencia, mientras entra en operación dicha plataforma, la presente iteración de la operación estadística derivada se fundamenta técnica y operativamente en una arquitectura transitoria. Esta se basa en la consolidación del inventario nacional y subnacional mediante el uso estructurado de Microsoft Excel y la ejecución de scripts automatizados en lenguaje R, siguiendo el proceso originalmente sistematizado durante la Tercera Comunicación Nacional.

Los procesos de construcción de los inventarios de las 3 comunicaciones nacionales, y los 3 BUR, se basaron en la ejecución del ciclo definido por el IPCC:

Figura 2. Ciclo de inventario del IPCC



Fuente: adaptado de (IPCC, 2006)

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Con la entrada en vigor del MRT del Acuerdo de París, para el primer BTR, Colombia presentó los resultados del inventario para los años 2018 a 2021, con una actualización del INGEI correspondiente al periodo 1990-2018 y los resultados del Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio para el periodo 2010-2021.

Posterior a dicho reporte y en línea con el desarrollo tecnológico, los nuevos requerimientos del MRT y la necesidad de estandarizar el proceso de construcción del inventario, el IDEAM inició un proceso integral de reestructuración del SINGEI. Esta reestructuración obedece a la respuesta institucional para mitigar riesgos de calidad estadística evidenciados en ciclos previos, tales como la alta dependencia de procesos manuales, reprocesos en la consolidación de información dispersa, vacíos en las series temporales y cuellos de botella en la trazabilidad del flujo de datos interinstitucional. Adicionalmente, busca subsanar de raíz las observaciones y oportunidades de mejora señaladas por los equipos de revisión técnica de expertos (TERT) de la CMNUCC.

En consecuencia, esta actualización implicó ajustar cada una de las fases de la construcción del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas con las fases del proceso estadístico establecidas en la NTC PE 1000 del DANE, que se describen en el presente documento.

Con esta transición, el SINGEI no solo adopta prácticas de excelencia estadística nacionales, sino que se posiciona como el primer subsistema MRV del país en ajustar sus procesos a dicho estándar, convirtiéndose en un referente para otros sistemas y subsistemas sectoriales y territoriales de acciones de mitigación a nivel nacional.

Este paso estratégico busca garantizar metodologías más robustas, mayor trazabilidad, procedimientos homogéneos, una mayor confiabilidad de los datos y, en última instancia, avanzar hacia la certificación oficial del proceso estadístico, consolidando la operación estadística "Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas" como la pionera dentro del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


2 DISEÑO DE LA OPERACIÓN ESTADÍSTICA

El diseño de la operación estadística "Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas" constituye la fase de planificación técnica en la que se definen los lineamientos conceptuales, metodológicos y operativos que rigen la producción de la información.

En este capítulo se detallan las especificaciones adoptadas para garantizar que las estimaciones de emisiones y absorciones cumplan con los principios de transparencia, exactitud, exhaustividad, comparabilidad y coherencia exigidos por el Marco Reforzado de Transparencia del Acuerdo de París, así como con los estándares de calidad del SEN.

A continuación, se describen los nueve componentes estructurales que conforman el diseño de la operación:

- **2.1. Diseño temático:** delimita el objeto de estudio, las necesidades de información, el marco normativo y conceptual, y define las variables e indicadores a medir.
- **2.2. Diseño estadístico:** establece el universo de estudio, la cobertura, las fuentes de datos y las metodologías para la estimación de la incertidumbre.
- **2.3. Diseño del acopio:** describe los métodos, instrumentos y mecanismos para el flujo de los datos de actividad y factores de emisión desde las entidades proveedoras.
- **2.4. Diseño del procesamiento:** detalla las reglas de validación, consistencia, imputación y transformación de datos para el cálculo de las emisiones.
- **2.5. Diseño del análisis:** define los métodos para la interpretación de resultados, análisis de tendencias y consistencia de la serie temporal.
- **2.6. Diseño de la difusión:** especifica los instrumentos, canales y productos mediante los cuales se ponen los resultados a disposición de los usuarios.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- **2.7. Diseño de la evaluación:** establece los mecanismos para evaluar la calidad del proceso estadístico en sus distintas etapas.
- **2.8. Diseño de sistemas:** describe la arquitectura tecnológica y los flujos de trabajo que soportan la producción y gestión de la información.
- **2.9. Diseño de pruebas:** planifica las pruebas piloto o validaciones técnicas necesarias antes de la implementación plena de nuevas metodologías o herramientas.

2.1 DISEÑO TEMÁTICO

El diseño temático de la operación estadística comprende la revisión sistemática de las necesidades de información asociadas al inventario nacional y subnacional de emisiones y absorciones atmosféricas, así como el análisis comparativo de operaciones estadísticas similares que se realizan a nivel nacional e internacional. Esta fase recoge los elementos fundamentales que orientan la operación estadística incluyendo los objetivos, el alcance, el plan de resultados, la definición de usuarios y usos de la información, y los estándares estadísticos y metodológicos utilizados, entre otra información relevante.


2.1.1 Necesidades de información

2.1.1.1 Contexto y actores del SINGEI

La identificación de las necesidades de información de la operación estadística se fundamenta en un análisis estructurado de los actores que interactúan en el SINGEI (proveedores, fortalecedores, puntos focales, usuarios y entes reguladores) y en la verificación de la vigencia de sus requerimientos frente a los compromisos internacionales y la normativa nacional.

A continuación, se describen los actores identificados que orientan la identificación de necesidades de información:

- **Proveedores de información:** responsables de suministrar los datos de entrada (datos de actividad, factores de emisión e incertidumbre) necesarios


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

para la construcción del inventario. Incluye al sector público, privado, academia y entidades de estadística nacional, sectorial y territorial.

- **Fortalecedores de capacidades:** actores encargados de suministrar apoyo técnico, tecnológico o financiero para el fortalecimiento del sistema, tales como centros de investigación, universidades, entidades de cooperación internacional y el gobierno nacional.
- **Puntos focales y ejecutores:** incluyen las instituciones y equipos encargados de construir, gestionar y actualizar el inventario, así como de administrar la plataforma tecnológica del SINGEI. Esta categoría abarca al IDEAM y al equipo técnico del SINGEI, quienes garantizan la integridad metodológica y operativa del sistema.
- **Usuarios de la información:** actores que emplean la información del SINGEI para la toma de decisiones o con fines de investigación. Se dividen en:
 - *Usuarios internos:* dependencias misionales del instituto, principalmente la Subdirección de Estudios Ambientales y el Grupo de Cambio Global, que requieren la información para la generación de reportes nacionales e internacionales y el análisis climático.
 - *Usuarios externos:* ministerios, agremiaciones, academia y sectores económicos que emplean los resultados para la formulación y seguimiento de políticas públicas.
- **Entes reguladores:** entidades que establecen el marco normativo en materia de cambio climático y diseñan los lineamientos para la construcción de los reportes nacionales e internacionales, entre las que se destacan la CMNUCC y el MinAmbiente.

2.1.1.2 Necesidades de información identificadas

Las necesidades que satisface la operación estadística provienen principalmente de requerimientos identificados y confirmados de organismos internacionales y de la

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

normativa nacional. Para efectos de esta operación, estos mandatos legales y compromisos de reporte se traducen metodológicamente en la necesidad estadística estricta de generar estimaciones cuantitativas (variables de salida) de emisiones totales, absorciones y emisiones netas, desagregadas por sector, categoría, tipo de gas y división político-administrativa, acompañadas de sus respectivos niveles de incertidumbre.


a) Requerimientos de información internacionales

Las necesidades de información de carácter internacional son mandatarias y definen el marco de acción de esta operación estadística. Estas establecen las obligaciones de reporte de Colombia, así como los estándares metodológicos, el contenido y la periodicidad de la información.


A continuación, se detallan los requerimientos internacionales confirmados:

Tabla 2. Necesidades desde mandatos internacionales


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
CMNUCC	<p>1. Cumplimiento de obligaciones de reporte internacional</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la información requerida por el Artículo 4, párrafo 1a, y el Artículo 12, párrafo 1a, de la CMNUCC. Estos artículos exigen la transmisión periódica de un inventario nacional de las emisiones antropogénicas por fuentes y la absorción por sumideros de todos los Gases de Efecto Invernadero (GEI) no controlados por el Protocolo de Montreal. • Cumplir con lo dispuesto en el Artículo 13 del Acuerdo de París, y reportar conforme a las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG) establecidas en el MRT.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Servir como componente principal de los Informes Bienales de Transparencia (BTR) y de las Comunicaciones Nacionales (CN). • Proporcionar información que debe presentarse en formatos comunes, como las Tablas de Reporte Común (CRT) o las tablas de la Decisión 17 de la COP 8, y las Modalidades, Procedimientos y Directrices (MPG). <p>2. Contenido y cuantificación de emisiones y absorciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contener la estimación de emisiones por fuente, tipo de GEI y las remociones por tipo de sumidero. • Considerar los gases de efecto invernadero CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6. • Reportar precursores de GEI (NOX, CO, $COVDM$ y SO_2). • Incluir las estimaciones de emisiones y absorciones antropogénicas de GEI históricas. • Incluir contaminantes criterio y carbono negro (CN). • Incluir resultados desagregados por las cuatro grandes categorías: Energía; Procesos Industriales y Uso de Productos (IPPU); Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (AFOLU); y Residuos. <p>3. Soporte para metas y evaluación de progreso</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servir como la principal fuente de información y ser esencial para el seguimiento del progreso en la implementación y el

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<p>logro de las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) en virtud del Artículo 4 del Acuerdo de París.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servir como fuente de información para determinar la mitigación requerida para alcanzar la meta nacional, sirviendo de referencia para el Indicador 1: mitigación requerida para la meta. • Contribuir a la elaboración de las líneas base y escenarios de referencia para la mitigación. • Asegurar que las metas nacionales y sectoriales se basen en la información contenida en el INGEI. <p>4. Requisitos metodológicos y de calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar las estimaciones siguiendo las directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), específicamente las de 2006 y sus refinamientos de 2019. • Someterse a rigurosos procesos de aseguramiento de calidad por expertos y contemplar un estricto proceso de trazabilidad documental. • Incluir resultados de la evaluación de la incertidumbre asociada a los cálculos. • Garantizar la coherencia metodológica en el alcance y la cobertura para la comunicación y la implementación de las NDC.
Panel Intergubern	1. Suministro y actualización de metodologías y directrices internacionales para la cuantificación de emisiones y

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
amental de expertos en cambio climático. Agencia Ambiental Europea.	absorciones de gases de efecto invernadero (GEI), carbono negro y contaminantes criterio. <ul style="list-style-type: none"> • Definir la ruta metodológica para la estimación de emisiones y absorciones de GEI, carbono negro y contaminantes criterio a escala nacional. • Actualizar el proceso de estimación de estimaciones de forma periódica a través de consensos de expertos • Apoyar técnicamente a las partes firmantes del Acuerdo de París en el uso de las directrices y herramientas disponibles.
Protocolo de Kioto	1. Cuantificación y cobertura de gases de efecto invernadero (GEI) <ul style="list-style-type: none"> • Comprender el 100% de las emisiones e incluir los seis gases reconocidos por el Protocolo de Kioto. Estos gases son: CO_2, CH_4, N_2O, HFC, PFC, SF_6. • Incluir, como partidas informativas, las estimaciones de las emisiones generadas por los combustibles del transporte aéreo y marítimo internacional (búnkeres). • Utilizar Potenciales de Calentamiento Global (PCG) basados en un horizonte temporal de 100 años, habiendo utilizado históricamente los del Segundo Informe de Evaluación del IPCC (1995). 2. Adopción de metodologías y directrices internacionales

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Adherirse a las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC). Los primeros inventarios se basaron en las directrices de la revisión de 1996 del IPCC. • Seguir las orientaciones del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre. <p>3. Soporte a mecanismos de mercado (MDL)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las principales oportunidades de reducción y captura para articularlas con acciones como los proyectos del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). • Armonizar las líneas base de desarrollo de mitigación de proyectos (MDL) con los datos del inventario nacional. • Proveer el contexto para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de GEI que optan al MDL, adoptado por Colombia mediante la Ley 629 de 2000.
Acuerdo de París	<p>1. Seguimiento y reporte de la contribución determinada a nivel nacional (NDC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la información necesaria para realizar un seguimiento de los progresos realizados en la implementación y el logro de las NDC en virtud del Artículo 4 del Acuerdo de París. • Servir como base para el "Indicador 1: mitigación requerida para la meta", permitiendo hacer seguimiento a las emisiones netas nacionales frente a la meta de la NDC actualizada de 2020.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Servir como base (ej. año 2014) para la proyección y análisis del escenario de referencia y los escenarios de mitigación utilizados para establecer y actualizar la NDC de 2020. • Incluir el Inventario de Carbono Negro (CN), permitiendo el seguimiento de la meta de reducción de emisiones de CN establecida en la NDC. <p>2. Cumplimiento del marco reforzado de transparencia (MRT)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Generar la información fuente para cumplir con el requisito de reportar el Inventario Nacional de GEI en los Informes Bienales de Transparencia (BTR). • Garantizar que la información de GEI y las metodologías sean coherentes para la contabilidad y el inventario, de conformidad con el Artículo 13, párrafo 7(a) del Acuerdo de París. • Utilizar las Directrices del IPCC de 2006 y los Refinamientos de 2019, asegurando consistencia con las MPG. • Utilizar los Potenciales de Calentamiento Global (PCG) contemplados en el Quinto Informe de Evaluación del IPCC (AR5). • Garantizar la aplicación consistente de las metodologías a través de un proceso estandarizado (SINGEI) para asegurar la transparencia. <p>3. Soporte a mecanismos de cooperación (artículo 6)</p>

 IDEAM	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la información base para ajustar el valor de las emisiones nacionales cuando se realicen transferencias internacionales de beneficios de mitigación (ITMOs) bajo el Artículo 6. • Tener interoperabilidad (como subsistema SINGEI) con el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI).

Fuente: Propia.2025


b) Requerimientos sectoriales, normativos nacionales y aporte a la política pública

Los requerimientos nacionales y el aporte al diseño de políticas públicas se derivan del marco normativo, que utiliza el SINGEI como herramienta oficial de cuantificación.


A continuación, se detallan las necesidades derivadas del marco legal nacional:

Tabla 3. Necesidades desde mandatos nacionales


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
Decreto 1603 de 1994	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar el Sistema Nacional de Inventario de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI), el proceso que sustenta y produce el INGEI, al Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), el cual es regulado por este decreto. • Cumplir con los lineamientos para la gestión y el reporte de datos ambientales definidos por el decreto, siendo el

 IDEAM	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<p>INGEI el instrumento principal para la cuantificación de Gases de Efecto Invernadero (GEI).</p>
Decreto 298 de 2016	<p>1. Provisión de información para el monitoreo y evaluación del SISCLIMA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la información relacionada con las emisiones de GEI a nivel nacional, subnacional y sectorial, indispensable para el seguimiento y evaluación de la mitigación gestionada por el Sistema Nacional de Cambio Climático (SISCLIMA). <p>2. Soporte para la estructura de información técnica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servir como el producto central coordinado por el IDEAM bajo el Comité de Información (posteriormente Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático). • Diseñar y difundir las metodologías y protocolos de recolección, análisis y presentación de información para el Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV). <p>3. Base para la planificación y establecimiento de metas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la información cuantitativa para la elaboración de líneas base y escenarios de referencia. • Soportar la base de que las metas nacionales y sectoriales deberán basarse en la información contenida en el Inventario Nacional.
Política Nacional de Cambio	<p>1. Establecimiento de metas y planificación sectorial</p>

 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
<p>Climático de 2017</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer la base de datos oficial para que las metas nacionales y sectoriales se basen en la información contenida en el inventario nacional. • Organizar la medición de las emisiones nacionales de todos los gases de efecto invernadero por las distintas fuentes y sumideros. • Ser la información crítica para la formulación de Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Sectoriales (PIGCCS). <p>2. Creación y operación del sistema de información climática</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveer datos transparentes y consistentes para el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). • Formar parte explícita del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación. • Permitir que el Comité de Información (liderado por el IDEAM) coordine la producción y gestión de la información. • Soportar la definición y regulación de la periodicidad y la manera cómo deben realizarse los reportes en todos los niveles. <p>3. Alineación con estándares de calidad y transparencia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asegurar que la elaboración y reporte del inventario se sujete a los estándares y disposiciones definidas en la CMNUCC.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Generar información transparente y consistente en el tiempo.
Ley 1931 de 2018 (Ley de Cambio Climático)	<p>1. Sustentar el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser (a través del SINGEI) uno de los cuatro instrumentos clave del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) de acciones de mitigación. • Ser considerado (junto con los BTR) un instrumento de planificación y gestión del cambio climático. • Establecer la base para la obligación de las entidades del Estado (ministerios, DANE) de generar y recopilar los insumos de información necesarios para la actualización de los inventarios de GEI (INGEI), de acuerdo con lo definido por el IDEAM. <p>2. Base cuantitativa para metas y planificación sectorial</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser fundamental para el seguimiento del progreso en la implementación y el logro de las NDC. • Servir como base para el Indicador 1: mitigación requerida para la meta. • Contribuir a la elaboración de las líneas base y escenarios de referencia. • Servir de base (como inventario de gases de efecto invernadero regionales u otros instrumentos) para los Planes Integrales de Gestión del Cambio Climático Territoriales (PIGCCT).

 IDEAM	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<p>3. Apoyo a instrumentos económicos y de contabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la referencia base para definir el alcance y la contabilidad del Programa Nacional de Cupos Transables de Emisión (PNCTE). • Soportar la Regulación de la Medición de Emisiones, Reducciones y Remociones de GEI. • Ser esencial para la trazabilidad y la contabilidad nacional del carbono en mecanismos como la No Causación del Impuesto al Carbono.
Resolución 1447 de 2018	<p>1. Establecimiento y operación del sistema MRV de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser (a través del Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero (SINGEI)) uno de los cuatro instrumentos que conforman este sistema MRV. • Suministrar la información relacionada con las emisiones de GEI a nivel nacional, subnacional y sectorial, respondiendo al primer alcance del Sistema MRV. • Proveer la información a nivel nacional para el enfoque descendente (o Top-down) del MRV. <p>2. Soporte para la contabilidad nacional y las metas de mitigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contribuir a la elaboración de las líneas base y escenarios de referencia.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Tener interoperabilidad prevista con el Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de GEI (SCRR-GEI). • Permitir estructurar la contabilidad nacional del carbono integrando diferentes escalas. <p>3. Aseguramiento de calidad y prevención de la doble contabilidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Servir de base para evitar la doble contabilidad, conforme a los principios del Sistema MRV (Artículo 9). • Proveer (mediante el SINGEI) una plataforma estructurada y coherente para la recopilación, gestión y análisis de datos de GEI, alineándose con los lineamientos de coherencia y consistencia del MRV. <p>4. Requisitos para mecanismos de mercado</p> <p>Proporcionar el contexto de emisiones nacionales para validar la relevancia de las acciones registradas en el Registro Nacional de Reducción de las Emisiones de GEI (RENARE).</p>
Ley 2169 de 2021 (Ley de Acción Climática)	<p>1. Cuantificación y seguimiento del objetivo de carbono neutralidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar la métrica esencial de emisiones netas (balance entre emisiones y absorciones) para determinar si el país está en camino de lograr la carbono neutralidad para 2050.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Permitir el seguimiento continuo de los progresos en la implementación de la NDC, cuyas metas fueron elevadas a rango de ley. <p>2. Soporte para el instrumento de seguimiento legal (PdIS)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Suministrar la información primaria para el Indicador 1: mitigación requerida para la Meta. • Permitir el seguimiento al avance en la reducción de emisiones de GEI y carbono negro en relación con la meta máxima establecida en la NDC. • Asegurar que el seguimiento del Plan de Implementación y Seguimiento (PdIS) se base en datos precisos y verificables. <p>3. Integración en el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC/MRV)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ser (a través del SINGEI) uno de los instrumentos clave del Sistema MRV, reforzando el marco normativo del SNICC. • Incluir las estimaciones de carbono negro para monitorear el progreso de la NDC.
Resolución 1383 de 2023	<p>Provisión de datos cuantitativos para la toma de decisiones y seguimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> • Proveer la cuantificación de las emisiones y absorciones atmosféricas como insumos clave para la toma de decisiones y el seguimiento de compromisos.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fuente de la necesidad	Descripción de las necesidades
	<ul style="list-style-type: none"> • Facilitar la evaluación del progreso en el cumplimiento de la NDC.

Fuente: Propia.2025


2.1.1.3 Mecanismos de consulta, análisis y priorización

El SINGEI ha establecido un proceso estructurado para la gestión de necesidades, el cual integra canales de recepción, espacios de participación técnica y una metodología de priorización basada en criterios objetivos.

a) Mecanismos de recepción e identificación

Para capturar las necesidades de información de los actores del sistema, se emplean los siguientes mecanismos:

- Canales institucionales: recepción continua de solicitudes a través de la ventanilla única, buzón institucional, correo electrónico, y el sistema de gestión de PQRSDF.
- Espacios de participación técnica: identificación de requerimientos en mesas sectoriales, talleres de socialización y espacios de capacitación técnica.
- Instrumentos de consulta: aplicación de encuesta de satisfacción y consultas dirigidas a actores clave para ampliar la cobertura del levantamiento de información.
- Análisis técnico interno: identificación de necesidades derivadas de los planes de mejora sectoriales, el análisis de categorías clave, el análisis de incertidumbre, el análisis de sensibilidad y/o el análisis de reducción de incertidumbre. Este mecanismo permite detectar los puntos críticos a priorizar de acuerdo con el comportamiento de la tendencia de los resultados, la

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

incertidumbre de los datos y las necesidades sectoriales complementando las solicitudes externas con un criterio de mejora continua científica.

b) Metodología de priorización

Con el fin de asegurar la calidad y pertinencia de la información estadística, las necesidades identificadas se someten a un proceso de análisis y priorización que consta de las siguientes etapas:

- **Filtros obligatorios:**


Toda necesidad identificada se somete inicialmente a criterios de verificación para determinar su viabilidad:

- Área temática: debe corresponder al ámbito de las emisiones y absorciones de GEI.
- Alcance previsto: debe estar dentro del alcance geográfico (nacional) y temporal establecido para el inventario.
- Recursos mínimos: se constata la disponibilidad de recursos humanos, técnicos y financieros para su ejecución.

- **Evaluación multicriterio:**

Las necesidades que superan los filtros se valoran mediante un sistema de ponderación que considera:

- Pertinencia / relevancia (40%): grado en que responde a mandatos internacionales (CMNUCC) o leyes nacionales.
- Factibilidad técnica (25%): disponibilidad de datos de actividad y factores de emisión de calidad suficiente.
- Oportunidad (20%): capacidad de producir la información en los tiempos requeridos por el BTR.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Costo-beneficio (15%): relación entre el esfuerzo de estimación y el valor agregado del dato.

- **Decisión y categorización:**

Dependiendo del puntaje obtenido, las necesidades se clasifican en:


- Alta prioridad: se incorpora obligatoriamente en el Plan General (ej. requerimientos BTR).
- Prioridad media: su inclusión depende de la disponibilidad de recursos adicionales.
- Baja prioridad: se documenta para futuras revisiones.

c) Validación y confirmación

Una vez priorizadas, las necesidades se someten a un proceso de confirmación mediante reuniones con el equipo técnico y, cuando aplica, con expertos externos. Los resultados de esta validación se formalizan en actas de reunión que constituyen la evidencia de la trazabilidad del proceso y alimentan el plan de mejora del inventario.

Específicamente para la actualización del inventario correspondiente a esta iteración de la operación estadística, la validación se realizó el 16 de septiembre de 2025 con la participación del equipo directivo y técnico del IDEAM, en cabeza de la Subdirección de Estudios Ambientales y la Coordinación del Grupo de Cambio Global. En dicha sesión se confirmó la pertinencia de mantener sin alteraciones el árbol de categorías, los contaminantes y el nivel metodológico del ciclo anterior, enfocando la capacidad operativa en el cumplimiento estricto de los formatos de las Tablas CRT exigidos por el MRT.

Esta delimitación del alcance se fundamentó en un análisis de factibilidad técnica frente a la arquitectura transitoria actual de la operación (basada en hojas de cálculo

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


de Microsoft Excel), priorizando la oportunidad, trazabilidad y calidad certificable de las cifras oficiales.

La decisión vinculante consta en el Acta de Reunión No. 001 del expediente de la operación, la cual se encuentra formalmente custodiada y almacenada en la carpeta de la fase 1_DAN (Detección y Análisis de Necesidades) del repositorio institucional estructurado del IDEAM, garantizando la trazabilidad documental del acuerdo ante el Sistema Estadístico Nacional.

d) Resultados de la aplicación de la priorización

Como resultado de la aplicación de los filtros obligatorios y la evaluación multicriterio para el presente ciclo de actualización de la operación estadística, se obtuvieron las siguientes conclusiones que definen el alcance vigente:

- Ratificación de necesidades mandatarías (Alta prioridad): se confirmó la vigencia y obligatoriedad de la totalidad de los requerimientos derivados de los compromisos internacionales (árbol de categorías y Tablas CRT las cuales son parte del MRT del Acuerdo de París y reportados a la CMNUCC). Estos requerimientos constituyen el núcleo de la operación y consumen la totalidad de los recursos técnicos y operativos disponibles, lo cual es indispensable para asegurar la integridad y comparabilidad de la serie histórica a escala nacional y subnacional.
- Tratamiento de nuevos requerimientos (Baja prioridad): tras la evaluación multicriterio, se determinó que las solicitudes adicionales provenientes de usuarios externos no superaron el umbral de factibilidad técnica o financiera para esta vigencia. En consecuencia, las inquietudes identificadas que no corresponden a mandatos directos de la CMNUCC fueron clasificadas como "Baja prioridad". Esta decisión obedece a la necesidad de blindar metodológicamente el Reporte del Inventario Nacional (NIR como insumo del BTR) y asegurar el cumplimiento estricto de los plazos de entrega, dado que la

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

operación se rige por estándares preexistentes que restringen la incorporación de cambios no programados en la presente iteración.

- Alcance resultante: la operación concentrará sus esfuerzos exclusivamente en el cumplimiento de los estándares de calidad exigidos por el MRT. Los nuevos requerimientos de desagregación clasificados como baja prioridad quedan documentados y se integran al Plan de Mejora de la operación estadística.


2.1.1.4 Periodicidad de la revisión

La gestión de las necesidades de información responde a un proceso de mejora continua que asegura la vigencia de la operación estadística.

Intervalos de revisión y actualización: la revisión y confirmación de necesidades se realiza en consonancia con los ciclos de reporte internacional y la planificación institucional. Específicamente:

- **Revisión bienal:** antes del inicio de cada iteración operativa bienal, se analizan las solicitudes recibidas a través de los canales institucionales y los resultados de las encuestas de satisfacción para ajustar la planificación a corto plazo.
- **Actualización bienal (ciclo de reporte internacional):** el plan de mejora se actualiza de manera estructural tras la recepción del informe de revisión técnica (TERT) de la CMNUCC, garantizando que las recomendaciones de expertos y los cambios en las directrices del IPCC sean incorporados oportunamente.

Al cierre de esta sección, es importante precisar que la presente operación estadística tiene su origen en un compromiso internacional, lo que implica que, desde su concepción, cuenta con lineamientos metodológicos específicos, detallados y de obligatorio cumplimiento, así como con necesidades de información previamente definidas.

 IDEAM	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

En este sentido, el levantamiento inicial de necesidades no responde únicamente al proceso descrito anteriormente, sino que se encuentra determinado por los requerimientos establecidos por la CMNUCC, las Directrices metodológicas del IPCC y lo dispuesto en el artículo 13 del MRT. Estas obligaciones configuran un proceso propio y preexistente de identificación de necesidades de información que orienta el alcance y los contenidos de la operación estadística.

En consecuencia, las necesidades adicionales que se identifiquen a través de los mecanismos de consulta, análisis y priorización descritos en esta sección se incorporarán de manera progresiva, en función de las posibilidades técnicas, operativas e institucionales del proceso, así como de la disponibilidad y calidad de la información, sin comprometer la consistencia metodológica ni el cumplimiento de los mandatos internacionales que rigen la operación estadística.


2.1.2 Objetivo general y específicos

Objetivo general

Generar las estadísticas del inventario de emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones atmosféricas por sumideros de GEI, carbono Negro y contaminantes criterio a nivel nacional y subnacional, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos de reporte internacional y nacional, y servir como insumo técnico oficial para el diseño, seguimiento y evaluación de las políticas públicas en materia de cambio climático.

Objetivos específicos

- Estimar las emisiones antropogénicas por fuentes y absorciones por sumideros de GEI, carbono negro y contaminantes criterio a nivel nacional y subnacional para la serie temporal desde el año 1990 hasta por lo menos dos años antes del año de reporte, aplicando las Directrices metodológicas establecidas por el

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

IPCC y la Guía EMEP/EEA para los sectores de Energía, Procesos industriales y uso de productos (IPPU), Agricultura, Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF), y Residuos.


- Proveer la información estadística requerida para el reporte de los compromisos de transparencia internacional de Colombia, en cumplimiento del Artículo 13 del Acuerdo de París y los formatos de reporte definidos por la CMNUCC.
- Suministrar el insumo técnico oficial para el seguimiento de la contribución determinada a nivel nacional (NDC), soportar la toma de decisiones y la formulación de políticas públicas, y la operación de los sistemas de información SNICC y Monitoreo, Reporte y Verificación de acciones de mitigación del país.

2.1.3 Alcance

- **Alcance temático:** la operación estadística comprende la planeación, acopio, procesamiento, cálculo, validación y reporte de las emisiones y absorciones atmosféricas de origen antropogénico producidas en el territorio nacional. La cobertura abarca los GEI, el carbono Negro y los contaminantes criterio, derivados de las actividades humanas asociadas a los sectores de Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF y Residuos.

Las estimaciones se realizan aplicando las metodologías establecidas en las Directrices del IPCC (2006 y refinamientos 2019) para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero y la Guía EMEP/EEA (2019 o actualización 2023) para contaminantes atmosféricos.

- **Alcance geográfico y temporal:** la información cubre la totalidad del territorio colombiano con desagregación a escala nacional y subnacional (regional, departamental, municipal y/o por jurisdicción de autoridades ambientales). Los datos se contabilizan mediante series temporales


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

anualizadas y se generan reportes cada dos años, en cumplimiento de las directrices del MRT del Acuerdo de París. Este proceso garantiza la generación de los productos directos de la operación (Reporte del Inventario Nacional - NIR, conformado por el NID y las Tablas CRT), los cuales fungen como los insumos cuantitativos requeridos para la elaboración de los grandes reportes país (como el Informe Bienal de Transparencia - BTR y las Comunicaciones Nacionales), así como para las necesidades de información nacional.

- **Precisiones conceptuales y limitaciones** si bien el inventario tiene por objeto contabilizar las emisiones causadas por el hombre para cuantificar y rastrear las principales fuentes y sumideros, de conformidad con el Acuerdo de París, las directrices metodológicas consideran la interacción entre el ciclo del carbono natural y las acciones humanas. Esto es especialmente relevante en el sector LULUCF, donde se cuantifican las emisiones generadas por la deforestación, los cambios de uso del suelo y el desarrollo de cultivos, entre otros; y se contabilizan las absorciones derivadas de la reforestación y el desarrollo de plantaciones, dada su capacidad para retener carbono mediante sus procesos naturales.

En cuanto a los límites del sistema, se contabilizan emisiones directas; las emisiones indirectas¹ se estiman únicamente en agricultura y LULUCF. Actualmente, la operación estadística no cuenta con evidencia suficiente para

¹ En los inventarios nacionales de GEI, las emisiones directas son aquellas que se producen directamente desde una fuente como consecuencia de una actividad que genera las emisiones, mientras que las emisiones indirectas son aquellas que se producen a través de vías indirectas. Por ejemplo, las emisiones de N₂O de suelos gestionados se producen tanto a través de una vía directa (es decir, directamente desde los suelos a los que se añade/libera el N) como a través de dos vías indirectas: (i) tras la volatilización de NH₃ y NO₃ de suelos gestionados y la posterior redeposición de estos gases y sus productos NH₃ y NO₃ en suelos y aguas; y (ii) tras la lixiviación y escorrentía de N, principalmente como NO₃, de suelos gestionados (https://www-ipcc-nggip-iges-or-jp.translate.google/faq/faq.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=sge).

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

contabilizar la captura y aprovechamiento de carbono en los diferentes sectores del país.

2.1.4 Marco de referencia

Previo a la descripción del diseño y conceptualización del SINGEI, en esta sección se presenta una definición del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas y se describen de manera general la estructura establecida por el IPCC en las directrices 2006 y los más recientes refinamientos a estas guías, publicados en 2019, en cuanto a los módulos y categorías de fuentes y absorciones de emisiones de gases de efecto invernadero y la homologación realizada con los diferentes sectores de la economía nacional y la desagregación establecida en la guía EMEP/EEA para carbono negro y contaminantes criterio.

2.1.4.1 Marco teórico


El sustento teórico de la operación estadística se basa en las directrices metodológicas del IPCC y la Agencia Europea de Medio Ambiente (EMEP/EEA), las cuales proporcionan el marco científico para la estimación de emisiones y absorciones atmosféricas.

a) Fundamento conceptual de la estimación

Un inventario de emisiones y absorciones no es una medición directa o una contabilidad de valores perfectamente conocidos en tiempo real, sino una estimación estadística de los flujos de gases liberados o removidos de la atmósfera como resultado de actividades humanas.

La teoría central del inventario se basa en que estas emisiones pueden cuantificarse multiplicando la información sobre la magnitud de las actividades humanas (Datos de Actividad) por coeficientes que representan la intensidad de emisión por unidad de actividad (Factores de Emisión), siguiendo la ecuación fundamental del IPCC:

$$E = DA \times FE$$

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Donde:

- E: emisión o absorción.
- DA (Dato de Actividad): estadística sobre la magnitud de la actividad humana en un periodo y territorio delimitados (ej. consumo de combustible, cabezas de ganado).
- FE (Factor de Emisión): coeficiente que cuantifica la emisión o absorción promedio por unidad de actividad.


b) Teoría de la Incertidumbre

La estimación de gases de efecto invernadero (GEI), carbono negro y Contaminantes Criterio, como parte del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas, implica sustancialmente un cierto grado de incertidumbre. Esta incertidumbre se refiere a la falta de conocimiento completo sobre el valor exacto de las emisiones o absorciones reales, provocada por diversos factores asociados al proceso de medición y/o modelación.

Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), la incertidumbre es definida como un parámetro asociado al resultado de una medición, que caracteriza la dispersión de los valores que pueden atribuirse razonablemente al parámetro medido. La incertidumbre puede dividirse en dos tipos principales:

- **Incetidumbre aleatoria:** relacionada con la variabilidad natural inherente al fenómeno medido.
- **Incetidumbre sistemática:** derivada de errores consistentes en métodos, instrumentos o modelos (IPCC, 2006).

Entre las principales fuentes de incertidumbre en la estimación de emisiones atmosféricas están la calidad y representatividad de los datos disponibles, errores

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

inherentes a las técnicas de medición utilizadas, limitaciones instrumentales, omisiones parciales o totales de información y variabilidad natural de los procesos ambientales estudiados. Estas fuentes pueden categorizarse según su origen en incertidumbre asociada a datos primarios (mediciones directas), factores de emisión (coeficientes específicos asignados por actividad), supuestos metodológicos y decisiones tomadas durante el proceso analítico (Castro, 2019).


Para evaluar cuantitativamente esta incertidumbre, se aplican metodologías estadísticas rigurosas centradas en el análisis de sensibilidad y el método de propagación de errores (Método 1), siguiendo las recomendaciones de las Directrices del IPCC de 2006 y sus refinamientos de 2019 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, junto con la Guía para la Expresión de la Incertidumbre de Medida (CEM, 2009). Estas técnicas permiten estimar el grado de incertidumbre con precisión y de manera transparente, promoviendo así la comparabilidad de los resultados obtenidos.

Asimismo, cuando no se cuenta con información suficiente o explícita, se recurre al juicio de expertos, siguiendo metodologías estructuradas para reducir subjetividades. Este enfoque complementa la información cuantitativa, asegurando robustez y confiabilidad del análisis final.

La gestión adecuada de la incertidumbre es un componente fundamental en el SINGEI ya que influye directamente en la formulación, evaluación y seguimiento de políticas ambientales nacionales e internacionales, así como en el desarrollo de estrategias efectivas de mitigación y adaptación ante el cambio climático.

c) Gases y contaminantes objeto de estudio

Desde la perspectiva temática, la operación estadística abarca dos grandes grupos de compuestos con comportamiento y efectos teóricos distintos en la atmósfera:

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


- **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** incluye el Dióxido de Carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido Nitroso (N_2O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de Azufre (SF_6). Para permitir su comparabilidad y agregación, se utiliza el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG), el cual pondera el forzamiento radiactivo de cada gas en un horizonte de 100 años para expresarlos en una unidad común: CO_2 equivalente (CO_2eq).
- **Contaminantes criterio y Carbono Negro:** incluye Óxidos de Nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles Diferentes al Metano ($COVDM$), Dióxido de Azufre (SO_2), Monóxido de Carbono (CO), Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$) y Carbono Negro (CN). Estos se estiman siguiendo los lineamientos de la Guía EMEP/EEA (2019 o actualización 2023).

d) Estructura sectorial y niveles metodológicos

Las metodologías agrupan las emisiones y absorciones en cinco sectores principales: Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF y Residuos.

Al tomar como base las directrices metodológicas del IPCC, se realiza un proceso de homologación de la desagregación sectorial de las categorías y subcategorías del inventario de carbono negro y contaminantes criterio establecido en las Guías EMEP/EEA 2019 o su actualización al 2023. De esta forma se obtiene un único árbol de categorías para reportar las emisiones y absorciones del país (Ver Anexo 1. Árbol de categorías de SINGEI).

Tanto las Directrices del IPCC como la Guía EMEP/EEA, incluyen diferentes niveles metodológicos para estimar las emisiones y absorciones y asegurar que los inventarios sean robustos y comparables. Su empleabilidad depende de las circunstancias nacionales y la disponibilidad de información. A continuación, se describe el significado de cada uno de los posibles niveles cuya aplicabilidad se elige

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


conforme a la descripción de los árboles de decisión detallados en las metodologías y según la disponibilidad de información: (IPCC, 2006)

- **Nivel 1 (Tier 1):** se caracteriza por aplicar factores de emisión y métodos recomendados por IPCC de aplicabilidad global o regional, con datos estadísticos básicos del país.
- **Nivel 1 avanzado:** se refiere a un conjunto de métodos específicos que mejora sobre el enfoque básico del nivel 1, en el caso de Colombia se emplea para la estimación de emisiones en sistemas agrícolas diferenciados en alta y baja productividad.
- **Nivel 2 (Tier 2):** se basa en la utilización de datos más detallados y específicos junto con factores de emisión ajustados a las condiciones del país, estos factores de emisión se derivan de cálculos más complejos producto de investigaciones científicas.
- **Nivel 3 (Tier 3):** implica una estimación más exacta y compleja con relación al nivel 2, con una mayor exigencia en cuanto a los requisitos de los datos de actividad, factores de emisión y métodos más avanzados y precisos, utilizando la aplicación de técnicas de modelado y simulaciones complejas.

e) Principios de calidad del inventario

Finalmente, el marco teórico se rige por los principios de buenas prácticas definidos por el IPCC para asegurar la validez científica de los resultados:

- **Transparencia:** documentación clara de fuentes y métodos.
- **Exhaustividad:** cobertura de todas las fuentes, sumideros y gases relevantes.
- **Coherencia:** uso consistente de metodologías a lo largo de la serie temporal.
- **Comparabilidad:** reporte en formatos estandarizados que permitan la comparación entre países.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- **Exactitud:** minimización de la incertidumbre y sesgos en las estimaciones.

2.1.4.2 Marco conceptual

Para la correcta interpretación de la información estadística generada por la operación, se adoptan las siguientes definiciones y conceptos fundamentales, armonizados con las directrices del IPCC, la normativa nacional y los conceptos estandarizados por el DANE:


2.1.4.2.1 Conceptos generales

Contaminación atmosférica: es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes, entendidos estos como fenómenos físicos, sustancias o elementos en estado sólido, líquido o gaseoso, causantes de efectos adversos en el medioambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana, que solos, en combinación, o como productos de reacción, se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas (Decreto 1076, 2015).

Cambio climático: alteraciones en el estado del clima resultado de procesos internos naturales, forzamientos externos o cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso de la tierra y que son identificados mediante cambios en la media y la variabilidad de sus propiedades y que persiste durante un período prolongado, generalmente décadas o más. (OCDE, 2008)

Efecto invernadero: proceso natural por el que ciertos gases atrapan el calor del sol manteniendo la tierra suficientemente cálida para la vida (Ley 1931, 2018).

Emisiones y absorciones antropogénicas: las emisiones antropogénicas se refieren a los gases que son generados de manera directa o indirecta por actividades humanas, como la quema de combustibles, las actividades industriales, la deforestación, entre otros (IPCC, 2006).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Variabilidad climática: la variabilidad del clima se refiere a las variaciones en el estado medio y otros datos estadísticos del clima en todas las escalas temporales y espaciales (como las desviaciones típicas, la ocurrencia de fenómenos extremos como El Niño y La Niña, etc.), más allá de fenómenos meteorológicos determinados. La variabilidad se puede deber a procesos internos naturales dentro del sistema climático (variabilidad interna), o a variaciones en los forzamientos externos antropogénicos (variabilidad externa) (Ley 1931, 2018).


Vida atmosférica: la vida atmosférica hace referencia al tiempo que dura un gas o partícula en la atmósfera antes de ser transformada por procesos naturales como reacciones químicas, sedimentación o absorción (Amoo, 2020).

2.1.4.2.2 Conceptos temáticos

Carbono negro: es considerado un contaminante de corta duración que se genera por el proceso de combustión incompleta de diferentes combustibles. Tienen gran capacidad para absorber la radiación solar, lo cual hace que contribuya al calentamiento global (Comisión para la Cooperación Ambiental, 2015).

Contaminantes criterio: los contaminantes criterio son aquellos que tienen una implicación para la salud y bienestar de los humanos. Se les llama "criterio" porque se ha establecido una normativa para monitorear sus niveles permisibles a fin de preservar la salud y la biodiversidad. Estos contaminantes son (IDEAM, 2022): Material particulado menor a 10 micras (PM_{10}), material particulado menor a 2.5 micras ($PM_{2.5}$), ozono (O_3), dióxido de azufre (SO_2), monóxido de carbono (CO), dióxido de nitrógeno (NO_2) (Ideam, 2022)

Dióxido de carbono: es un gas de origen natural, también es un subproducto de la quema de combustibles fósiles (como el petróleo, el gas y el carbón), de la quema de biomasa, de los cambios de uso de la tierra y de procesos industriales. Es el principal GEI antropógeno que afecta al equilibrio radiactivo de la Tierra. Es el gas utilizado

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

como referencia para medir otros GEI, por lo que su potencial de calentamiento global (PCG) es igual a 1 (IPCC, 2018b).


Gas de efecto invernadero: componente gaseoso de la atmósfera, natural o antropógeno, que absorbe y emite radiación en determinadas longitudes de onda del espectro de radiación terrestre emitida por la superficie de la Tierra, por la propia atmósfera y por las nubes. Esta propiedad ocasiona el efecto invernadero. Los gases de efecto invernadero tienen potenciales de calentamiento atmosférico (PCA). Las directrices del IPCC 2006 cubren: CO_2 , CH_4 , N_2O y gases fluorados (HFC , PFC , SF_6) (IPCC, 2006).

Hexafluoruro de Azufre: se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, la instalación, el uso, el mantenimiento y la eliminación (IPCC, 2018a).

Hidrofluorocarbonos: halocarbonos que contienen únicamente átomos de carbono, hidrógeno y flúor. Debido a que no contienen cloro, bromo o yodo, no contribuyen al agotamiento de la capa de ozono. Al igual que otros halocarbonos, son potentes gases de efecto invernadero. Desarrollados y fabricados como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (EPA, 2025b).

Metano: es el componente principal del gas natural y está asociado a todos los hidrocarburos utilizados como combustibles (IPCC, 2018a).

Óxido Nitroso: la fuente antropogénica principal de N_2O es la agricultura (la gestión del suelo y del estiércol), pero hay también aportaciones importantes provenientes del tratamiento de aguas residuales, de la quema de combustibles fósiles y de los procesos industriales químicos. El N_2O también es producido naturalmente por muy diversas fuentes biológicas presentes en el suelo y en el agua, y particularmente por la acción microbiana en los bosques tropicales húmedos (IPCC, 2018a).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Perfluorocarbono: halocarbonos producidos sintéticamente que contienen únicamente átomos de carbono y flúor. Se caracterizan por su extrema estabilidad, por ser ininflamables, por su baja toxicidad, tienen un potencial de agotamiento de la capa de ozono nulo, pero un elevado potencial de calentamiento mundial (IPCC, 2018a).

Potencial de Calentamiento Global: mide la cantidad de energía que absorbe la emisión de una tonelada de un gas en un periodo determinado en comparación con la emisión de una tonelada de CO_2 . Cuanto mayor sea el PCG, mayor será el calentamiento que produce ese gas en la tierra en comparación con el CO_2 en determinado periodo (EPA, 2025a).


2.1.4.2.3 Conceptos metodológicos y estadísticos

Año del inventario: las estimaciones de los inventarios de emisiones y absorciones se realizan para el año calendario analizando las fuentes y sumideros de las actividades del respectivo periodo (IPCC, 2006).

Coherencia estadística: se dice que un estimador estadístico de un parámetro es coherente si el estimador tiende al parámetro a medida que aumenta el tamaño de la muestra utilizada para el estimador, es decir, la precisión es mayor cuando aumenta el número de observaciones (IPCC, 2006).

Coherencia para los inventarios: se realizan las estimaciones para diferentes años, gases y categorías del inventario de tal forma que las diferencias entre los años y las categorías reflejan las diferencias reales de las emisiones. Las tendencias de las emisiones deben calcularse por los mismos métodos y las mismas fuentes de datos para evitar fluctuaciones por diferencias metodológicas (IPCC, 2006).

Comparabilidad: es la característica que permite que los resultados de diferentes operaciones estadísticas puedan relacionarse, agregarse e interpretarse entre sí o con respecto a algún parámetro común (DANE, 2020).

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

Datos de actividad: datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un período de tiempo determinado (IPCC, 2006).

Exactitud semántica de los datos: existencia de una relación lógica y temática en los datos de acuerdo con unas reglas definidas entre dos o más variables (ISO/IEC25012, 2008).


Exhaustividad: significa que un inventario abarca todas las fuentes y sumideros, así como todos los gases que figuran en las directrices metodológicas (IPCC, 2006).

Factores de emisión: los factores de emisión son herramientas que permiten estimar la cantidad de emisiones de un determinado contaminante, generada por la fuente en estudio (IPCC, 2006).

Incertidumbre: estado de conocimiento incompleto que puede deberse a una falta de información o desacuerdo o respecto a lo que es conocido o incluso cognoscible (IPCC, 2018a).

Intervalo de confianza: valor real de la cantidad por la cual se debe estimar el intervalo es una constante fija pero desconocida, como ser el total de emisiones anuales para un país dado en un año en particular. Típicamente, se utiliza un intervalo de confianza del 95 por ciento en los inventarios de gases de efecto invernadero. Desde la perspectiva estadística tradicional, el intervalo de confianza de 95 por ciento tiene una probabilidad del 95 por ciento de comprender el valor real pero desconocido de la cantidad.

Metadatos: es la información necesaria para el uso e interpretación de las estadísticas. Los metadatos describen la conceptualización, calidad, generación, cálculo y características de un conjunto de datos estadísticos (Congreso de la República de Colombia, 2023).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Microdatos: corresponde a los datos sobre las características asociadas a las unidades de observación que se encuentran consolidadas en una base de datos (Congreso de la República de Colombia, 2023).

Operación estadística: es la aplicación del conjunto de procesos y actividades que comprende la identificación de necesidades, diseño, construcción, recolección o acopio, procesamiento, análisis, difusión y evaluación, la cual conduce a la producción de información estadística sobre un tema de interés nacional o territorial (Congreso de la República de Colombia, 2023).

Precisión: proximidad entre los valores de dos o más medidas obtenidas de la misma manera y para la misma muestra; se puede expresar en términos de la desviación estándar (DANE, 2020)


Serie temporal: la secuencia de estimaciones anuales de inventarios se denomina serie temporal (IPCC, 2006).

Transparencia: se refiere al contexto informativo con que se proporcionan los datos al usuario, conjuntamente a metadatos (explicaciones, documentación, información sobre la calidad que puede limitar el uso de los datos (DANE, 2020)

Variabilidad: se refiere a las diferencias observadas que pueden atribuirse a la verdadera heterogeneidad o diversidad de una población. La variabilidad deriva de procesos que, o bien son intrínsecamente aleatorios, o bien tienen una naturaleza y efectos influyentes pero desconocidos. Generalmente, la variabilidad no se reduce mediante nuevas mediciones o estudios, pero se puede caracterizar utilizando cantidades como la varianza de la muestra (DANE, 2025).

2.1.4.2.4 Clasificación sectorial

Agricultura: en el sector Agricultura, Colombia reporta emisiones provenientes de metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O) y Dióxido de carbono (N_2O) que incluyen: 1) fermentación entérica (3.A.) que abarca las emisiones de CH_4 entérico producido por


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

bovinos, ovinos, porcinos, búfalos, caprinos, caballos, mulas y asnos; 2) gestión del estiércol (3.B.) relacionado con el manejo de las excretas de bovinos, ovinos, porcinos, búfalos, caprinos, caballos, mulas, asnos y aves de corral; 3) cultivo de arroz (3.C.); y 4) emisiones por la gestión de suelos agrícolas que incluyen las emisiones directas e indirectas de N_2O , el encalado y la aplicación de urea (3.D., 3.G., y 3.H.).

Energía: este sector abarca las emisiones generadas por el uso de combustibles con fines energéticos, así como las emitidas espontáneamente (fugitivas) en las actividades de extracción, producción, transporte, refinamiento y distribución de petróleo, gas y carbón mineral. También incluye las emisiones provenientes de la generación de energía eléctrica como actividad principal. Corresponde principalmente a las categorías 1A (Actividades de quema de combustible) y 1B (Emisiones fugitivas) del IPCC 2006.

Procesos industriales y uso de productos (IPPU): según el DANE, se define como el sector encargado de la transformación química o mecánica de sustancias orgánicas e inorgánicas en productos nuevos. En el INGEI, se refiere a las emisiones derivadas del uso de combustibles con fines energéticos y aquellas emitidas como subproductos de procesos industriales en las industrias manufactureras. También incluye las emisiones de gases fluorados (HFC , PFC , SF_6), que están relacionadas con su creciente uso en refrigeración, aire acondicionado y procesos industriales.

Residuos: el sector de residuos cubre las emisiones generadas por la gestión de residuos sólidos y el tratamiento de aguas residuales domésticas. Las emisiones principales son de metano (CH_4) producto de la descomposición anaeróbica de la materia orgánica, y óxido nitroso (N_2O) por los procesos de nitrificación y desnitrificación del contenido de nitrógeno en las excretas humanas. Para efectos descriptivos, el sector se divide en peligrosos y no peligrosos.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF): este sector, históricamente conocido como AFOLU (Agricultura, Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra), y también referido como LULUCF (Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra), es el principal contribuyente a las emisiones netas en Colombia, en el que se estiman emisiones de CO_2 , N_2O y CH_4 , principalmente.

LULUCF incluye las emisiones por los cambios y permanencias en las coberturas de la tierra, es decir, tierras que permanecen en la misma categoría o aquellas que se convierten a un nuevo uso, contabilizando secuestros de carbono por el crecimiento de vegetación, las emisiones provocadas por deforestación, la degradación, la perturbación de suelos orgánicos, los incendios forestales, entre otros, para tierras forestales (4.A), tierras de cultivo (4.B), pastizales (4.C), humedales (4.D), asentamientos (4.E) y otras tierras (4.F). También se estiman emisiones por productos de la madera recolectada (4.G).

2.1.4.3 Marco legal

La operación estadística se fundamenta en un marco jurídico compuesto por acuerdos internacionales ratificados por Colombia y una estructura normativa nacional que regula tanto la gestión del cambio climático como la producción de información estadística oficial.

A nivel internacional, Colombia hace parte de la CMNUCC, el Protocolo de Kioto y el Acuerdo de París. El artículo 4 de la CMNUCC (aprobado por Ley 164 de 1994) y el artículo 13 del Acuerdo de París (aprobado por Ley 1844 de 2017) establecen la obligatoriedad de elaborar y actualizar periódicamente los inventarios nacionales de emisiones y absorciones de GEI, utilizando metodologías comparables acordadas por la Conferencia de las Partes.

A nivel nacional, la operación se rige por las siguientes disposiciones:




 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

Tabla 4. Marco legal de la operación estadística "Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas"


Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Constitución Política de 1991</p>	<p>Es el fundamento jurídico principal de toda la política ambiental de Colombia. Establece la obligación del Estado de proteger las riquezas naturales y la función ecológica de la propiedad (Art. 58 y 95). Este mandato constitucional es la base para la legislación posterior que exige la medición del impacto humano sobre la atmósfera, objetivo central del INGEI.</p>
<p>Ley 99 de 1993 - Congreso de la República</p> <p>Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA.</p>	<p>El SINA incluye los institutos de investigación (como el IDEAM) y las entidades responsables de la política y de la acción ambiental. Por lo tanto, esta ley establece la estructura institucional que produce y utiliza la información del INGEI.</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Ley 164 de 1994 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992.</p>	<p>Esta ratificación impuso a Colombia la obligación de elaborar y actualizar periódicamente los inventarios nacionales de GEI (Artículos 4 y 12 de la CMNUCC), constituyendo el mandato internacional primario de la operación estadística.</p>
<p>Decreto 1277 de 1994 - Congreso de la República</p> <p>Por el cual se organiza y establece el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.</p>	<p>Faculta al IDEAM para dirigir y coordinar el Sistema de Información Ambiental y suministrar los conocimientos e información ambiental necesarios.</p>
<p>Ley 629 de 2000 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kioto el 11 de diciembre de 1997.</p>	<p>Aprobación del Protocolo de Kioto de la CMNUCC</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Decreto 291 de 2004 - Presidencia de la República</p> <p>Por el cual se modifica la estructura del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Designó al IDEAM como la entidad responsable de coordinar y preparar las Comunicaciones Nacionales. Esto formalizó el liderazgo del IDEAM en la elaboración técnica del INGEI dentro del marco de los reportes internacionales de Colombia.</p>
<p>Resolución 2733 y 2734 de 2010 – MAVDT</p> <p>Por la cual se establecen los procedimientos para la aprobación nacional de proyectos de reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero que optan al Mecanismo de Desarrollo Limpio.</p>	<p>Estas normas son parte del marco regulatorio de los instrumentos de precio al carbono que requieren los datos de emisiones que cuantifica el INGEI</p>
<p>Ley 1523 de 2012 - Congreso de la República</p> <p>Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.</p>	<p>Aunque no trata directamente sobre emisiones, la gestión del riesgo de desastres y la adaptación al cambio climático están estrechamente relacionadas con el INGEI, ya que el reporte debe incluir información sobre impactos, vulnerabilidad y adaptación (Artículo 7 del Acuerdo de París).</p>

 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Ley 1819 de 2016 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se adopta una reforma tributaria estructural, se fortalecen los mecanismos para la lucha contra la evasión y la elusión fiscal, y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Creó el Impuesto Nacional al Carbono. Este instrumento económico busca desincentivar el uso de combustibles fósiles. La operación estadística del INGEI es necesaria para medir la efectividad de este impuesto y para sustentar el mecanismo de no causación (compensación mediante proyectos de reducción de GEI).</p>
<p>Ley 1844 de 2017 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se aprueba el "Acuerdo de París", adoptado el 12 de diciembre de 2015, en París, Francia.</p>	<p>Este acuerdo impone el Marco Reforzado de Transparencia (MRT), lo que implica requisitos más estrictos para la presentación de los informes Bienales de Transparencia (BTR) y, por lo tanto, para la calidad y exhaustividad de la información del INGEI (uso de Directrices IPCC 2006/2019).</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
Política Nacional de Cambio Climático (2017) - MinAmbiente	Definió que el INGEI es parte del Sistema MRV. Estableció que la coordinación técnica del INGEI debe estar en cabeza del IDEAM, y que los respectivos ministerios deben generar o recopilar la información requerida para la medición de las emisiones en su sector. Además, determina que las metas nacionales y sectoriales deben basarse en la información del inventario nacional.
Ley 1931 de 2018 - Congreso de la República Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático.	Conocida como la Ley de Cambio Climático, es un pilar fundamental. Formalizó el Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC), del cual el INGEI (a través del SINGEI) es un subsistema integral. También obliga a los ministerios a suministrar información al IDEAM para la actualización del INGEI.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Resolución 1447 de 2018 - MinAmbiente</p> <p>Por la cual se reglamenta el sistema de monitoreo, reporte y verificación de las acciones de mitigación a nivel nacional de que trata el artículo 175 de la Ley 1753 de 2015.</p>	<p>Esta resolución es crucial ya que define que el INGEI (mediante el SINGEI) es uno de los cuatro instrumentos que conforman el Sistema MRV. El INGEI proporciona la información de emisiones necesaria para el seguimiento y la contabilidad de las reducciones de GEI.</p>
<p>CONPES 3943 de 2018 - DNP</p> <p>Política para el mejoramiento de la calidad del aire.</p>	<p>Vincula la gestión de la calidad del aire con el cambio climático, requiriendo la estimación de contaminantes criterio y carbono negro.</p>
<p>Ley 2099 de 2021 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, la dinamización del mercado energético, la reactivación económica del país y se dictan otras disposiciones.</p>	<p>Es relevante porque la promoción de fuentes no convencionales de energía renovable (FNCE) y la eficiencia energética tienen un impacto directo en la reducción de emisiones del sector Energía (un módulo principal del INGEI), por lo que el inventario se utiliza para monitorear el progreso de estas medidas.</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Ley 2169 de 2021 - Congreso de la República</p> <p>Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones (Ley de Acción Climática).</p>	<p>Elevó las metas de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC) de Colombia (mitigación y adaptación) a rango de ley. El INGEI es el instrumento estadístico esencial para monitorear el progreso y el cumplimiento de estas metas legalmente establecidas.</p>
<p>Ley 2294 de 2023 - Congreso de la República</p> <p>Por el cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 "Colombia Potencia Mundial de la Vida".</p>	<p>El PND incorpora y articula las acciones y metas climáticas (incluidas en la Ley 2169) en la planificación del desarrollo. Su relevancia es apoyar el financiamiento y la reglamentación de sistemas que se alimentan de los datos del INGEI, como el mecanismo del Artículo 6 y el RENARE.</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Normativa Nacional	Relevancia para la operación estadística
<p>Resolución 1383 de 2023 - MinAmbiente</p> <p>Por la cual se adoptan los lineamientos para la gestión integral del cambio climático.</p>	<p>Reglamenta el funcionamiento y administración del Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC). Es directamente relevante porque el SINGEI es un componente integral del SNICC, y esta resolución establece las reglas de gobernanza y articulación de los datos del inventario para su uso en la toma de decisiones.</p>
<p>Ley 2335 de 2023 - Congreso de la República</p> <p>Por la cual se expide la Ley de Estadísticas Oficiales de Colombia.</p>	<p>Regula la producción de estadísticas oficiales y fortalece el rol del IDEAM como integrante del Sistema Estadístico Nacional (SEN).</p>


Fuente: Propia.2025

2.1.4.4 Referentes internacionales

Como se ha mencionado los países Parte del Acuerdo de París deben generar los mismos tipos de reporte que Colombia ante la CMNUCC, guiándose por la Decisión 18/CMA.1 y la Decisión 5/CMA.3 y para el Inventario de Carbono Negro y Contaminantes Criterio los lineamientos establecidos en la Guía para la estimación del inventario de emisiones de contaminantes atmosféricos (EMEP/EEA) del 2019.

A continuación, se relacionan los referentes internacionales contemplados dentro del SINGEI:


- **Acuerdo de París y Marco Reforzado de Transparencia:** aprobado en Colombia mediante la Ley 1844 de 2017, estableció el compromiso de reportar

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

periódicamente información sobre inventarios de GEI, en el marco del artículo 13 del Acuerdo. Se creó el MRT para fortalecer las capacidades de los países en la medición, reporte y verificación (MRV), así como impartir lineamientos para el desarrollo de estos reportes.

A partir de 2024, los países debían entregar BTR en lugar de los BUR, bajo estándares más rigurosos que incluyen información detallada sobre inventarios de emisiones, avances en mitigación y adaptación, financiamiento y apoyo tecnológico.

- **Estándares Internacionales de Transparencia y Verificación:**
 - ISO 14064-1:2018: las entidades pueden adoptar la norma ISO 14064-1:2018 para la cuantificación y el reporte de GEI, que proporciona estándares específicos para inventarios de emisiones y puede mejorar la precisión y transparencia de los informes nacionales.
 - ISO 14067: para las evaluaciones de huella de carbono, la norma ISO 14067 puede ser usada para fortalecer la transparencia en los reportes de emisiones relacionadas con productos y actividades específicas.
- **Actualización de Directrices de la CMNUCC y Apoyo de la Alianza de Transparencia Climática:** las últimas directrices de la CMNUCC refuerzan el uso de metodologías estandarizadas y la presentación de informes por los 5 sectores, separando las emisiones de agricultura de las del sector LULUCF, para lograr un marco común de reporte a través de las tablas CRT.
- **Reportes de Inventario (NIR) de otros países:** en las fases de diseño, construcción y análisis se tomaron como referentes técnicos los Reportes del Inventario Nacional (NIR) y los anexos de inventario contenidos en los BTR presentados por otros países ante la CMNUCC, entre ellos Japón, Canadá y Panamá, disponibles en la plataforma oficial (<https://unfccc.int/reports>). Estos reportes fueron utilizados como insumos de referencia para la estructuración de los capítulos del Informe del Inventario Nacional (NID) de Colombia, la

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


armonización de criterios técnicos y la definición de esquemas de presentación de los resultados. La revisión comparada de estas experiencias permitió identificar buenas prácticas en consistencia metodológica y diligenciamiento de las tablas CRT, contribuyendo a la alineación del SINGEI con los estándares del MRT.

Finalmente, Colombia ha recibido apoyo de iniciativas como la Alianza de Transparencia Climática, que promueve la implementación del MRT y el cumplimiento de los compromisos de transparencia bajo el Acuerdo de París. Así mismo de mecanismos de fortalecimiento de capacidades establecidos por organismos como la CMNUCC y CBIT-GSP para compartir experiencias y lecciones aprendidas con países dentro y fuera de la región.

2.1.4.5 Referentes nacionales

En el ámbito nacional existen diferentes ejercicios de elaboración de inventarios de emisiones a diferentes escalas (departamental y municipal), desarrollados por entidades territoriales, alcaldías y corporaciones autónomas regionales, orientados principalmente al monitoreo y la planificación ambiental territorial. No obstante, estos inventarios presentan heterogeneidad en sus enfoques metodológicos, alcances, fuentes de información, criterios de aseguramiento de calidad y no necesariamente incorporan las fases, procesos y metodológicas adoptadas por el SINGEI. En consecuencia, si bien estos ejercicios constituyen insumos relevantes para el seguimiento territorial y la gestión ambiental, no se consideran referentes técnicos directos para el desarrollo, estandarización y consolidación del SINGEI.

De conformidad con el marco normativo vigente, el IDEAM, en su calidad de entidad técnica nacional a través del SINGEI, es el responsable de liderar, coordinar y garantizar la producción oficial de inventarios nacionales y subnacionales. En este contexto, la oficialidad del SINGEI busca centralizar y proveer el enfoque Top-down oficial para garantizar la coherencia de las cifras país y evitar la proliferación de

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

estadísticas divergentes en el territorio nacional, salvaguardando así el Principio de Coherencia del Sistema Estadístico Nacional.

2.1.5 Definición de variables y construcción de indicadores estadísticos

En este apartado se definen las variables que intervienen en la operación estadística, clasificándolas según su función en el proceso de estimación (entrada, salida, clasificación o calidad), y se presentan las fichas técnicas de los indicadores estratégicos generados.


2.1.5.1 Definición de variables

a) Variables de entrada

Corresponden a la información primaria requerida para realizar las estimaciones o cálculos relacionados con las mismas como los indicadores.


Dentro de este grupo, los Datos de Actividad (DA) y los Factores de Emisión (FE) constituyen el núcleo operativo del inventario. Para caracterizar exclusivamente estas dos variables primarias y rastrear su origen, la operación estadística cuenta con el Directorio de variables (Ver Anexo 2). Este instrumento opera como un inventario estructurado que documenta para los DA y FE (sectores AFOLU y NO AFOLU): su nombre técnico, sector, categoría, subcategorías (1, 2, 3, 4 y 5), clasificación (1, 2, 3 y 4), unidad de medida, cartera, entidad, instrumento, fuente específica de información y bibliografía.

- **Datos de actividad (DA):** corresponden a los datos sobre la magnitud de las actividades humanas que dan lugar a las emisiones o absorciones que se producen durante un período de tiempo determinado. Estos datos son recopilados de múltiples fuentes oficiales, estadísticas nacionales y registros sectoriales. Algunos ejemplos incluyen el consumo de combustibles fósiles para el sector energético; la cantidad producida de cemento, cal, acero o químicos en el sector industrial; la producción agrícola y ganadera; las cantidades de

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

residuos gestionados; y los cambios en el uso del suelo (deforestación o reforestación).

- **Factores de emisión (FE):** son coeficientes que indican la cantidad de gases emitidos por unidad de actividad. Estos factores pueden establecerse como valores genéricos o por defecto (Nivel 1) establecidos en las directrices metodológicas (IPCC y EMEP/EEA), o pueden ser definidos como propios o específicos del país (Nivel 2), obtenidos a partir de estudios locales que reflejan las condiciones y prácticas nacionales.
- **Incertidumbre de los DA y FE:** información reportada por las fuentes de información que describe el grado de incertidumbre asociado a los datos de actividad y factores de emisión utilizados en la estimación de emisiones y absorciones. Esta incertidumbre puede derivarse de limitaciones en la cobertura, calidad, representatividad temporal o espacial, métodos de medición o estimación, y supuestos utilizados.
- **Drivers de proyección, tasas de crecimiento y decrecimiento:** factores que permiten modelar el comportamiento de la tendencia en el futuro sin contemplar acciones adicionales para reducirlas. Se emplean junto con la serie histórica para estimar los datos de actividad proyectados y, posteriormente, las emisiones futuras.
- **Otros factores y parámetros:** incluye los **factores de conversión** (conjunto de fracciones empleadas para cambiar un conjunto de unidades a otro sin alterar el valor original), las **constantes** (valores que no cambian en el tiempo) y los **supuestos** (variables que hacen que determinada condición de un modelo matemático sea verdadera y se pueda aplicar).
- **Otros datos de entrada para el cálculo de indicadores:** corresponden a información externa al resultado del INGEI que permite facilitar la toma de decisiones al momento de construir indicadores, por ejemplo, al estimar las

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

emisiones netas per cápita del país, para lo cual se requiere la población nacional anual.


b) Variables de salida

Corresponden a las estimaciones finales generadas por el SINGEI para los siguientes contaminantes:

- **Gases de Efecto Invernadero (GEI):** dióxido de carbono (CO_2), Metano (CH_4), Óxido nitroso (N_2O) y Gases fluorados (HFC , PFC , SF_6).
- **Otros contaminantes (Carbono negro y contaminantes criterio):** monóxido de carbono (CO), Óxidos de nitrógeno (NO_x), Compuestos Orgánicos Volátiles distintos del Metano ($COVDM$), Dióxido de Azufre (SO_2) u Óxidos de azufre (SO_x), Carbono Negro (CN), Material Particulado (PM_{10} y $PM_{2.5}$), Amoniacó (NO_3).

Estas variables de salida se agregan en las siguientes métricas:

- **Emisiones totales:** se refieren a la suma de todas las emisiones por contaminante estimadas en un período determinado, provenientes de las diferentes fuentes de emisión del país.
- **Absorciones o remociones:** corresponden a la captura y almacenamiento de GEI, principalmente dióxido de carbono (CO_2), a través de procesos naturales o prácticas de manejo y se representan de manera negativa.
- **Emisiones netas:** representan el balance final entre las emisiones totales generadas por actividades humanas y las remociones de GEI. Este cálculo permite reflejar de manera más precisa el impacto real del país en términos de contribución al cambio climático global.
- **Emisiones y absorciones proyectadas:** estimaciones que abarcan los procesos de proyección futura del comportamiento de los datos de actividad

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


conforme a supuestos sectoriales, para luego ejecutar el cálculo de la emisión para un periodo de reporte posterior.

- **Incertidumbre de las emisiones/absorciones:** falta de conocimiento del valor verdadero de una variable, que se expresa como una distribución de probabilidad de los valores posibles. Permite estimar un grado de certeza sobre los resultados de emisiones y absorciones estimados considerando que estos datos no son exactos.
- **Indicadores relacionados con el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas:** métricas cuantitativas que permiten monitorear, evaluar y comparar los flujos de GEI hacia la atmosfera y su captura por sumideros en un periodo y tiempo determinado. Facilita la toma de decisiones informada y puede involucrar variables de entrada o salida distintas a las del inventario como la población nacional.

c) Variables de clasificación (Dominios de estudio)

VARIABLES CATEGÓRICAS QUE PERMITEN DESAGREGAR Y ANALIZAR LA INFORMACIÓN.

- **Sectores IPCC:** el inventario se rige por la distribución sectorial establecida por el IPCC, homologada con las actividades nacionales:
 1. *Energía:* generación y consumo de energía, transporte y procesos industriales energéticos.
 2. *Procesos industriales y uso de productos (IPPU):* producción de cemento, metalurgia, químicos, y uso de productos que emiten gases.
 3. *Agricultura:* emisiones derivadas de actividades agrícolas, como fermentación entérica, manejo de estiércol y cultivos específicos.
 4. *Silvicultura, uso y cambio de uso de la tierra (LULUCF):* emisiones y absorciones asociadas con la deforestación, reforestación y gestión forestal.

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


5. *Residuos*: manejo de residuos sólidos, aguas residuales y quema de desechos.

Estos sectores se dividen en categorías y subcategorías para facilitar la contabilidad de las emisiones según se describe en el Anexo 1. Árbol de categorías del SINGEI.

- **Sector cartera:** clasificación asignada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible con aprobación del CICC para realizar la asignación de las categorías y subcategorías a cada ministerio para que puedan realizar la gestión de sus emisiones y absorciones, trazando metas logrables conforme a la normativa nacional e internacional.

Esta clasificación comprende las siguientes carteras:

- Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible (MinAmbiente)
 - Ministerio de minas y energía (MinEnergía)
 - Ministerio de comercio, industria y turismo (Mincit)
 - Ministerio de agricultura (MinAgricultura)
 - Ministerio de vivienda (MinVivienda)
 - Ministerio de transporte (MinTransporte)
 - Gestión de tierras forestales (MinAmbiente)
 - Gestión de tierras forestales (MinAgricultura)
 - Gestión de tierras forestales (Deforestación)
- **Desagregación geográfica:** clasificación de los datos de entrada para estimar las emisiones a escalas específicas del territorio colombiano (regional, departamental, municipal o por autoridad ambiental), en respuesta a las necesidades internas y la disponibilidad de información. Para este fin, se utiliza el Geovisor de consulta de la codificación de la División Político-Administrativa de Colombia (DIVIPOLA) del DANE, como referencia oficial para la

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


identificación, normalización y consistencia de los códigos geográficos empleados en los procesos de integración, análisis y reporte de la información.

Así mismo, se incorpora la relación con las regiones por tipo de bioma del IGAC y la cobertura geográfica por autoridad ambiental (Anexo 3. Tabla de regionalización).

- **Serie temporal (Año):** el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas se realiza en ciclos de reporte bienales conforme al MRT del Acuerdo de París. Así mismo, la serie temporal de reporte abarca el acopio, procesamiento y análisis de información anual, partiendo desde 1990 para el inventario de GEI y el inventario de carbono negro y contaminantes criterio.

El último año de presentación de información en los informes BTR debe ser mínimo dos años inferior al año de reporte conforme a las MPG, sin embargo, cada parte puede decidir aplicar a las flexibilidades descritas para la serie de tiempo conforme a sus circunstancias nacionales.


- **Clasificaciones en las bases de datos:** corresponden a un conjunto de clasificaciones registradas en las bases de datos (B0, B2, F2, cal), que permiten la correcta gestión y procesamiento de las variables de entrada para obtener las emisiones y absorciones por contaminante. Una subcategoría puede poseer hasta 4 clasificaciones, algunos ejemplos son: nombre del combustible (Diésel, gas natural, carbón mineral), tipo de combustible (Líquido, sólido, gaseoso, biomasa, etc.), artículo o sustancia producido (Clinker, hierro, acero, cal, amoníaco, ácido nítrico, etc.), artículo o sustancia consumido (Aceites y grasas lubricantes, ceniza de sosa, etc.), tipo de cobertura y sus divisiones (Bosque núcleo/Bosque borde, arbustales/plantaciones, Biomasa/MOM/Suelos, Biomasa aérea/Biomasa subterránea), tipos de animales y su grupo etario (Porcinos mayores de seis meses, porcinos menores de seis meses, etc.), entre otros.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

d) Variables de calidad

Parámetros para evaluar la confianza y exhaustividad de los datos.

- **Incertidumbre:** elemento clave para mejorar la confiabilidad y precisión de las estimaciones. La evaluación de la incertidumbre permite identificar las limitaciones en los datos, metodologías y supuestos. Se estima mediante la aplicación de la Ley de Propagación de Errores (Enfoque Nivel 1 del IPCC), a partir de la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión para las estimaciones nacionales, por sector IPCC, categorías y subcategorías.
- **Claves de notación:** notaciones obligatorias por las Directrices IPCC para explicar la falta de información numérica o características del dato:
 - *NO (No ocurre):* para categorías o procesos que no ocurren dentro del país.
 - *NE (No estimado):* para emisiones y absorciones que no han sido estimadas, pero para las cuales existe una actividad.
 - *NA (No aplica):* para actividades que ocurren, pero no resultan en emisiones de un gas específico.
 - *IE (Incluido en otro lugar):* para emisiones estimadas pero incluidas en otra parte del inventario en lugar de la categoría esperada.
 - *C (Confidencial):* cuando informar implicaría la divulgación de información confidencial.
 - *FX (flexibilidad):* para celdas donde los datos no están disponibles o no se informan debido a la aplicación de una disposición de flexibilidad.
- **Valor máximo:** valor más alto de emisión o absorción registrado dentro de la serie temporal analizada para una categoría o subcategoría específica, útil para identificar picos históricos.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- **Valor mínimo:** valor más bajo de emisión o absorción registrado dentro de la serie temporal analizada para una categoría o subcategoría específica.
- **Variación entre el primer y último año del inventario:** diferencia porcentual o absoluta calculada entre el año base (ej. 1990) y el último año reportado, la cual refleja la tendencia histórica de crecimiento o reducción de las emisiones. Se puede determinar a nivel nacional, sector, categoría o subcategoría.

2.1.5.2 Construcción de indicadores estadísticos

A continuación, se presentan los indicadores estratégicos oficiales generados por la operación estadística:


Indicador 1: Emisiones brutas y netas nacionales de Gases de GEI

- **Objetivo:** cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera por Colombia durante un periodo de tiempo determinado, con el propósito de informar a la CMNUCC el estado de las emisiones nacionales; sustentar los análisis comparativos espaciales y temporales necesarios en las actividades de evaluación y seguimiento; y proyectar escenarios de cambio climático.
- **Unidad de medida:** kilotoneladas de dióxido de carbono equivalente (*kt CO₂eq*).
- **Fórmula de cálculo:**

$$EN_{GEI} = E_{GEI} - A_{GEI}$$

Donde:

- EN_{GEI} : Emisiones Netas de GEI (*kt CO₂eq*)
- A_{GEI} : Absorciones de GEI (*kt CO₂eq*), excluyendo las absorciones por bosques naturales.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- E_{GEI} : Emisiones totales de GEI ($kt\ CO_2eq$). Calculada como la suma de las emisiones de todos los gases convertidos a CO_2eq :

$$E_{GEI} = E_{CO_2} + E_{CH_4} + E_{N_2O} + E_{HFC} + E_{PFC} + E_{SF_6}$$

E_{CO_2} : Emisiones de dióxido de carbono (CO_2) ($kt\ CO_2eq$)

E_{CH_4} : Emisiones de metano (CH_4) ($kt\ CO_2eq$)

E_{N_2O} : Emisiones de óxido nitroso (N_2O) ($kt\ CO_2eq$)

E_{HFC} : Emisiones de hidrofluorocarbonos (HFC) ($kt\ CO_2eq$)

E_{PFC} : Emisiones de perfluorocarbonos (PFC) ($kt\ CO_2eq$)

E_{SF_6} : Emisiones de hexafluoruro de azufre (SF_6) ($kt\ CO_2eq$)

Indicador 2: Emisiones brutas y netas nacionales de GEI Per Cápita

- **Objetivo:** cuantificar la cantidad de gases de efecto invernadero emitidos a la atmósfera por habitante durante un periodo de tiempo determinado, con el propósito de informar acerca del estado de las emisiones nacionales por habitante y sustentar los análisis comparativos espaciales y temporales.
- **Unidad de medida:** toneladas de CO_2eq por habitante ($t\ CO_2eq/habitante$).
- **Fórmula de cálculo:**

$$ENP_{GEI} = \frac{EN_{GEI}}{P}$$

Donde:

- ENP_{GEI} : Emisiones Netas de GEI per cápita ($t\ CO_2eq/habitante$)
- EN_{GEI} : Emisiones Netas Nacionales de GEI ($kt\ CO_2eq$)
- P : Población en el territorio Nacional (*número habitantes*)

2.1.6 Resultados estadísticos


Los resultados de la operación estadística se consolidan en una serie de reportes estructurados para dar respuesta a los requerimientos del MRT del Acuerdo de París y a las necesidades de información nacional para la toma de decisiones. Para un detalle exhaustivo sobre los procedimientos de generación de estos productos, se debe consultar el Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI.

A continuación, se describen los niveles de desagregación, los cuadros de salida y los productos de difusión, clasificándolos en internacionales y nacionales tal como se ilustra en la siguiente figura:

Figura 3. Tipos de reportes



Fuente: Propia.2025


 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

Nota de alcance: se resalta que la operación estadística no elabora el Informe Bienal de Transparencia (BTR) ni las Comunicaciones Nacionales en su totalidad. Su alcance abarca la estructuración del Reporte del Inventario Nacional (NIR) y otros productos estadísticos derivados de la misma operación (tales como los informes subnacionales, proyecciones, tableros de control e indicadores). Estos resultados fungen como el insumo oficial y central en materia de emisiones y absorciones para conformar dichos reportes país y atender las necesidades de toma de decisiones nacionales.

2.1.6.1 Niveles de desagregación

La información generada se presenta con distintos niveles de detalle para garantizar su utilidad en la planificación territorial y sectorial, manteniendo la consistencia de la serie temporal:

- **Desagregación temática (Sectorial):**
 - *Sectores IPCC:* resultados detallados para los sectores de Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF y Residuos, siguiendo el árbol de categorías y subcategorías estandarizado.
 - *Sectores Cartera:* desagregación específica aprobada por el CICC para la asignación de responsabilidades de mitigación por ministerio: MinAmbiente, MinEnergía, Mincit, MinAgricultura, MinVivienda y MinTransporte.
- **Desagregación por gas:** se reportan emisiones individuales para cada gas de efecto invernadero (CH_4 , N_2O , HFC , PFC , SF_6) y, para efectos de comparabilidad, se presentan agregadas en unidades de CO_2 equivalente (CO_2eq) utilizando los PCG del AR5. Adicionalmente, se presentan los resultados para carbono negro y contaminantes criterio (CO , NO_x , $COVDM$, NH_3 , SO_x , PM_{10} y $PM_{2.5}$).
- **Desagregación geográfica:**
 - *Nivel Nacional:* totalidad del territorio colombiano.


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- *Nivel Subnacional:* cobertura para los 32 departamentos, 1.123 municipios del país y las regiones por tipo de bioma. La estimación se realiza mediante enfoques *Top-down* (desagregación del total nacional usando factores de distribución) o *Bottom-up* (cálculo directo con datos locales), dependiendo de la disponibilidad y calidad de la información regional. Esta desagregación también incluye la cobertura por carteras ministeriales y por autoridades ambientales.
- **Desagregación temporal:** serie histórica anual continua que inicia en 1990 para el inventario de GEI, carbono negro y contaminantes criterio. El reporte se actualiza bienalmente conforme a los ciclos del MRT.

2.1.6.2 Principales cuadros de salida (Tablas estadísticas)

La operación estadística genera conjuntos de tablas estandarizadas que constituyen la salida oficial del inventario y que son generadas mediante el procesamiento de scripts en lenguaje R y consolidadas en hojas de cálculo estandarizadas:

- **Tablas de Reporte Común (CRT por sus siglas en inglés- Common Reporting Tables):** conjunto de formatos tabulares obligatorios establecidos por la CMNUCC (Decisión 5/CMA.3) para estandarizar la información y facilitar el balance global. Estas tablas se gestionan a través de la plataforma *ETF Reporting Tool*, la cual:
 - Requiere el diligenciamiento de datos de actividad, emisiones por contaminante y nivel metodológico.
 - Determina automáticamente los factores de emisión implícitos y consolida tablas transversales.
 - Permite la exportación en formatos interoperables (Excel o JSON).
- **Tablas maestras de reporte nacional:** formatos consolidados que presentan las emisiones y su incertidumbre desagregadas para los reportes internos, incluyendo las vistas departamentales y municipales.

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- **Matriz de Categorías Clave (Key Categories):** cuadro que jerarquiza las fuentes y sumideros que tienen el mayor impacto en el nivel absoluto o la tendencia de las emisiones, priorizando recursos.
- **Tabla de exhaustividad:** resumen que detalla por cada subcategoría los contaminantes estimados, el nivel metodológico aplicado y los proveedores de información.
- **Cuadros de incertidumbre:** tablas que reportan los rangos de confianza de las estimaciones a nivel nacional y sectorial, basados en la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión.
- **Cuadros de proyecciones:** resumen que detalla las emisiones y absorciones históricas respecto a las emisiones proyectadas por alguno de los cuatro métodos definidos.


2.1.6.3 Productos de difusión

La información estadística procesada se pone a disposición de los usuarios a través de productos diferenciados según el público objetivo:

a) Reportes Internacionales

- **Informe del Inventario Nacional (NID):** documento técnico exhaustivo que describe las metodologías, datos, supuestos, análisis de incertidumbre y resultados del inventario. Junto con las CRT, conforma el Reporte del Inventario Nacional (NIR).
- **Tablas de reporte común (CRT):** corresponde a formatos tabulares estándar, definidos por la CMNUCC para el reporte de las emisiones y absorciones de GEI para las partes firmantes del Acuerdo de París. Se dividen en formatos sectoriales, formatos de resumen y formatos transversales.

b) Reportes Nacionales

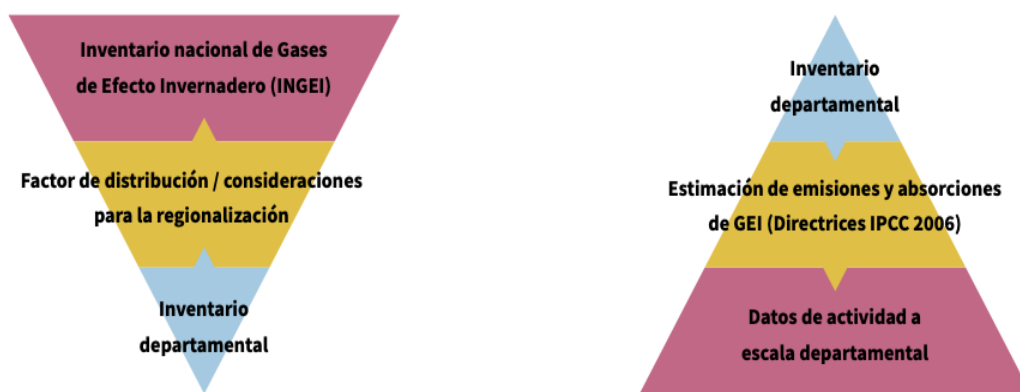
	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- **Informes de inventarios subnacionales:** documentos analíticos que desglosan las emisiones y absorciones tanto por división político-administrativa territorial como por asignación sectorial de responsabilidades. En su dimensión sectorial, evalúan la evolución de cada ministerio en la gestión del cambio climático, identificando brechas y avances en el cumplimiento de la Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC).

Este tipo de informes involucran la desagregación del inventario a escala regional, departamental, municipal, por cartera ministerial y por autoridad ambiental (Anexo 3. Tabla de regionalización)

Por su parte, en la dimensión territorial, se emplean metodologías diferenciadas según la disponibilidad de datos para capturar las particularidades regionales (ej. zonas industriales vs. forestales) y orientar estrategias locales de mitigación, tal como se ilustra a continuación:


Figura 4. Enfoques metodológicos del inventario departamental



Top-down: Estimación de emisiones departamentales a partir del inventario nacional empleando un factor apropiado de desagregación. Esta aproximación se utiliza para los casos en los que no se cuenta con datos de actividad a escala departamental o cuando esta información tiene carácter confidencial (por ejemplo, debido a reserva estadística)

Bottom-up: Estimación de emisiones departamentales empleando directamente datos de actividad a escala departamental. Esta aproximación se utiliza cuando se cuenta con datos de actividad a escala departamental en fuentes oficiales y con la calidad requerida. En la mayoría de estos casos el inventario nacional corresponde a la suma de los inventarios departamentales.

Fuente: Propia.2025

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


c) Visualización y acceso a datos

- **Herramientas de visualización de datos interactiva:** herramienta desarrollada por el Ideam (Power BI) que permite explorar de manera exhaustiva el inventario nacional, facilitando el acceso sencillo a los datos y enriqueciendo la comprensión de la situación ambiental para la toma de decisiones informadas.

La dirección web es la siguiente:

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiZDZkMzJiNGQtYTc3OC00NTI1LTgxZTAtZTcxZjA3ZWVkNDQzIiwidCI6ImRlMmZmZmVklTYwYjgtNDJiMi1hNDY1LTAwZmVlMWRlMDRiYSIsImMiOiR9&pageName=da3131a332d54acd5c19>

- **Portal de Datos Abiertos:** en el portal de Datos Abiertos del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MINTIC) se dispone de un micrositio web denominado "Cambio climático en Colombia", el cual centraliza y visibiliza la información asociada a los subsistemas que conforman el Sistema MRV de acciones de mitigación del país. Este micrositio funciona como un punto de acceso público para la consulta, descarga y reutilización de los conjuntos de datos (datasets) del SINGEI, garantizando la transparencia, trazabilidad y acceso a la información oficial sobre emisiones y absorciones de GEI, en coherencia con los principios de datos abiertos del Gobierno nacional. La dirección web del micrositio es la siguiente:
<https://www.datos.gov.co/stories/s/7fhh-wijw>
- **Indicadores Ambientales – Ideam:** en el portal web del Ideam se encuentran publicados los indicadores del SINGEI que han sido oficializados en el SGI y en el SEN. La dirección web del portal web es la siguiente:

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

<https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Indicadores-Ambientales/>

2.1.7 Estándares estadísticos utilizados

La operación estadística adopta un conjunto de estándares internacionales y nacionales que rigen desde la metodología de cálculo hasta el aseguramiento de la calidad y la estructura del reporte. A continuación, se relacionan los principales estándares utilizados:

2.1.7.1 Estándares metodológicos internacionales


Constituyen los referentes técnicos obligatorios para la estimación de las emisiones y absorciones, asegurando la consistencia científica con los inventarios de otros países.

- **Directrices del IPCC:** estándar principal para el desarrollo de las estimaciones del inventario de emisiones atmosféricas, junto con sus refinamientos de 2019.
- **Guía de inventarios de contaminantes atmosféricos EMEP/EEA:** lineamiento metodológico empleado para la estimación de carbono negro y contaminantes criterio, incluyendo su actualización de 2023.
- **Informes de evaluación del IPCC:** fuente oficial de los valores de Potencial de Calentamiento Global (PCG) en un horizonte temporal de 100 años, utilizados para convertir los gases diferentes al CO_2 a unidades de CO_2 equivalente (CO_2eq). Actualmente, la operación estadística emplea los valores del Quinto Informe de Evaluación (AR5) conforme a las directrices vigentes del MRT, bajo el entendido de que este parámetro se actualizará en ciclos futuros de acuerdo con las decisiones formales que emita la CMNUCC.

2.1.7.2 Clasificaciones y nomenclaturas estadísticas

Estándares que permiten la desagregación, comparabilidad e integración de los datos con otras estadísticas nacionales.

- **División político-administrativa (DIVIPOLA):** estándar del DANE utilizado para la desagregación geográfica de la información a nivel departamental y

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


municipal. Se emplea en la construcción de la tabla de regionalización del inventario.

- **Clasificación industrial internacional uniforme (CIIU Rev. 4 A.C.):** utilizada para la homologación sectorial de las fuentes de emisión (ej. actividades energéticas e industriales). Se emplea en la estimación de emisiones del sector industria, asociado a la información provista por el DANE y la UPME.
- **Clasificación central de productos (CPC Ver. 2 A.C.):** empleada para la identificación estandarizada de bienes y servicios asociados a la generación de emisiones. Se emplea en la estimación de emisiones del sector industria, asociado a la información provista por el DANE y la UPME.

2.1.7.3 Estándares de reporte ante la CMNUCC

Normas que regulan la estructura, formato y periodicidad de la presentación de resultados ante la CMNUCC.

- **Modalidades, procedimientos y directrices (MPG):** conjunto de requisitos descritos en la Decisión 18/CMA.1, que establecen el marco regulatorio para la presentación del Informe del Inventario Nacional (NID) como insumo cuantitativo esencial para la conformación del Informe Bienal de Transparencia (BTR) del país.
- **Tablas de reporte común (CRT):** formatos tabulares estandarizados establecidos por la decisión 5/CMA.3, de obligatorio diligenciamiento para facilitar el balance global y la comparabilidad de la información bajo el Acuerdo de París.
- **Directrices para comunicaciones nacionales (decisión 17/CP.8):** estándar para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el Anexo I de la CMNUCC, el cual regula el contenido de los inventarios de GEI para este tipo de reporte específico.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

2.1.7.4 Estándares de calidad estadística

Normas orientadas a asegurar la gestión de la calidad del proceso estadístico.

- **ISO 14064:2018:** norma internacional que establece los principios y requisitos para la realización de inventarios de emisiones de GEI, garantizando la precisión y consistencia de los datos.
- **NTC PE 1000:2020:** norma técnica de calidad del proceso estadístico adoptada en el marco del SEN para asegurar la calidad en la producción de estadísticas oficiales.

2.1.8 Diseño del cuestionario

Para la presente operación estadística no aplica el diseño de cuestionario, dado que corresponde a una estadística derivada. El proceso de obtención de datos se basa en la integración y aprovechamiento de registros administrativos y fuentes secundarias (datos de actividad y factores de emisión), los cuales son transformados mediante metodologías de estimación. Los instrumentos y mecanismos de acopio se detallan en la sección *2.3 Diseño del acopio*.

2.2 DISEÑO ESTADÍSTICO


Esta sección define el conjunto de unidades, poblaciones y fuentes de datos que delimitan la estimación de las emisiones y absorciones, así como las características temporales y geográficas de la medición.

2.2.1 Universo de estudio

Está constituido por la totalidad de flujos de emisiones y absorciones atmosféricas de gases de efecto invernadero (GEI), contaminantes criterio y carbono negro de origen natural y antropogénico que ocurren dentro de los límites del territorio nacional.

2.2.2 Población objetivo

La población objetivo está conformada por todas las fuentes emisoras y sumideros de GEI, contaminantes criterio y carbono negro de origen antropogénico en el territorio

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

nacional. Se excluyen metodológicamente los flujos de origen estrictamente natural (que hacen parte del universo), en estricto cumplimiento del alcance definido por las directrices del IPCC y los mandatos de reporte de la CMNUCC, los cuales exigen la cuantificación exclusiva del impacto atribuible a las actividades humanas.

2.2.3 Cobertura geográfica

La operación estadística cubre todo el territorio nacional de Colombia, incluyendo su área continental e insular, de acuerdo con los límites oficiales establecidos. Abarca los niveles nacionales y subnacionales donde se desarrollan las actividades emisoras y los procesos de absorción.

2.2.4 Desagregación geográfica


La información se genera con capacidad de desagregación a los siguientes niveles, condicionada a la disponibilidad y representatividad de los datos de actividad:

- **Nacional:** total país.
- **Regional, departamental y municipal:** para aquellas categorías que cuenten con datos de actividad desagregados en la fuente o factores de distribución representativos.
- **Desagregaciones específicas:** según la dinámica del sector (ej. regiones ganaderas, núcleos palmeros o jurisdicciones de autoridades ambientales).

2.2.5 Desagregación temática

Los resultados se presentan desagregados según la estructura jerárquica de categorías definida por el IPCC (sectores, categorías y subcategorías) y homologada para Colombia, así como por tipo de gas o contaminante (CO_2 , CH_4 , N_2O , compuestos fluorados, carbono negro y contaminantes criterio).

En esta etapa de diseño se realiza el mapeo exhaustivo de las categorías IPCC que pueden ser estimadas de acuerdo con las circunstancias y condiciones nacionales, consolidándose estas en el denominado árbol de categorías del inventario (Ver Anexo 1. Árbol de categorías del SINGEI). Este árbol no solo define la salida de la


	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

información, sino que constituye el referente estructural a partir del cual se organiza el ejercicio de consolidación de bases de datos. Para cada categoría identificada se establecen los formatos específicos de base de datos que serán diligenciados durante la fase de acopio, logrando que el árbol de categorías actúe como un insumo de control primario que garantiza la exhaustividad y coherencia del proceso desde su concepción.

2.2.6 Fuentes de datos

Al ser una operación estadística derivada, el SINGEI integra información proveniente de múltiples fuentes secundarias del sector público, privado y la academia. De manera general, estas fuentes proveen los Datos de Actividad (DA) necesarios para cuantificar la magnitud de las acciones humanas, así como los parámetros para la definición de los Factores de Emisión (FE) específicos del país. Estas se clasifican en:

- **Operaciones estadísticas:** datos provenientes de censos y encuestas oficiales (ej. Encuesta anual manufacturera - EAM, Censo nacional agropecuario, Encuesta nacional agropecuaria, Estadísticas vitales, Cuenta ambiental y económica de flujo de materiales). Constituyen la fuente prioritaria de información por su alto grado de control de calidad.
- **Registros administrativos:** información misional gestionada por entidades públicas (ej. balances energéticos de la UPME, registros de transporte del RUNT, registros de vacunación del ICA, información de servicios públicos de la SSPD).
- **Información gremial y privada:** datos de producción y consumo suministrados por gremios y asociaciones del sector productivo o económico. De conformidad con los lineamientos del SEN, la incorporación de estas fuentes de carácter no oficial se realiza de manera excepcional y justificada, aplicándose exclusivamente en aquellas categorías del inventario (ej. procesos industriales específicos) donde la estadística oficial presenta vacíos de información o carece del nivel de desagregación tecnológica exigido por las

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

directrices del IPCC. Estos datos son sometidos a procesos adicionales de Aseguramiento de Calidad (QA) con paneles de expertos.


- **Sistemas de información y plataformas MRV:** insumos del Sistema de monitoreo de bosques y carbono (SMBByC) y el inventario forestar nacional (IFN) del Ideam e información geográfica del IGAC, así como la información reportada a través de los Sistemas de Monitoreo, Reporte y Verificación (MRV) sectoriales y territoriales.

Criterios de selección y aseguramiento de calidad desde el diseño

La selección de las fuentes de información se realiza con base en criterios técnicos orientados a garantizar la calidad, consistencia y trazabilidad de la información utilizada. Dentro del diseño de la operación estadística, un elemento fundamental del control de calidad consiste en verificar que la información solicitada a los proveedores de datos garantice la aplicación rigurosa de los lineamientos metodológicos establecidos en las Directrices del IPCC 2006 y sus respectivos refinamientos.

En este sentido, la estrategia de diseño contempla una evaluación sistemática de la pertinencia y suficiencia de las fuentes de información, asegurando que las mejoras en la calidad de los datos solicitados sean consistentes con las exigencias metodológicas vigentes. Adicionalmente, se evalúa la viabilidad de incorporar fuentes de información alternativas o complementarias que permitan refinar las estimaciones de emisiones o incrementar el nivel de desagregación del reporte. Este ejercicio de evaluación abarca la disponibilidad de los datos, su representatividad, temporalidad y el nivel de detalle requerido para alcanzar el nivel metodológico (Tier) correspondiente.

Un aspecto crítico que se garantiza desde esta fase de diseño es el relacionado con las categorías principales del inventario (*Key Categories*), entendidas como

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

aquellas fuentes y sumideros que concentran el 95% de las emisiones totales del país en términos de nivel y tendencia. Para estas categorías, el diseño de la operación estadística asegura la disponibilidad de fuentes de información suficientes para mantener, como mínimo, un nivel metodológico Nivel 2 (Tier 2), lo que implica el uso de factores de emisión específicos de país y datos de actividad desagregados que permitan una estimación representativa de las condiciones nacionales.


2.2.7 Unidades estadísticas

Dada la naturaleza derivada de la operación, se definen dos niveles de unidades:

- **Unidad de observación:** corresponde a la actividad, proceso o elemento físico sobre el cual recae el dato de actividad reportado por la fuente o sumidero (ej. el establecimiento industrial, la cabeza de ganado, la hectárea de cultivo, el vehículo).
- **Unidad de análisis:** corresponde a las emisiones y absorciones atmosféricas generadas por las actividades humanas. Estas constituyen el objeto de estudio sobre el cual se presentan los resultados, conclusiones y agregaciones, expresadas en unidades de masa (Gg o $kt CO_2eq$) del contaminante o de CO_2 equivalente (CO_2eq).

2.2.8 Periodo de referencia

El periodo de referencia de los datos abarca el año calendario (del 1 de enero al 31 de diciembre) en el cual se generaron las emisiones y absorciones de GEI, carbono negro y contaminantes criterio. La operación estadística consolida la información para conformar una serie temporal anual continua que inicia en el año base de 1990 hasta el último año reportado (el cual, por directriz del MRT, debe ser máximo dos años anterior al año de publicación del inventario).

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

2.2.9 Periodo de acopio y frecuencia

El acopio de información se realiza de manera bienal conforme a cada ciclo de inventario, en función de la publicación de las estadísticas oficiales de las entidades proveedoras, es decir, la disponibilidad de los datos en el periodo de ejecución del ciclo del inventario en cuestión.

Para asegurar la oportunidad del proceso estadístico, el Ideam establece una 'fecha de corte de acopio' en el cronograma oficial de cada ciclo. La información de registros administrativos, operaciones estadísticas, respuestas a solicitudes y/o datos abiertos, que no sea reportada por las fuentes antes de esta fecha límite, será tratada estadísticamente mediante los métodos de resolución de vacíos o también llamados técnicas de empalme (imputación, datos sustitutos o extrapolación) definidos en el diseño del procesamiento de acuerdo con las Directrices IPCC, para garantizar el cierre del ciclo y la publicación oportuna."

2.2.10 Marco estadístico

No aplica. De acuerdo con la NTC PE 1000:2020, la determinación de un marco estadístico (listado exhaustivo de unidades poblacionales) solo aplica para operaciones censales o por muestreo probabilístico, y no para estadísticas derivadas que se basan en la integración de fuentes secundarias.

2.2.11 Diseño muestral


No aplica. La operación no selecciona muestras probabilísticas; se basa en la integración de la totalidad de datos disponibles en las fuentes secundarias para cubrir la población objetivo.

2.2.12 Ajustes de cobertura

No aplica en el diseño estadístico. Las técnicas para el tratamiento de vacíos de información se abordan en la fase de 2.4 Diseño del procesamiento.

2.2.13 Especificaciones de ponderadores

No aplica. Al no utilizar diseño muestral propio, no se requieren factores de expansión.

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

2.2.14 *Diseño metodológico para la estimación de la incertidumbre*

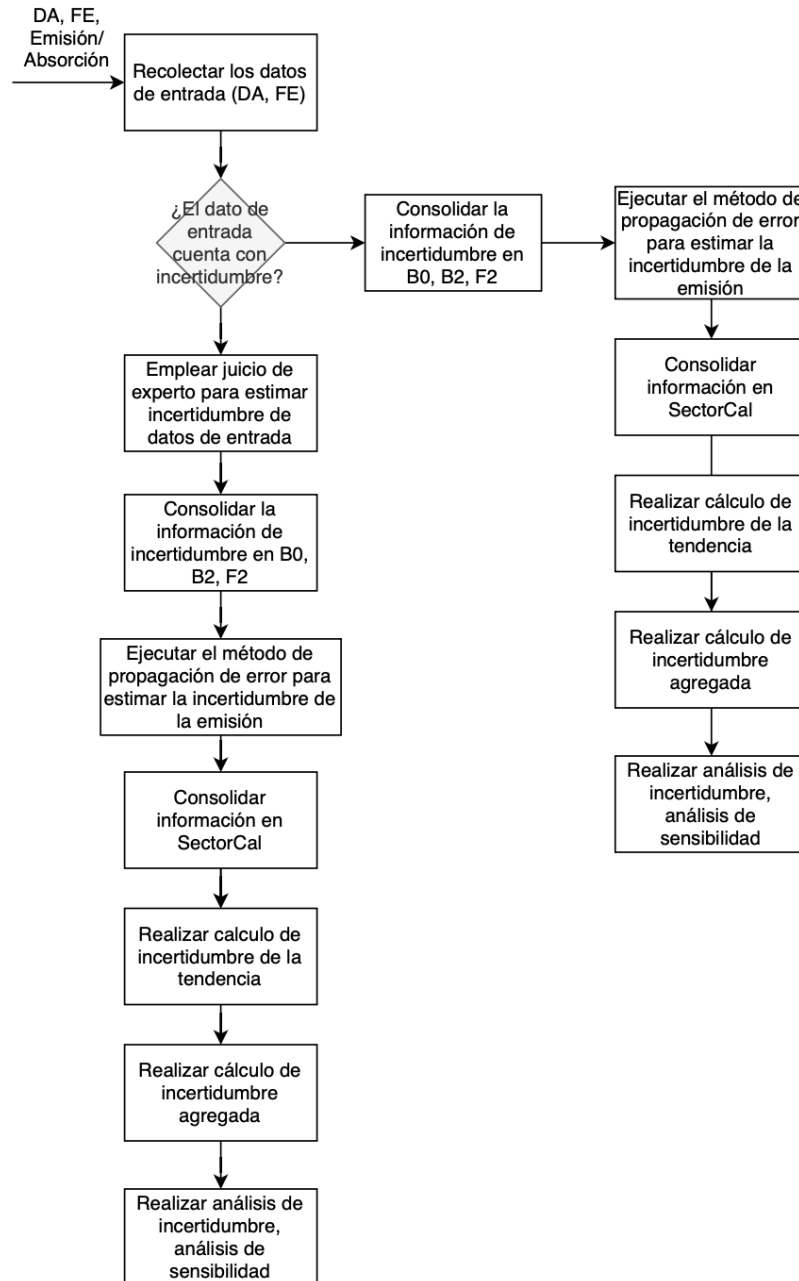
El proceso de estimación y análisis de incertidumbre se realiza contemplando los datos de actividad, factores de emisión y sus incertidumbres asociadas y provistas por las fuentes de información.

Cuando los datos de entrada (DA y FE) no cuentan con la incertidumbre asignada, se realiza un primer paso en el proceso de estimación, que consiste en ejecutar un juicio de experto para a partir de calificaciones cualitativas de ciertos criterios de calidad, determinar una incertidumbre cuantitativa para dichas variables de entrada (ver sección 2.3.1, apartado "Metodología de juicio de experto para estimar la incertidumbre de los datos de entrada").


Una vez consolidada la información de incertidumbre para DA y FE para la serie histórica en las Bases de B0, B2 y F2, se procede a calcular la incertidumbre de la emisión mediante el método de propagación de errores (ver sección 2.4.1, apartado "Diseño del procesamiento de la incertidumbre").

Posteriormente, se determina la incertidumbre de la tendencia, se realiza la consolidación de la incertidumbre a nivel nacional, sectorial y por categoría, para así realizar el análisis de sensibilidad y determinar las principales influencias sobre la incertidumbre del inventario (por subcategoría, contaminante y sector) (ver sección 2.5.1, apartado "Análisis de sensibilidad de la incertidumbre"), como se evidencia en la siguiente figura:

Figura 5. Proceso de estimación de la incertidumbre



Fuente: Propia.2025

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

La incertidumbre puede ser causada por:

- Falta de exhaustividad
- Uso de modelos para la simplificación de sistemas reales
- Falta de datos de entrada
- Falta de representatividad de los datos
- Error de muestreo aleatorio estadístico
- Error de medición
- Clasificaciones erróneas
- Datos faltantes de incertidumbre


2.3 DISEÑO DEL ACOPIO

2.3.1 Métodos y estrategias de acopio de datos

La operación estadística se fundamenta en el aprovechamiento de fuentes secundarias y registros administrativos, empleando un método de acopio sistemático y estructurado. La estrategia de acopio se centra en la interacción con entidades del sector público, privado y la academia, formalizada mediante protocolos institucionales y soportada mediante una gestión centralizada de archivos en el repositorio institucional del Ideam.

El inventario de emisiones y absorciones atmosféricas se construye a escala nacional y subnacional, por lo tanto, la fase de recolección y acopio de información no solo se centra en la búsqueda de información a nivel de país, sino que busca recopilar los datos de actividad y factores de emisión a escala municipal, departamental y/o regional.

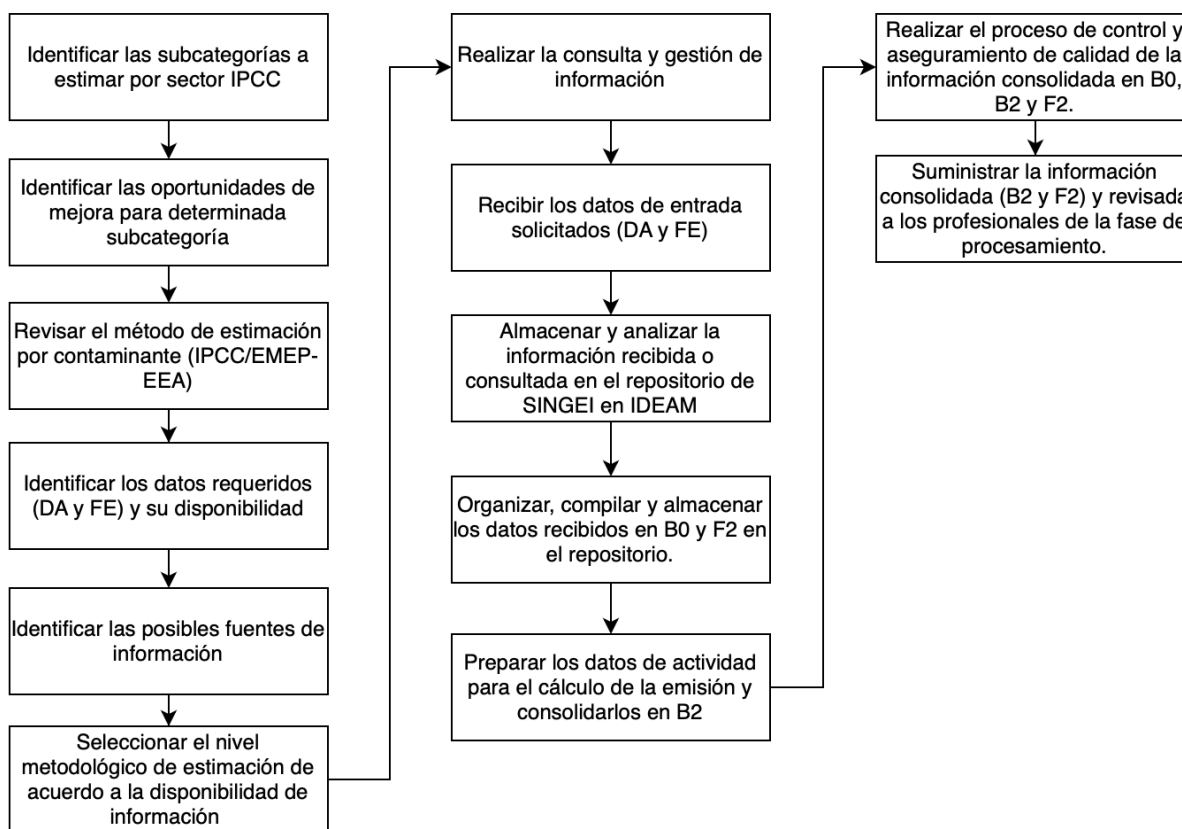
La consecución de estos datos depende total y enteramente de las capacidades de las entidades proveedoras lo cual refuerza el desarrollo de una estadística derivada basada en fuentes secundarias de información. Así mismo, la disponibilidad y

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

desagregación de los datos de entrada define el nivel metodológico de estimación de las emisiones por contaminante por subcategoría en la fase de procesamiento.


El proceso general de la fase de acopio se resume en la siguiente figura:

Figura 6. Proceso del acopio de datos



Fuente: Propia.2025

De acuerdo con la figura anterior, las fuentes de información suministran la información de diversas maneras, por lo tanto, el equipo del inventario estandariza dicha recolección en formatos únicos denominados:

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


- B0: base de datos de actividad crudos, tal cual como los suministra la fuente de información a escala nacional, municipal, departamental y/o regional. Incluye los valores de incertidumbre de los DA.
- B2: base de datos de actividad preparados para la estimación de la emisión a escala nacional, municipal, departamental y/o regional.
- F2: base de factores de emisión, constantes, supuestos, factores de conversión, entre otros, que facilita el proceso la preparación de los datos de actividad y de estimación de las emisiones y/o absorciones. Incluye los valores de incertidumbre de los FE.

El diseño detallado de estas plantillas, junto con las reglas de validación aplicables a cada campo, se encuentra documentado en el Anexo 4. Estructura y diccionario de datos.

Mecanismos de obtención de datos

La información acopiada comprende principalmente DA, FE y sus respectivos valores de incertidumbre superior e inferior, así como los metadatos necesarios para asegurar la trazabilidad y correcta interpretación de los registros. El proceso de acopio se realiza a través de los siguientes mecanismos estandarizados, garantizando la oficialidad y trazabilidad de la información:

- Solicitudes formales de información: gestión de oficios de solicitud y respuesta a través del sistema de gestión documental institucional (Orfeo), asegurando el respaldo jurídico del intercambio de datos.
- Mesas de trabajo técnicas: espacios de concertación con proveedores sectoriales para la entrega, validación y homologación de datos específicos.
- Consulta de fuentes oficiales: extracción directa de información desde bases de datos públicas, tableros de visualización, anuarios estadísticos, operaciones

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

estadísticas, registros administrativos y reportes de sostenibilidad de gremios y empresas.

- Intercambio de datos: implementación de acuerdos interinstitucionales y convenios para el flujo continuo de información.


Los mecanismos de acopio de la información priorizan los siguientes principios operativos:

- Oficialidad y respaldo institucional, asegurando que toda la información provenga de fuentes reconocidas u oficiales, y que estas cuenten con soporte documental verificable.
- Trazabilidad, mediante el registro sistemático del origen, fecha de recepción, versión, responsable y transformaciones o conversiones básicas aplicadas a los datos.
- Consistencia y estandarización, a través del uso de un arquitectura y flujo de datos, así como reglas comunes para la organización de la información.
- Integridad y custodia, garantizando la preservación de los datos originales durante todo el ciclo de la operación estadística.

Arquitectura de acopio y flujo de datos

Para garantizar la integridad y consistencia técnica, la estrategia de acopio se estructura bajo una arquitectura de hojas de cálculo secuenciales y estandarizadas gestionada manualmente por el equipo técnico en el repositorio institucional:


- Recepción de datos de actividad crudos (Bases B0): la información recolectada se centraliza y custodia en hojas de cálculo, en formato .xlsx, estandarizados denominados B0, almacenados en las carpetas del repositorio designadas por sector y subcategoría. En estos formatos se organiza y consolida la información sobre datos de actividad y sus respectivas incertidumbres (si se encuentra disponible), suministrados por las fuentes de información.

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Gestión de factores (Bases F2): de manera paralela, se recopilan y consolidan los factores de emisión, factores de conversión, supuestos y constantes en las hojas de cálculo, en formato .xlsx, denominadas F2, manteniendo un archivo único de factores utilizados para asegurar la consistencia en las estimaciones, incluyendo los valores de incertidumbre cuando se dispone de ellos desde la fuente de información.
- Generación de datos de actividad consolidados (Bases B2): a partir de la información cruda (B0), el equipo interno estructura los formatos B2, los cuales almacenan la información adecuada, homologada y lista para ser consumida por el motor de cálculo en la fase de procesamiento.
- Incertidumbre de los datos de entrada (DA y FE): como se ha mencionado, cuando la fuente de información posee los datos de incertidumbre asociada a los DA y FE, éstos se compilan en la base de datos respectiva (B0, B2, F2). De lo contrario se emplea el método de juicio de experto para estimar la incertidumbre de los DA y FE.
- Datos de entrada para la proyección de datos de actividad: para la estimación de las emisiones proyectadas, dependiendo del método (A, B, C, D), se requiere definir una tasa de crecimiento o decrecimiento, o un driver de proyección que permita establecer escenarios futuros desde la tendencia histórica de los datos de actividad.

Esta estrategia basada en repositorios asegura que todo dato que ingresa al inventario cuenta con una ruta de trazabilidad clara y verificable a través de la estructura de carpetas y el control de versiones de los archivos.

Cabe resaltar que para algunas subcategorías se emplean subrutinas en R para el pre-procesamiento de los datos de B0 a B2, ellas son: 1.A.3.a. Aviación Doméstica, 1.A.3.b. Transporte terrestre, 1.D.1.a. Aviación internacional.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Metodología de juicio de experto para estimar la incertidumbre de los datos de entrada:

El método de juicio de experto establecido por GHG Protocol, permite estimar la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión cuando no se cuenta con estadísticas directas.

Este método define criterios cualitativos de calidad como la precisión, completitud, representatividad temporal, representatividad geográfica o representatividad tecnológica que se evalúan con valores de ponderación cualitativos (Pobre, regular, bueno, muy bueno) que se homologan con una asignación numérica para luego determinar la incertidumbre. La matriz de ponderación es la siguiente:

Tabla 5. Matriz de ponderación por criterio de calidad


Criterio	Muy bueno	Bueno	Regular	Pobre
Precisión (U1)	1.00	1.10	1.20	1.50
Completitud (U2)	1.00	1.05	1.10	1.20
Representatividad temporal (U3)	1.00	1.10	1.20	1.50
Representatividad geográfica (U4)	1.00	1.02	1.05	1.10
Representatividad tecnológica (U5)	1.00	1.20	1.50	2.00

Fuente: Propia 2025

Una vez realizado el análisis de los criterios cualitativos y su asignación numérica, se procede a calcular la incertidumbre del dato de entrada (DA, FE), con una confianza del 95% con la siguiente ecuación:

$$SD_{g95} = \exp\sqrt{[\ln(U_1)]^2 + [\ln(U_2)]^2 + [\ln(U_3)]^2 + [\ln(U_4)]^2 + [\ln(U_5)]^2 - [\ln(U_b)]^2}$$

Donde:

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

U₁: Factor de incertidumbre de precisión

U₂: Factor de incertidumbre de completitud

U₃: Factor de incertidumbre de representatividad temporal

U₄: Factor de incertidumbre de representatividad geográfica

U₅: Factor de incertidumbre de representatividad tecnológica

U_b: Factor de incertidumbre básico²

Cuando se tiene la incertidumbre del dato de entrada, se procede a realizar el método de propagación de error para estimar la incertidumbre de la emisión.


Metodologías de proyección de datos de actividad para la estimación de emisiones y absorciones atmosféricas proyectadas:

El proceso de proyección es realizado por el profesional de proyecciones, quien analiza el comportamiento histórico de los datos de actividad, identifica las fuentes de información disponibles para estimar su evolución futura y selecciona la metodología de proyección más apropiada para cada subcategoría del inventario.

Para este fin, se contemplan cuatro enfoques metodológicos principales, cuya aplicación depende de la disponibilidad de información, la naturaleza del dato de actividad y la existencia de proyecciones oficiales sectoriales.

Metodología A: uso de proyecciones oficiales existentes. Esta metodología consiste en utilizar proyecciones de datos de actividad que ya han sido elaboradas por entidades oficiales, instituciones sectoriales o sistemas de información nacionales. En este caso, el equipo de proyecciones incorpora los valores generados por dichas

² Disponible en la tabla 2 de: <https://ghgprotocol.org/sites/default/files/2022-12/Quantitative%20Uncertainty%20Guidance.pdf>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

entidades, siempre que estas sean consistentes con la definición del dato de actividad utilizado en el inventario.

Las fuentes de información pueden incluir, entre otras:

- Proyecciones sectoriales elaboradas por ministerios o entidades adscritas.
- Información proveniente del sistema MRV nacional.
- Estudios prospectivos sectoriales o documentos oficiales de planeación.

Metodología B: proyección mediante tasas de crecimiento o decrecimiento. En aquellos casos en los que no se dispone de proyecciones oficiales, la estimación de los datos de actividad proyectados puede realizarse mediante la aplicación de una tasa de crecimiento o decrecimiento a la serie histórica del dato de actividad.


Estas tasas pueden ser definidas a partir de:

- Información oficial reportada por entidades sectoriales,
- Estudios técnicos sectoriales,
- El conocimiento experto del comportamiento del sector. (soportado en documentos oficiales)

Metodología C: proyección basada en variables controladoras (drivers). En algunos casos, el comportamiento futuro del dato de actividad se encuentra estrechamente relacionado con variables sociales, económicas o ambientales que determinan su evolución.

En estos casos, la proyección se realiza utilizando drivers o variables controladoras, tales como:

- Producto Interno Bruto (PIB)
- Población
- Área cultivada

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística “Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas”</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- Tamaño del hato ganadero
- Tasa de deforestación
- Variables climáticas o energéticas

Estas variables suelen contar con proyecciones oficiales generadas por entidades como el Banco de la República, el DANE, el IDEAM u otros organismos sectoriales, lo que permite proyectar el dato de actividad a partir de la relación observada entre ambas variables.

Metodología D: proyección basada en la serie histórica. Cuando no existen proyecciones externas ni drivers claramente identificables y proyectados, la proyección del dato de actividad puede realizarse a partir del análisis estadístico de su serie histórica.


En este enfoque se aplican modelos matemáticos de extrapolación de series de tiempo que permiten identificar la tendencia del comportamiento histórico del dato proyectado hacia el futuro.

Este enfoque es especialmente útil para categorías en las que el comportamiento histórico del dato presenta una tendencia relativamente estable.


Proceso de selección metodológica

La proyección de los datos de actividad es desarrollada por el profesional de proyecciones y tiene como propósito construir series de datos de actividad proyectadas que sean coherentes con la evolución histórica del sector y con la información prospectiva disponible a nivel nacional.

El proceso general para la construcción de proyecciones de datos de actividad comprende las siguientes etapas:

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Revisión de la serie histórica de datos de actividad: como primer paso, se analiza el comportamiento histórico de los datos de actividad utilizados en el inventario nacional. Este análisis permite identificar la tendencia general de la serie, posibles cambios en el comportamiento de los datos y la presencia de variaciones abruptas que puedan influir en el ejercicio de proyección.
- Definición del período de proyección: posteriormente se define el horizonte temporal para el cual se construirán las proyecciones de los datos de actividad. Este horizonte se establece a partir del último año disponible en el inventario nacional más reciente y se extiende hacia los periodos futuros requeridos para los ejercicios de reporte y análisis.
- Identificación de información prospectiva disponible: en esta etapa se revisa la disponibilidad de información de proyecciones relevante para el sector o subcategoría analizada. Esto incluye la identificación de:
 - proyecciones oficiales elaboradas por entidades sectoriales,
 - estimaciones prospectivas generadas por sistemas de monitoreo o planeación sectorial,
 - variables controladoras o drivers con proyecciones oficiales disponibles.
 - La disponibilidad de esta información permite orientar la selección de la metodología de proyección más apropiada para cada caso.
- Aplicación y evaluación de metodologías de proyección: con base en la información disponible, el profesional de proyecciones puede aplicar una o varias de las metodologías de proyección definidas previamente.

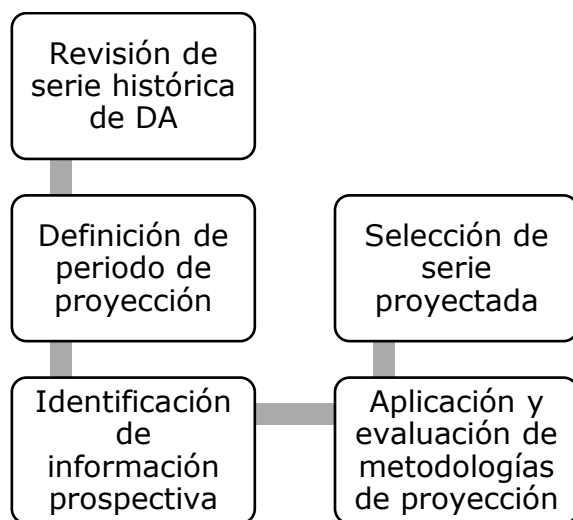
	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

En los casos en que se aplican múltiples metodologías, los resultados obtenidos son comparados con el comportamiento histórico de los datos de actividad, con el fin de evaluar la coherencia de las trayectorias proyectadas y seleccionar aquella que represente de manera más adecuada la evolución esperada del sector.


- Selección de la serie proyectada: finalmente, se selecciona la serie de datos de actividad proyectada que presenta mayor consistencia con la información histórica disponible, con la información prospectiva sectorial y con los supuestos definidos para el escenario analizado.

La serie proyectada seleccionada constituye el insumo que será utilizado posteriormente en la fase de procesamiento para la estimación de emisiones y absorciones proyectadas, mediante la aplicación de las ecuaciones metodológicas del inventario.

Figura 7. Proceso para la proyección de datos de actividad



Fuente: Propia.2025

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


2.3.2 Estructura organizacional del operativo y definición del equipo requerido

La estructura organizacional del operativo para la fase de acopio funciona bajo un esquema centralizado en el Ideam, diseñado para gestionar de manera ordenada el flujo de datos desde las fuentes sectoriales hasta los repositorios institucionales.

El equipo requerido para esta fase específica se compone de los siguientes roles, encargados de la gestión, validación primaria y custodia de los datos de entrada:

Tabla 6. Roles y responsabilidades del equipo de acopio

Rol	Responsabilidad en la Fase de Acopio
Coordinador de la operación estadística	Supervisa la ejecución transversal de la fase de acopio, articula la gestión interinstitucional estratégica con las entidades proveedoras (ej. ministerios, direcciones institucionales) y garantiza el cumplimiento del cronograma operativo general. Gestiona el escalamiento directivo en caso de contingencias o bloqueos en el flujo de información.
Líder del Inventario	Coordina técnicamente la fase, asegurando la estricta coherencia metodológica del acopio con las Directrices del IPCC y la normativa nacional. Supervisa el cumplimiento de los procedimientos de control de calidad inicial, gestión y almacenamiento de la información por parte del equipo técnico.
Compilador	Participa en el diseño y mantenimiento de la estructura de los datos, garantizando la integridad y consistencia de los datos.
Profesionales de Acopio de datos (AFOLU Y NO AFOLU)	Ejecutan las actividades operativas de gestión, organización, consolidación y almacenamiento de los datos de entrada (Datos de Actividad, Factores, supuestos) por cada contaminante y sector.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Rol	Responsabilidad en la Fase de Acopio
Proveedores de Información	Suministran los insumos, datos de actividad y factores de emisión, mediante los mecanismos formales establecidos.


Fuente: Propia.2025

2.3.3 Esquema de entrenamiento del personal

El esquema de entrenamiento del personal involucrado en la fase de acopio de datos se estructura bajo un modelo de formación *técnico-operativo*, orientado a garantizar la correcta recepción, validación inicial, estandarización y trazabilidad de la información proveniente de fuentes institucionales y estadísticas derivadas. Este se enmarca en el plan de formación estructurado en las 5 áreas de los sistemas MRV: Mandatos institucionales, conocimientos técnicos, flujos de datos, sistemas e instrumentos y participación de las partes interesadas.


Este esquema contempla acompañamiento permanente por la unidad coordinadora, el líder del inventario y los profesionales de apoyo, quienes orientan al personal durante el proceso de formación y a lo largo del periodo de acopio. Adicionalmente, el entrenamiento incorpora evaluaciones iniciales y finales que permiten verificar la comprensión de los conceptos clave, los lineamientos metodológicos y los procedimientos operativos asociados al acopio de datos de la operación estadística. A continuación, se detalla el modelo, métodos, modalidades y estrategias aplicadas en el esquema de entrenamiento del personal:

- a) Modelo de entrenamiento: el modelo adoptado es de tipo mixto (teórico y práctico) y progresivo, logrando una formación conceptual, capacitación aplicada y acompañamiento operativo. Se desarrolla previo al inicio de cada ciclo de la operación estadística y se refuerza de manera continua durante la fase de acopio, incorporando ajustes derivados de lecciones aprendidas, cambios metodológicos o procedimentales, o actualizaciones normativas.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

b) Métodos de entrenamiento: el entrenamiento del personal involucrado en la fase de acopio de datos se realiza mediante los siguientes métodos:

- Sesiones teóricas introductorias: orientadas a la comprensión del alcance del acopio de datos, los tipos de información recibida, los tipos de proveedores de datos, así como los criterios de calidad, consistencia, completitud y trazabilidad definidas para la operación estadística.
- Ejecución del plan de formación: este plan consta de 5 áreas, cuya información se puede consultar en: *Plan de formación SINGEI*. Este plan se desarrolla bajo dos modalidades complementarias:
 - Sesiones acompañadas: lideradas por los profesionales temáticos y la unidad coordinadora, en las cuales se abordan conceptos clave, lineamientos metodológicos y criterios operativos.
 - Sesiones autónomas: realizadas por el personal de acuerdo con el plan de formación del SINGEI, mediante la revisión de materiales técnicos y pedagógicos definidos para este fin.
 - Análisis de evidencias del ciclo anterior: revisión de registros, reportes, observaciones técnicas y resultados del proceso de acopio del ciclo previo, con el fin de identificar lecciones aprendidas, errores recurrentes, procesos aplicados y oportunidades de mejora en la aplicación de los lineamientos metodológicos y operativos.
 - Acompañamiento técnico: soporte continuo durante el periodo de acopio para resolver dudas operativas, aclarar criterios técnicos y asegurar la correcta aplicación de los protocolos, formatos y procedimientos establecidos.

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

c) Modalidades de entrenamiento: el esquema de entrenamiento contempla las siguientes modalidades:

- Presencial: para sesiones iniciales de inducción, presentación de los equipos y socialización con proveedores de datos.
- Virtual sincrónica: para sesiones teóricas introductorias y resolución de dudas
- Virtual asincrónica: mediante el uso de guías, manuales y materiales de consulta permanente.

d) Estrategias pedagógicas: las estrategias pedagógicas implementadas incluyen:


- Capacitación diferenciada según el rol del profesional.
- Evaluación del aprendizaje a través de ejercicios prácticos y retroalimentación continua.

e) Mecanismos de evaluación: la verificación de la idoneidad del personal se realiza mediante dos mecanismos:

- Evaluación conceptual: verificación de conocimientos sobre las directrices metodológicas.
- Validación práctica: revisión cruzada de los primeros entregables (bases B0 consolidadas) por parte del líder del inventario, para asegurar que los datos acopiados cumplen con los estándares de calidad antes de su integración al sistema.

f) Materiales de consulta: para el desarrollo y soporte del entrenamiento se utilizan los siguientes instrumentos de consulta obligatoria:

- *Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI.*

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- *Diccionario de datos*
- *Directorio de variables, proveedores y usuarios*
- Formatos B0 Y B2

2.3.4 Conformación del equipo

La conformación del equipo para la fase de acopio se rige por los lineamientos institucionales de contratación del Ideam y se fundamenta en la definición previa de perfiles y competencias técnicas necesarias para garantizar la correcta gestión, validación inicial, custodia y trazabilidad de la información primaria y el relacionamiento con las fuentes de información de la operación estadística.


Para cada necesidad de personal se establece un perfil o rol específico, en el cual se definen las funciones, responsabilidades, productos esperados y requisitos mínimos de formación y experiencia. Este proceso se desarrolla de manera secuencial y documentada, garantizando la transparencia, objetividad y trazabilidad de las decisiones de selección. En el caso del perfil de acopio se prioriza la capacidad para gestionar grandes volúmenes de datos y aplicar los controles de calidad iniciales definidos en el Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI.

El procedimiento de selección y conformación del equipo comprende las siguientes etapas:

a. Definición de perfiles y competencias

Para los roles operativos de esta fase (ver sección 2.3.2), se establecen requisitos orientados a la integridad del dato:

- Líder y Compilador: experiencia en la coordinación de flujos de información interinstitucional y conocimiento de los requerimientos de datos de las Directrices del IPCC y la Guía EMEP/EEA
- Profesionales de Acopio: perfiles con conocimiento técnico en el sector específico (Energía, IPPU, Agricultura, LULUCF o Residuos) de acuerdo con

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Directrices IPCC y la Guía EMEP/EEA, para poder validar la consistencia técnica de los datos de entrada recibidos.


- Competencias Transversales: dominio avanzado de hojas de cálculo y herramientas de gestión de datos (herramientas de Microsoft, programación en lenguaje R o Python para scripts de limpieza y validación), así como experiencia en gestión documental y comunicación asertiva.

b. Elaboración y evaluación de términos de referencia (TDR)

- Se establecen claramente los productos esperados, incluyendo la construcción y custodia de las bases de datos de entrada (B0, B2 y F2) y la generación de los reportes de control de calidad (QC) inicial asociados a la fase de recepción.

c. Convocatoria, evaluación técnica y selección

- La convocatoria se realiza mediante procesos abiertos o cerrados, según corresponda, incorporando filtros de selección de hojas de vida, seguido de pruebas técnicas y posteriormente entrevistas.
- La evaluación incluye una validación práctica de las habilidades requeridas para el acopio:
 - Prueba Técnica: se aplican pruebas prácticas enfocadas en la estructuración de bases de datos, identificación de errores evidentes en series de tiempo (outliers) y la aplicación de los controles de calidad iniciales (QC) sobre los datos crudos (Bases B0), validando integridad, consistencia de unidades y formatos
 - Entrevistas de evaluación de Experiencia y conocimientos: verificación de la trayectoria en el sector asignado para asegurar que el profesional tenga el criterio suficiente para detectar inconsistencias en la información suministrada por las fuentes.
- La selección se realiza a través de una evaluación cruzada, en la cual participan representantes de las áreas técnicas involucradas, coordinador(es) de la

 IDEAM	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

operación estadística y apoyos transversales, con el fin de fortalecer la objetividad de la selección y mitigar riesgos de sesgos.

d. Formalización contractual e inicio de actividades

Una vez seleccionado los perfiles, se procede a la asignación de permisos de acceso a las carpetas del repositorio institucional correspondientes a su sector, garantizando la seguridad y organización de la información desde el inicio del operativo.

2.3.5 Proceso de sensibilización y acuerdos de intercambio


- **Acuerdos de intercambio y formalización**

Dada la naturaleza de estadística derivada de la operación, el flujo de datos con las entidades proveedoras se formaliza mediante la cooperación interinstitucional y la aplicación de acuerdos técnicos o administrativos que regulan las condiciones de entrega, confidencialidad, oportunidad, formato y trazabilidad de la información secundaria.

Con el fin de mantener la consistencia documental de la operación estadística, los mecanismos formales que operativizan estos acuerdos —tales como las solicitudes oficiales, las mesas técnicas y la articulación interinstitucional— se encuentran definidos detalladamente en el numeral 2.3.1 (Métodos y estrategias de acopio de datos). Su ejecución se rige por los lineamientos del Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI, garantizando la coherencia con el ciclo bienal de la operación y el cronograma del Reporte del Inventario Nacional (NIR).

- **Estrategias de sensibilización**

De manera complementaria, se implementa una estrategia continua de sensibilización y fortalecimiento de capacidades dirigida a los proveedores de datos, orientada a


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

mejorar la calidad, oportunidad y consistencia de los datos suministrados, así como la comprensión del impacto que tienen sus datos en la elaboración del reporte nacional. Esta estrategia incluye actividades de fortalecimiento de capacidades como ciclos de capacitación técnica en metodologías IPCC, diligenciamiento de formatos y talleres de retroalimentación sobre el uso de los datos en el inventario anterior.

2.3.6 Relación de manuales, guías o instructivos

Para garantizar la estandarización, trazabilidad y calidad de la fase de acopio, la operación estadística del SINGEI se rige por los siguientes instrumentos técnicos y administrativos:

- Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI: documento rector que describe los procedimientos para la solicitud, recepción y relacionamiento con las fuentes proveedoras de datos.
- Manual de radicación de comunicaciones oficiales (Orfeo): instructivo institucional del IDEAM que regula el procedimiento para la generación de radicados de salida (solicitudes) y entrada (respuestas), garantizando la trazabilidad jurídica del intercambio de datos
- Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI: lineamientos operativos que definen la arquitectura de carpetas, el control de versiones y la custodia de los archivos de datos institucionales.
- Directorio de variables (Anexo 2): instrumento de consulta fundamental que guía al equipo de acopio, detallando la entidad proveedora, el instrumento y la fuente específica de información requerida para cada variable de entrada (Datos de Actividad y Factores de Emisión). Su conceptualización exhaustiva se encuentra definida en el apartado de Diseño Temático.
- Banco de fórmulas de preparación (Pre-procesamiento) de datos de actividad (B0 a B2): instrumento técnico en formato digital (Ver Anexo 5) que consolida

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


las fórmulas, funciones lógicas y reglas de conversión de unidades requeridas para la transformación y estandarización de los datos crudos (B0) a bases depuradas (B2), previo al cálculo oficial de emisiones y absorciones.

- Directorio de proveedores: inventario de las entidades, dependencias y puntos focales responsables del suministro de información. Su administración es de uso exclusivo del equipo técnico para salvaguardar la reserva estadística de las fuentes.
- Instrumentos de captura y validación (Estructuras B0, B2 y F2 plantillas técnicas conformadas por hojas de cálculo estandarizadas (documentadas en el Anexo 4. Estructura y diccionario de bases de datos), que utiliza el equipo interno de la operación estadística para registrar, estructurar, homologar y validar de manera homogénea la información primaria recibida de las diferentes fuentes. La definición, arquitectura y flujo específico de estas bases de datos se encuentra detallada en el numeral 2.3.1 (Métodos y estrategias de acopio de datos).
- Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI: establece los criterios de aceptación de datos. Específicamente para esta fase, define los controles de calidad iniciales (QC) y las rutinas de validación automatizada aplicables a la información de entrada, instruyendo al equipo sobre la verificación de integridad, transcripción y coherencia de unidades antes de aceptar la información.

2.3.7 Diseño de la estrategia de comunicación y plan de contingencias

Estrategia de comunicación operativa

Para asegurar la resolución ágil de incidencias durante la fase de acopio, se establece un flujo de comunicación jerárquico descrito en el Manual de procedimientos de acopio

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


de datos del SINGEI. Este esquema garantiza el escalamiento oportuno ante retrasos o inconsistencias en la entrega de archivos:

- Nivel técnico (validación inicial): comunicación directa entre el profesional temático del Ideam y el enlace técnico de la entidad proveedora para resolver dudas de formato, unidades o integridad en los archivos recibidos.
- Nivel coordinador (solicitud de aclaración): en caso de inconsistencias no resueltas o incumplimiento de plazos, el Líder del Inventario escala la incidencia al Coordinador de la operación estadística, quien gestiona la solicitud formal mediante comunicación oficial (oficio). Si la entidad no aclara la información en el plazo estipulado, el equipo técnico toma la decisión documentada de buscar fuentes alternas o declarar el vacío de información.
- Nivel directivo (escalamiento): gestión de alto nivel entre subdirecciones o ministerios cuando se presentan bloqueos en el flujo de información crítica, soportada en los acuerdos interinstitucionales y la gestión de oficios formales.

Plan de contingencias de la fase de acopio

En estricta alineación con las directrices de calidad estadística, se definen protocolos de actuación ante riesgos específicos que afecten la continuidad exclusiva del acopio, abordando tanto aspectos operativos de la gestión documental como aspectos metodológicos ante vacíos de información primaria:


- Contingencias operativas (gestión de archivos):
 - Control de versiones y nomenclatura: ante el riesgo de confusión de archivos en el repositorio, se aplica una verificación estricta de que el nombre del archivo coincida con la nomenclatura definida por el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Respaldo de información: ejecución de copias de seguridad (backup) de los repositorios de archivos planos (B0, B2, F2) en los servidores institucionales para mitigar el riesgo de pérdida o corrupción de datos.
- Trazabilidad de la gestión: almacenamiento sistemático de los soportes de las solicitudes realizadas y las respuestas recibidas en las carpetas del repositorio, asegurando la evidencia del intercambio ante posibles auditorías.
- Contingencias metodológicas (Vacíos de datos y consistencia temporal):

Con el objetivo de garantizar una serie temporal completa, si la gestión directa con la fuente oficial no logra recuperar el dato empírico, se activan los protocolos de imputación y resolución documentados en el *Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI* (aplicando las directrices del IPCC):

- Ausencia de series históricas o datos faltantes (ej. vacíos desde 1990): cuando la fuente no dispone de registros para ciertos años, se aplican técnicas de empalme como extrapolación de tendencias, interpolación de variables o uso de datos sustitutos correlacionados para reconstruir la serie.
- Recepción de datos estimados o proyectados por la fuente: si la entidad proveedora suministra un dato que no proviene de medición directa sino de una proyección o modelación propia, este se acepta, pero es catalogado con un nivel de incertidumbre superior (Tipo B / Evaluación de expertos) para asegurar la transparencia de su origen.
- Uso de datos alternos: empleo de fuentes secundarias validadas con su respectiva justificación técnica, aun si no provienen de la fuente primaria habitual.

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

2.3.8 Diseño de la estrategia de seguimiento y control

De cara a la fase de compilación, el proceso de control de calidad en la etapa de acopio se organiza en torno a tres formatos o bases de datos que contienen la información fuente necesaria para la realización de la totalidad de las estimaciones del inventario. Cada uno de estos formatos cumple un rol específico y complementario dentro del flujo de trabajo, y sobre todos ellos se aplican procedimientos sistemáticos de verificación y validación.


Formato B0 – Información cruda de actividad

El formato B0 almacena la información en su estado original, tal como es entregada por las fuentes proveedoras, sin transformaciones en las unidades de reporte.

Cuando la serie histórica de una categoría presenta vacíos de información por limitaciones en la disponibilidad de datos para determinados años, se consignan en este formato los resultados de las proyecciones necesarias para garantizar la completitud de la serie. Dichas proyecciones se realizan en las mismas unidades en las que la fuente entrega los datos y se fundamentan en las técnicas metodológicas definidas en el Capítulo 1 de las Directrices del IPCC, asegurando el uso de los métodos de empalme recomendados internacionalmente.

Lo anterior garantiza la consistencia de los datos de actividad y permite la comparabilidad de las estimaciones de emisiones entre las distintas Partes de la Convención.

En materia de control de calidad sobre este formato, se realizan verificaciones aleatorias en las diferentes categorías del inventario para confirmar que la información cruda entregada por la fuente o descargada directamente desde el repositorio oficial se encuentre correctamente transcrita. Este procedimiento aplica especialmente sobre el formato B0, dado que es el primer punto de entrada de los datos al sistema y, por tanto, el eslabón más sensible frente a errores de captura.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Formato B2 – Dato de actividad procesado


El formato B2 corresponde al dato de actividad en las unidades requeridas para la estimación de las emisiones, de acuerdo con los requerimientos de las tablas CRT y con los lineamientos de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático para el reporte oficial de emisiones y datos de actividad por parte de las Partes. El propósito fundamental de este formato es consolidar, de manera estructurada y homogénea, todos los datos de actividad relevantes conforme a los lineamientos metodológicos aplicables a cada categoría, constituyendo así el insumo directo para el cálculo de emisiones.

Formato F2 – Factores de emisión y constantes metodológicas

El formato F2 contiene el listado de los factores de emisión y demás constantes necesarias para la elaboración de los cálculos correspondientes a cada categoría. Respecto a los factores de emisión, gran parte de ellos son propuestos directamente por las Directrices del IPCC; sin embargo, dependiendo de la información nacional disponible, es posible emplear factores de emisión específicos de país que representen un refinamiento metodológico y contribuyan a la reducción de la incertidumbre de la estimación.

En cualquier caso, los valores adoptados deben ser consistentes con los rangos y órdenes de magnitud reportados en las guías IPCC, lo que constituye uno de los criterios de control de calidad aplicados sobre este formato.

Adicionalmente, el F2 incorpora factores de conversión que permiten transformar las unidades en las que los proveedores entregan la información, así como poderes caloríficos y otras constantes de aplicación general. Para este conjunto de parámetros, se realizan verificaciones aleatorias en las fuentes originales referenciadas, con el objeto de confirmar que el valor registrado en el formato corresponde fielmente al publicado en la fuente citada.

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


La información contenida en los tres formatos descritos se consolida en un único archivo de Excel por categoría IPCC, organizado en hojas de cálculo independientes para cada base de datos (B0, B2 y F2). Este archivo constituye el insumo estructurado sobre el cual se realiza el procesamiento de cálculo de emisiones, siendo a su vez el objeto principal de los controles de calidad de la fase de acopio.

Mecanismos de control de calidad

La estrategia de control para la fase de acopio se fundamenta en la aplicación de los procedimientos definidos en el Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI. Los controles se ejecutan mediante la aplicación de controles de calidad iniciales (QC) y rutinas de validación, a través de los cuales el profesional temático o compilador verifica:

- Integridad de los datos: validación de la correcta estructuración y completitud de la información una vez ha sido consolidada en las plantillas estandarizadas B0.
- Ausencia de errores de transcripción: verificación minuciosa durante el proceso de homologación para asegurar que el dato ingresado a la Base B0 sea fiel al suministrado por la fuente original, independientemente del formato en que esta lo haya enviado.
- Consistencia técnica básica: revisión inicial de unidades de medida y magnitudes frente a la serie histórica para detectar valores atípicos evidentes (outliers) antes del procesamiento formal.


Una vez que el profesional de acopio ha diligenciado los tres formatos (B0, B2 y F2) para una categoría determinada, se ejecuta el proceso de control de calidad sobre los mismos. Este control se lleva a cabo mediante un código desarrollado en lenguaje R, el cual analiza de manera integral tanto la integridad estructural de las bases de datos como los valores numéricos registrados en cada uno de los campos. El código genera

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

automáticamente un reporte en formato Word para cada categoría procesada, el cual presenta los siguientes elementos:

- La estructura de cada base de datos, con descripción de los campos presentes, los tipos de datos identificados y la verificación de su correspondencia con el esquema definido.
- El resumen estadístico de los valores y rangos que aparecen en cada columna, facilitando la identificación rápida de valores atípicos, inconsistencias de magnitud o problemas en el diligenciamiento.
- La identificación de campos faltantes e información incompleta, señalando explícitamente las celdas o registros que requieren complementación antes de avanzar al siguiente ciclo del proceso.
- La detección de líneas duplicadas o registros idénticos, los cuales son identificados y especificados en el reporte de manera que la base de datos pueda ser corregida oportunamente.
- El análisis de tendencia de los datos reportados en cada base de datos. Para los formatos B0 y B2, el análisis de la serie temporal tiene como propósito identificar saltos abruptos en los valores que no puedan ser justificados técnicamente por la fuente o por el profesional sectorial correspondiente. Ante la detección de estas situaciones, el reporte activa un proceso de retroalimentación en el que se solicita la explicación al equipo técnico responsable de la categoría, dejando constancia formal de la justificación recibida en el propio reporte de control de calidad.

El proceso de control de calidad sobre las bases de datos de acopio se ejecuta de manera iterativa, las veces que sea necesario, hasta confirmar que los formatos se encuentran íntegros, consistentes y libres de errores, constituyendo así la condición habilitante para el ingreso de la información al ciclo de procesamiento.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Seguimiento operativo y control


El seguimiento al avance del acopio se realiza mediante el monitoreo periódico y continuo de los instrumentos de gestión documental (ej. Matriz de seguimiento a las solicitudes de información). A través de estas herramientas, la coordinación de la operación estadística y el equipo técnico evalúan las siguientes variables de control operativo:

- Cobertura de datos (Exhaustividad): relación y estado de avance entre los datos de actividad efectivamente acopiados en la Base B0 frente al total de variables requeridas por el directorio oficial.
- Oportunidad en la entrega: seguimiento al cumplimiento de los plazos establecidos en los oficios de solicitud por parte de las entidades proveedoras, permitiendo activar los protocolos de escalamiento oportuno.
- Inconsistencias y reprocesos operacionales: registro de los requerimientos de aclaración o solicitudes complementarias enviadas a la fuente cuando la información primaria no supera los controles de calidad iniciales (QC).

2.3.9 Diseño de sistemas para la obtención de datos

La infraestructura tecnológica que soporta el acopio de datos se fundamenta en una Estructura documental en repositorio controlado, operado mediante las herramientas institucionales del Ideam. Este sistema garantiza la integridad y seguridad de la información mediante los siguientes componentes:

- Infraestructura de Almacenamiento: se emplea el entorno de almacenamiento institucional (SharePoint/OneDrive o Servidores de archivos) configurado con una arquitectura de carpetas estandarizada para la organización de los datos y sus versiones, según lo definido en el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI. El acceso se gestiona mediante perfiles de usuario y permisos diferenciados (Lectura/Escritura) para proteger la información

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


histórica y asegurar la custodia de las carpetas de Datos de Actividad (B0 y B2) y Factores (F2).

- Herramientas de Captura y Validación: se utilizan plantillas estandarizadas en hojas de cálculo (formato .xlsx) para la consolidación de la información. La validación estructural y de consistencia de los datos acopiados en la Base B0 se apoya en la ejecución de scripts en lenguaje R, los cuales permiten verificar tipos de datos, rangos y completitud de forma automatizada, minimizando el error humano en la fase previa al procesamiento.
- Mecanismo de Carga: la obtención se realiza mediante la descarga controlada desde los canales oficiales y su catalogación en el repositorio institucional. Cada ingreso se registra en la Matriz de seguimiento a las solicitudes de información, la cual funge como instrumento de control para asegurar la trazabilidad del flujo de datos entre las fuentes y la operación estadística.

2.3.10 Transmisión de datos

La transmisión de datos hacia el Ideam y su flujo interno se realiza a través de canales que garantizan la trazabilidad, de acuerdo con los protocolos institucionales:

- Canales de transmisión externa (Entrada): se prioriza la Transmisión oficial a través del sistema de gestión documental (Orfeo), que proporciona evidencia jurídica de la recepción y fecha de entrega. Para casos excepcionales de archivos de gran volumen o información preliminar, se utilizan los mecanismos técnicos descritos en el numeral 2.3.1 (Métodos y estrategias de acopio de datos), asegurando siempre el uso de la nube institucional con accesos restringidos.
- Flujo de transmisión interna: una vez validados, los datos se centralizan en el sistema de archivos controlado. Se restringe la transmisión de bases de datos mediante correo electrónico personal para evitar la dispersión de versiones; en

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

su lugar, el acceso para el equipo de cálculo se realiza mediante la asignación de permisos sobre las rutas específicas del repositorio donde reside la información oficial.

- Protocolos de seguridad en la transmisión: para garantizar la integridad de los archivos, la operación se acoge a las políticas de seguridad de la información de la oficina de TI del Ideam, que incluyen la verificación automática de malware en la pasarela de entrada institucional y el uso de protocolos de transferencia segura de archivos.

2.4 DISEÑO DEL PROCESAMIENTO


El diseño del procesamiento describe los métodos, procedimientos y reglas técnicas mediante los cuales los datos de actividad y los factores de emisión, previamente consolidados en la fase de acopio, son transformados en estimaciones oficiales de emisiones totales, absorciones y emisiones netas.

Esta fase tiene como propósito garantizar que la información recibida en las bases estructuradas (B2 y F2) sea integrada, parametrizada y procesada de manera estandarizada, aplicando las metodologías internacionales adoptadas por el país, principalmente las Directrices del IPCC y la Guía EMEP/EEA.

El procesamiento corresponde a la ejecución del cálculo de emisiones y absorciones de acuerdo con el nivel metodológico, la estimación de la incertidumbre asociada por propagación de error y la generación de proyecciones de datos de actividad para luego estimar las emisiones proyectadas con base en cuatro posibles métodos.

Durante la fase de procesamiento se considera la trazabilidad de resultados, coherencia temporal de las series históricas y la diferenciación entre los niveles de agregación (Sector, categoría, subcategoría, total nacional y subnacional).

En esta etapa no se realizan actividades de acopio, imputación o completitud de datos de entrada, las cuales corresponden a la fase de acopio. El procesamiento parte de insumos validados y consolidados, y se enfoca exclusivamente en la aplicación de las

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


ecuaciones metodológicas, la generación de resultados cuantitativos y la ejecución de los controles de calidad establecidos para esta fase.

Esta etapa considera documentos como el Manual de procesamiento y cálculos del SINGEI, el Manual de estimación y gestión de la incertidumbre del SINGEI, el Manual de procesamiento de proyecciones de emisiones del SINGEI y el Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI, en los cuales se presenta más detalle de la estandarización técnica y la reproducibilidad del proceso.

En lo que respecta al diseño prospectivo de los cálculos, es importante precisar que la consolidación de información en cada ciclo de inventario obedece tanto a necesidades inmediatas de estimación como a propósitos de análisis orientados a planificar mejoras metodológicas futuras. Puede darse el caso de que la información recopilada o las rutinas estructuradas durante un ciclo determinado no sean incorporadas directamente en las estimaciones oficiales de ese periodo, sino que sean analizadas con el objeto de evaluar su pertinencia metodológica, la suficiencia de su nivel de desagregación para la aplicación de nuevos métodos IPCC, y la completitud de la serie temporal disponible. Esto permite que el equipo técnico diseñe y evalúe con anticipación los impactos metodológicos y las bases de cálculo que conllevaría la transición hacia Tiers superiores en ciclos subsiguientes.

El proceso de la fase de procesamiento de las emisiones inicia con la revisión de los datos de entrada (DA, FE, incertidumbre asociada a DA y FE, datos de actividad históricos y proyectados). Posteriormente, la fase de procesamiento se divide en 3, procesamiento de estimación emisiones y absorciones, procesamiento de estimación de incertidumbre y procesamiento de emisiones proyectadas. El procesamiento de incertidumbre de la emisión y las emisiones proyectadas dependen del procesamiento de cálculo de las emisiones y absorciones.

La estimación de las emisiones y absorciones se rige por las Directrices del IPCC 2006 o su refinamiento al 2019 y la Guía EMEP/EEA 2019 o 2023. Estos documentos permiten al equipo identificar el nivel metodológico (Tier o nivel 1, 2, 3, entre otros).

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

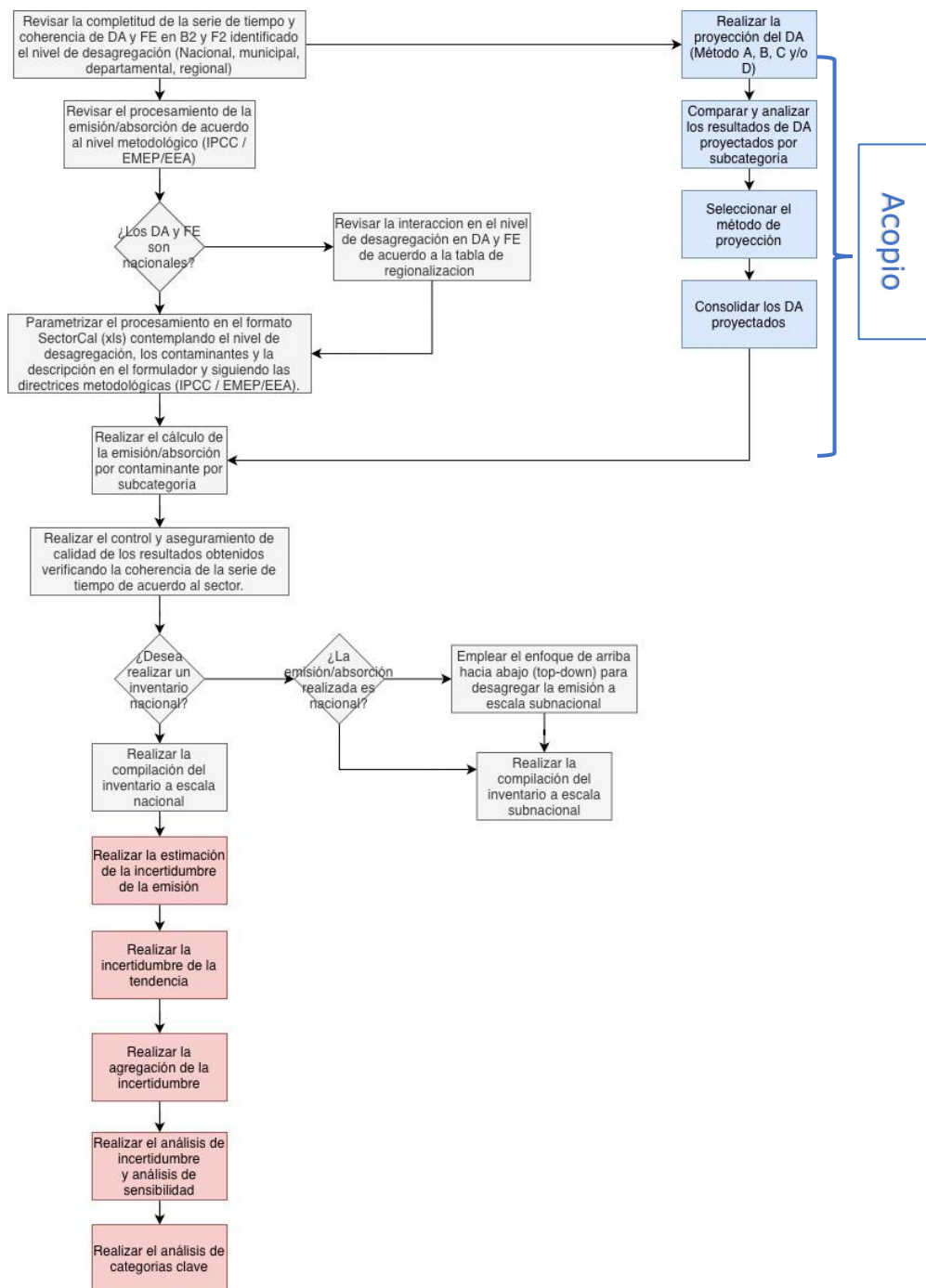
Cada nivel identifica una operación matemática y una complejidad distinta cuya selección depende de la disponibilidad de información en el nivel de desagregación requerido por contaminante y subcategoría.

Una vez se selecciona el tier y se comprende la metodología de estimación, el profesional de procesamiento realiza el diseño de la fórmula en el formulador, de acuerdo con el banco de fórmulas de la fase de procesamiento de las emisiones/absorciones. Posteriormente, ejecuta la fórmula en la base de "SectorCal" por subcategoría y contaminante.


Una vez se ejecuta el cálculo de las emisiones y absorciones, se procede a realizar la estimación de la incertidumbre y de las emisiones proyectadas.

A continuación, se describe el proceso general de la fase de procesamiento:

Figura 8. Procesamiento incertidumbre de la emisión y emisiones proyectadas



Fuente: Propia.2025

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


2.4.1 Consolidación y/o integración de archivos de datos

La fase de procesamiento inicia con la recepción formal de los insumos consolidados provenientes de la fase de acopio, específicamente las bases de Datos de Actividad procesados (B2) y Factores de Emisión (F2), junto con la información metodológica asociada a cada subcategoría. Estos insumos constituyen la base oficial para la estimación de emisiones y absorciones y deben encontrarse completos, validados y estructurados conforme a los lineamientos definidos en el diseño de acopio.

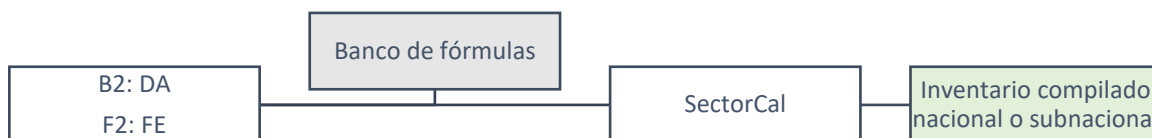
En esta etapa, se verifica la disponibilidad de las variables requeridas para el cálculo, asegurando que cada subcategoría cuente con los datos de actividad, factores de emisión y parámetros necesarios de acuerdo con el nivel metodológico (Tier) previamente definido. Esta verificación no implica la edición, imputación o ajuste de los datos de entrada, sino la confirmación de que la información recibida permite ejecutar las ecuaciones establecidas en el banco de fórmulas.

Luego, se realiza la integración técnica de los insumos en los archivos de cálculo estandarizados para cada subcategoría, a través de un modelo tabular estandarizado donde se organiza la información por año, nivel de desagregación territorial y contaminante. Esta estructura tabular permite relacionar de manera unívoca cada dato de actividad con sus correspondientes factores de emisión, conversión o ajuste, y la ecuación metodológica aplicable. Esto asegura la trazabilidad completa del proceso, permitiendo identificar para cada resultado el conjunto de variables utilizadas, su unidad de medida, la fórmula implementada y el código único asociado al registro. La descripción detallada de los campos, reglas de obligatoriedad y tipos de dato se encuentra documentada en el Manual de procesamiento y cálculos del SINGEI.

En este punto, se realiza la identificación del número de ecuación, volumen y capítulo correspondiente de las Directrices del IPCC o de la Guía EMEP/EEA, según aplique. Esta información se encuentra consignada en el Banco de Fórmulas institucional, el cual actúa como referencia oficial para la selección y aplicación consistente de los

 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

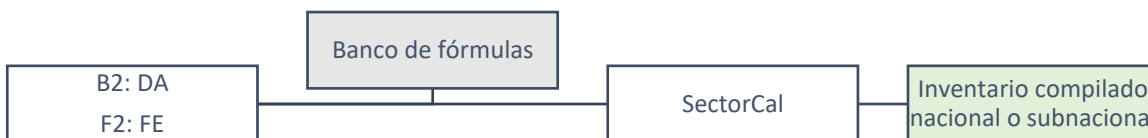
métodos de cálculo (Ver



).

Finalmente, se verifica la coherencia estructural de la matriz de cálculo antes de ejecutar la estimación, asegurando la correcta correspondencia entre categorías, códigos, unidades de salida y niveles de agregación requeridos para la compilación posterior del inventario nacional y subnacional.


Figura 9. Interacción de datos en el procesamiento de emisiones y absorciones



Fuente: Propia. 2025

Posterior al cálculo de emisiones y absorciones por subcategoría continúa el proceso de compilación del inventario, que consiste en agregar las emisiones y/o absorciones a nivel de categorías, subcategorías superiores, sectores y a nivel nacional. Para luego estimar las emisiones totales anuales, las absorciones anuales y las emisiones netas anuales a nivel nacional.

Seguidamente, con el inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas, se procede a realizar la desagregación del inventario subnacional (Escala municipal, departamental, regional, por cartera ministerial y/o por autoridad ambiental). Si el inventario nacional se construyó a partir de información municipal, la Tabla de

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

regionalización permite construir el compilado del inventario nacional, departamental, regional, por cartera o por autoridad ambiental (Enfoque de abajo hacia arriba o *bottom-up*). Si el inventario se construyó a partir de información nacional, departamental o regional, es necesario desagregar la emisión a escala municipal con el uso de drivers de proporción para posteriormente construir los inventarios subnacionales con el uso de la Tabla de regionalización (Enfoque de arriba hacia abajo o *top-down*) (Ver Figura 4).

La información compilada de acuerdo con el árbol de categorías en el inventario nacional y subnacional es la base para la generación de los diferentes tipos de reportes nacionales y subnacionales en la fase de difusión.


2.4.1.1 Diseño del cálculo de emisiones y absorciones

El cálculo de emisiones, absorciones y emisiones netas se realiza mediante la aplicación de las ecuaciones metodológicas definidas en el Banco de Fórmulas de la fase de procesamiento de la emisión/absorción por contaminante, el cual compila las expresiones oficiales adoptadas de las Directrices del IPCC y la Guía EMEP/EEA, según corresponda a cada categoría y contaminante. Este proceso se ejecuta sobre los insumos validados provenientes de la fase de acopio y se desarrolla bajo una estructura tabular estandarizada que garantiza la trazabilidad, coherencia y reproducibilidad de las estimaciones.

A continuación, se describen las etapas que conforman el diseño del cálculo:

Parametrización metodológica:

Corresponde a la representación de la ecuación seleccionada para cada subcategoría, conforme a lo establecido en el banco de fórmulas. Este instrumento consolida las ecuaciones oficiales adoptadas de las Directrices del IPCC y la Guía EMEP/EEA, incluyendo su identificación, nivel metodológico (Tier), volumen y capítulo de referencia.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

En esta etapa, el profesional de procesamiento verifica que la ecuación seleccionada en el Banco de Fórmulas corresponda a la categoría y contaminante evaluados, y que las variables requeridas por el método (datos de actividad, factores de emisión y factores de conversión y/o ajuste) se encuentren disponibles en los insumos B2 y F2.


La parametrización se realiza en la estructura tabular estandarizada del procesamiento, en una hoja llamada "SectorCal", donde cada variable de entrada se registra en los campos correspondientes, incluyendo su valor, unidad de medida y codificación de acuerdo con la estructura definida en el Banco de fórmulas y al llamado de variables propuesto en el formulador. Esta etapa no implica la modificación de los datos de entrada, sino su organización técnica para la correcta ejecución del método oficialmente adoptado.

Aplicación de la ecuación:

Una vez parametrizado el método conforme al Banco de Fórmulas, se procede a la ejecución del cálculo para cada año del período de referencia y para el nivel de desagregación geográfica disponible.

Como se ha mencionado, el banco de fórmulas determina un nombre para la variable y en las bases de datos se asigna un identificador unico a través de la concatenación de los campos de la respectiva base de datos a la que pertenece la variable (B2, F2).

La ecuación aplicada especifica explícitamente las variables que intervienen en el cálculo y la forma en que estas se relacionan matemáticamente (por ejemplo, multiplicaciones, sumatorias, divisiones u otras operaciones definidas metodológicamente). En la estructura tabular estandarizada del procesamiento, cada variable requerida por la ecuación se encuentra previamente asociada a un campo específico denominado: VRi (VR: Variable de entrada, i: identificador de la variable), lo que permite que la fórmula opere sobre valores claramente identificados y codificados.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

De esta manera, la expresión matemática consignada en el registro de cálculo (por ejemplo, $VR1 \times VR2 \times VR3$, según corresponda al método) se ejecuta sobre variables parametrizadas, garantizando coherencia entre el diseño metodológico y la operación aritmética realizada.

Existe un caso específico en el que se emplea en el cálculo de las emisiones, rutinas automatizadas desarrolladas en lenguaje R con las que los resultados son exportados e incorporados en la misma estructura tabular estandarizada utilizada para el resto de las categorías, asegurando la uniformidad del registro oficial. Este caso es la estimación de la categoría 5.A. Eliminación de residuos sólidos.


Por otro lado, se aclara que la estimación de las emisiones para la subcategoría 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado y 2.F.3. Protección contra incendios, emplean los modelos de cálculo definidos por el IPCC en el Anexo 1 del Volumen 3 de las Directrices del IPCC 2006.

Estandarización y registro de resultados:

Cada resultado calculado se registra en la estructura tabular estandarizada del procesamiento, la cual integra de manera simultánea la dimensión temporal, sectorial, territorial y temática del inventario.

Las emisiones y absorciones se expresan en unidades estándar, correspondientes a kilotoneladas (kt) del contaminante estimado. Esta estandarización asegura la homogeneidad y comparabilidad de la serie histórica, independientemente de la unidad original del dato de actividad o del factor de emisión utilizado en el cálculo.

Adicionalmente, a cada resultado se le asigna un código único que permite su identificación unívoca dentro del inventario. Este código incorpora, según corresponda, el año de referencia, el nivel de desagregación geográfica, la subcategoría del Árbol de Categorías, el contaminante estimado y las clasificaciones temáticas aplicables.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Cuando se tiene el compilado de los inventarios nacionales y subnacionales, las emisiones de GEI, se expresan en kt CO₂eq, con el uso de los Potenciales de calentamiento global, lo cual permite generar reportes comparables.

Control de calidad del cálculo:


El objetivo de la fase de procesamiento es consolidar, a partir de la información contenida en los formatos B0, B2 y F2 de cada archivo de categoría IPCC, la denominada base de datos SectorCal. Esta base centraliza las operaciones de cálculo de emisiones y absorciones, invocando los valores de datos de actividad (B2) y factores de emisión (F2) de acuerdo con el formato metodológico establecido para cada subcategoría, y aplicando los algoritmos de estimación alineados con las Directrices del IPCC y/o la Guía EMEP/EEA.

La base SectorCal constituye, por tanto, el registro de los resultados de emisiones para cada categoría y, al contener de forma explícita todas las variables involucradas en el cálculo y las fórmulas aplicadas, se convierte en uno de los principales insumos para el control de calidad de esta fase.

El código de QC en lenguaje R aborda la totalidad del archivo de Excel de cada categoría, pero genera dos reportes independientes: uno correspondiente a la fase de acopio y otro relativo a la fase de procesamiento, centrado en la base SectorCal.

Respecto a este último, el reporte incluye los siguientes tipos de verificaciones:

- Pruebas estructurales: evaluación del grado de consolidación y organización de la base de datos conforme a las reglas de estructura definidas para el SectorCal.
- Análisis de tendencia de las emisiones: identificación de variaciones interanuales que presenten comportamientos atípicos en la serie histórica.

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Verificación de la integridad del cálculo: comprobación del uso correcto de todas las variables involucradas en la estimación, confirmando que cada línea de la base SectorCal aplica los factores y datos de actividad correspondientes.
- Comparación con el ciclo anterior: cotejo de los resultados del ciclo actual frente a los del ciclo precedente para cada categoría, con el objeto de identificar cambios abruptos que requieran retroalimentación al equipo técnico correspondiente e indagación sobre sus causas.

Al igual que en la fase de acopio, el control de calidad sobre el SectorCal se ejecuta de manera iterativa sobre cada categoría, las veces que sea necesario, hasta verificar que las bases de datos se encuentran completas, consistentes y correctamente calculadas.

Este control se desarrolla en articulación con el Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI.

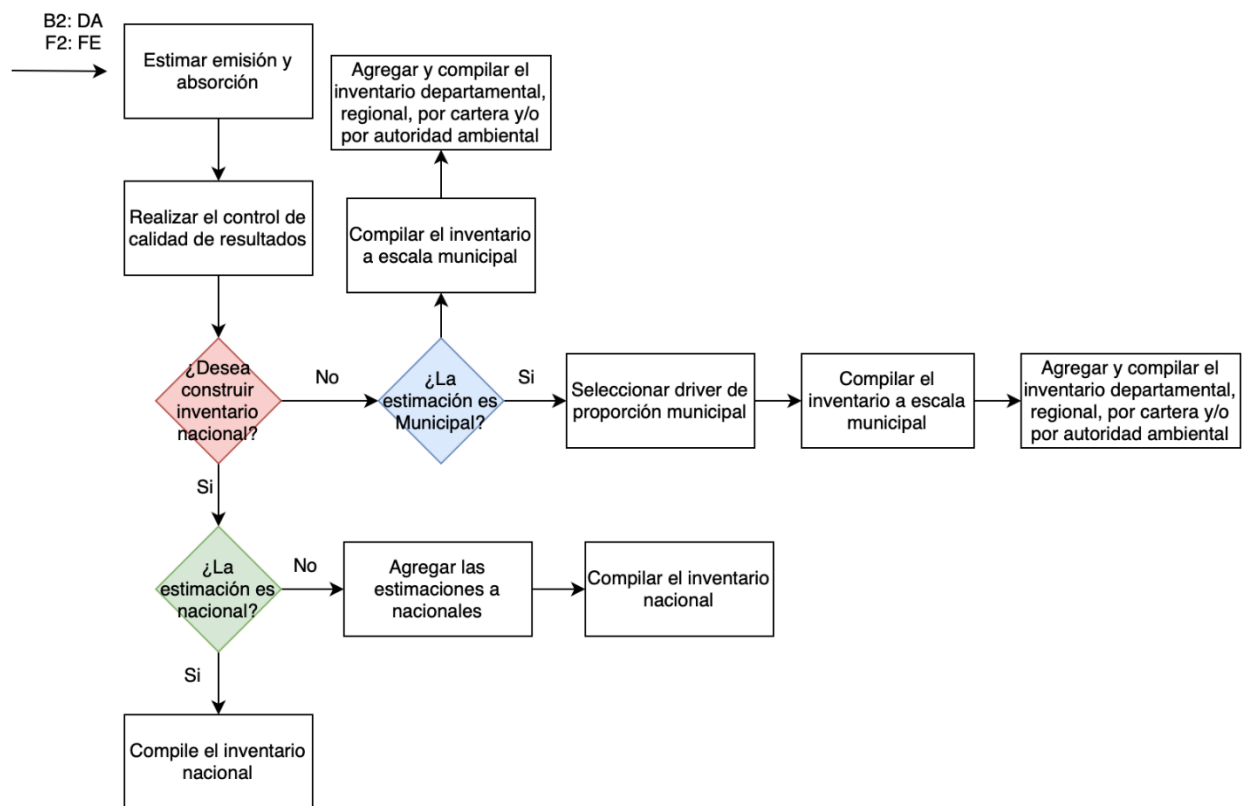
Agregación jerárquica y compilación nacional y subnacional:

Una vez que los resultados de emisiones y absorciones de cada categoría han sido validados mediante el ciclo de QC correspondiente, se procede a la compilación nacional y subnacional del inventario, que constituye la siguiente etapa del proceso.

Para garantizar la consistencia aritmética, se aplican los enfoques espaciales definidos en el diseño temático: cuando se dispone de datos subnacionales, las estimaciones se agregan hacia el total nacional (enfoque Bottom-up); por el contrario, cuando se aplican factores de distribución sobre el agregado país, se desagregan hacia los territorios (enfoque Top-down). En ambos casos se verifica que la sumatoria territorial coincida exactamente con el total nacional.


En la siguiente figura se detalla el proceso de decisión para compilar el inventario nacional o subnacional:

Figura 10. Compilación del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas



Fuente: Propia.2025

Mediante un código en lenguaje R, las bases B0, B2, F2 y SectorCal de las diferentes categorías son consolidadas en una única base de datos maestra. Esta consolidación permite obtener, en primera instancia, el estimado del total de emisiones de GEI, carbono negro y contaminantes criterio a nivel nacional para la serie histórica completa.


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Esta estimación nacional reviste particular importancia dado que las distintas fuentes de información de los diferentes sectores del inventario pueden generar resultados con niveles de desagregación subnacional heterogéneos: mientras algunas categorías permiten estimar emisiones a nivel municipal, otras lo hacen a nivel departamental o regional. Independientemente del nivel de desagregación subnacional de cada categoría, la suma de las emisiones de todas ellas debe producir un estimado nacional consistente. Este es el primer ejercicio de validación que se realiza al momento de la agregación, y se lleva a cabo confrontando el total resultante de la base maestra con los totales individuales previamente validados para cada categoría.

A partir de la base maestra, se genera una primera tabla de resumen que consolida el total de emisiones y absorciones para la serie histórica completa de cada categoría. Este archivo debe ser validado por los profesionales de procesamiento que obtuvieron las cifras para cada categoría de manera individual, garantizando así que la compilación nacional refleje fielmente los resultados aprobados en la fase de categoría. Una vez validada esta tabla, se convierte en el insumo maestro para la construcción de los distintos reportes que el país debe presentar en materia de cambio climático, incluyendo las Comunicaciones Nacionales y los BTR, a partir de los cuales se generan los gráficos y tablas requeridos.

Adicionalmente, se procede a generar las bases de datos con información subnacional de emisiones para el periodo de referencia del inventario. Para aquellas categorías que no fueron estimadas directamente a nivel municipal, se dispone de un formato estandarizado que permite hacer seguimiento al nivel de escala en el que quedó estimada cada categoría y que incorpora un driver espacial específico. Dicho driver actúa únicamente para imputar la emisión total de la categoría a los municipios correspondientes, con base en criterios técnicos de distribución espacial pertinentes a la naturaleza de cada fuente o sumidero.

La estructura de la base de datos final, una vez concluido este proceso para la totalidad de las categorías, permite disponer de información de emisiones a nivel

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

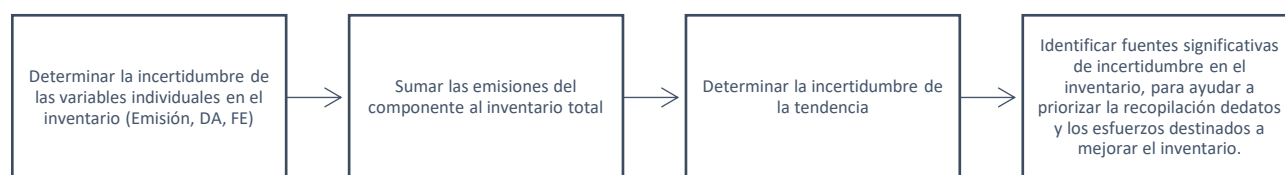
municipal, la cual puede ser posteriormente agregada por departamento, región, cartera ministerial y autoridad ambiental. Para cada una de estas desagregaciones se generan bases de datos resumen y se ejecuta una validación de consistencia que verifica que el total de cada categoría, independientemente del nivel de desagregación subnacional aplicado, corresponde exactamente al total nacional previamente validado, garantizando así la coherencia aritmética de todo el sistema de información.

2.4.1.2 Diseño del procesamiento de la incertidumbre

El procesamiento de la incertidumbre se realiza una vez consolidados y validados los resultados del cálculo de emisiones y absorciones descritos en la sección anterior.

Esta etapa tiene como propósito cuantificar el nivel de incertidumbre asociado a las estimaciones y evaluar su impacto en los resultados agregados del inventario.


Figura 11. Proceso del análisis de incertidumbre



Fuente: Propia.2025

El diseño metodológico para la estimación de la incertidumbre se fundamenta en el Capítulo 3 del Volumen 1 de las Directrices del IPCC y se desarrolla conforme a lo establecido en el Manual de estimación y gestión de la incertidumbre del SINGEI. La estimación se aplica sobre las emisiones/absorciones calculadas, considerando las distribuciones y parámetros previamente definidos para los datos de actividad y factores de emisión.

El método adoptado para la combinación de incertidumbres corresponde al enfoque de propagación de error (Método 1), aplicado en los diferentes niveles de agregación del inventario (subcategoría, categoría, sector y total nacional).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Según el IPCC, una vez determinadas las incertidumbres de las categorías, el factor de emisión o las emisiones para una categoría, se los puede combinar para lograr estimaciones de incertidumbre para todo el inventario en cualquier año, y la incertidumbre de la tendencia del inventario general a través del tiempo. Esto ocurre en dos pasos:

- Paso 1: se usa la ecuación de combinación de incertidumbres por multiplicación (referenciada como Ecuación 3.1 en las Directrices del IPCC) para combinar el FE, DA y otros parámetros por categoría y contaminante:

$$U_{Total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Donde:

U_{Total} : Porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades

U_i : Porcentaje de incertidumbre asociado con cada una de las cantidades

- Paso 2: se usa la ecuación de combinación de incertidumbres por adición y sustracción (referenciada como Ecuación 3.2 en las Directrices del IPCC) para llegar a la incertidumbre general de las emisiones nacionales (la suma de las categorías) y la tendencia de las emisiones entre el año base y el año actual:

$$U_{Total} = \frac{\sqrt{(U_1 \cdot X_1)^2 + (U_2 \cdot X_2)^2 + \dots + (U_n \cdot X_n)^2}}{|X_1 + X_2 + \dots + X_n|}$$


Donde:

U_{Total} : Porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades

X_i : Cantidades inciertas

U_i : Porcentaje de incertidumbre asociado con cada una de las cantidades

Incetidumbre de la tendencia: se estima la incertidumbre de la tendencia por medio de dos sensibilidades (Sensibilidad tipo A y Sensibilidad tipo B), que

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

corresponden a variables intermedias que simplifican el procesamiento. Una vez calculadas las incertidumbres incluidas en el inventario nacional por sensibilidades de tipo A y B, estas se combinan utilizando la ecuación de propagación del error (referenciada como Ecuación 3.1 en las Directrices del IPCC) para obtener la incertidumbre general de la tendencia.

La sensibilidad tipo A corresponde al cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas en el año de base y en el año actual. Es decir, surge de las incertidumbres que afectan igualmente a las emisiones o absorciones del año base y del año actual.

La sensibilidad tipo B el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas solamente en el año actual. Es decir, surge de las incertidumbres que afectan únicamente a las emisiones o absorciones del año actual.

Las incertidumbres que están totalmente correlacionadas con los años se asocian a la sensibilidad tipo A, mientras que las incertidumbres que no se correlacionan con los años se asocian a la sensibilidad tipo B. Por lo anterior, generalmente los FE tienen sensibilidad tipo A mientras que los DA tienen sensibilidad tipo B.

Las Directrices del IPCC establecen un cuadro de cálculo para estimar la incertidumbre de la tendencia por el método 1 (Propagación de error)³, el cual se resume a continuación:

³ Cuadro 3.2 Tomado de: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/1_Volume1/V1_3_Ch3_Uncertainties.pdf


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Figura 12. Cálculo de incertidumbre con el método 1. Propagación de error


CUADRO 3.2 CÁLCULO DE LA INCERTIDUMBRE EN EL MÉTODO 1												
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Categoría del IPCC	Gas	Emisiones o absorciones del año de base	Emisiones o absorciones del año t	Incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre combinada	Contribución a la varianza por categoría en el año t	Sensibilidad del tipo A	Sensibilidad del tipo B	Incertidumbre en la tendencia de las emisiones nacionales introducida por la incertidumbre del factor de emisión / parámetro de estimación	Incertidumbre en la tendencia de emisiones nacionales introducidas por la incertidumbre de los datos de la actividad	Incertidumbre introducida en la tendencia en el total de emisiones nacionales
		Datos de entrada	Datos de entrada	Datos de entrada Nota A	Datos de entrada Nota A	$\sqrt{E^2 + F^2}$	$\frac{(G \cdot D)^2}{(\sum D)^2}$	Nota B	$\frac{D}{\sum C}$	$I \cdot F$ Nota C	$J \cdot E \cdot \sqrt{2}$ Nota D	$K^2 + L^2$
		Equivalente de Gg CO ₂	Equivalente de Gg CO ₂	%	%	%		%	%	%	%	%
P. ej., I.A.1. Energía Industrias Combustible 1	CO ₂											
P. ej., I.A.1. Energía Industrias Combustible 2	CO ₂											
Etc.	...											
Total		$\sum C$	$\sum D$				$\sum H$					$\sum M$
						Porcentaje de incertidumbre del inventario total:	$\sqrt{\sum H}$				Incertidumbre de la tendencia:	$\sqrt{\sum M}$

Fuente: Christophe Frey (2006)

Análisis de sensibilidad en la estimación de la incertidumbre del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas:

El análisis de sensibilidad es una herramienta esencial en la estimación de la incertidumbre de un inventario, ya que permite identificar las variables que más contribuyen a la variabilidad de las emisiones. Este análisis ayuda a priorizar esfuerzos para reducir la incertidumbre y mejorar la confiabilidad de los resultados.

A continuación, se presenta una explicación del análisis de sensibilidad, junto con las ecuaciones clave.

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p align="center">Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- Análisis de sensibilidad: proceso que evalúa cómo cambios en los datos de actividad (DA) y factores de emisión (FE) afectan las estimaciones de emisiones y absorciones.
- Coeficiente de sensibilidad (c_i): mide la tasa de cambio de las emisiones (y) respecto a una variable de entrada (x_i):

$$c_i = \frac{\partial y}{\partial x_i}$$

Contribución a la incertidumbre: cuantifica el impacto de la incertidumbre de una variable en la incertidumbre total de las emisiones. Se calcula multiplicando el coeficiente de sensibilidad por la incertidumbre estándar de la variable ($u(x_i)$):

$$u_i(y) = |c_i| \cdot u(x_i)$$

- Contribución relativa a la incertidumbre: la contribución relativa de cada variable se expresa como un porcentaje de la incertidumbre total.


$$\text{Contribución Relativa} = \left(\frac{u_i(y)}{u_c} \right) \times 100\%$$

Donde:

u_c es la incertidumbre combinada de las emisiones.

La incertidumbre combinada (u_c) se calcula combinando las contribuciones de todas las variables:

$$u_c = \sqrt{\sum_{i=1}^n u_i(y)^2}$$

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

La incertidumbre expandida (U) se obtiene multiplicando la incertidumbre combinada por un factor de cobertura (k):

$$U = k \cdot u_c$$

El resultado final se expresa como un intervalo de confianza:

$$\text{Resultado} = y \pm U$$

La sensibilidad relativa (S_x) mide cómo una pequeña variación en una variable de entrada (X) afecta el resultado del modelo (E). Matemáticamente, se define como:

$$S_x = \frac{\partial E}{\partial X} \cdot \frac{X}{E}$$

Para el modelo $E = DA \cdot FE$, las sensibilidades relativas son:

Sensibilidad respecto a DA:


$$S_{DA} = \frac{\partial E}{\partial DA} \cdot \frac{DA}{E}$$

Substituyendo $\partial D/A \partial E = FE$ y $E = DA \cdot FE$:

$$S_{DA} = FE \cdot \frac{DA}{DA \cdot FE} = 1$$

Sensibilidad respecto a FE:

$$S_{FE} = \frac{\partial E}{\partial FE} \cdot \frac{FE}{E}$$

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Substituyendo $\partial FE/\partial E = DA$ y $E = DA \cdot FE$:

$$S_{FE} = DA \cdot \frac{FE}{DA \cdot FE} = 1$$

La incertidumbre combinada ($u_c(E)$) refleja cómo las incertidumbres individuales de DA y FE contribuyen a la incertidumbre total. Se calcula utilizando la propagación de errores:

$$u_c(E) = E \cdot \sqrt{\left(\frac{u(DA)}{DA}\right)^2 + \left(\frac{u(FE)}{FE}\right)^2}$$

El análisis de sensibilidad permite responder preguntas clave:

¿Qué variable tiene mayor impacto en las emisiones totales?


Si $S_{DA} > S_{FE}$, entonces DA es más influyente.

Si $S_{FE} > S_{DA}$, entonces FE es más influyente.

Método para aplicar la reducción de incertidumbre:

La reducción de la incertidumbre en un inventario es esencial para mejorar la precisión y confiabilidad de las estimaciones de emisiones y absorciones. Hace referencia a las acciones específicas para disminuir la variabilidad en los datos y mejorar la precisión de las estimaciones.

A continuación, se describirá el método cuantitativo para evaluar la reducción de incertidumbre, basado en el análisis de sensibilidad, la mejora de datos y la optimización de metodologías. El enfoque permite cuantificar el impacto de las acciones implementadas y priorizar esfuerzos para maximizar la reducción de incertidumbre.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

La metodología cuantitativa para evaluar la reducción de incertidumbre se basa en los análisis de sensibilidad antes mencionado, posteriormente se:

- Identifican las variables críticas:

Paso 1: ordenar las variables según su contribución relativa a la incertidumbre total.

Paso 2: identificar las variables con mayor impacto en la incertidumbre.

- Implementación de acciones para reducir la incertidumbre:

Mejora de datos: realizar mediciones adicionales para aumentar la precisión de los DA y FE, Utilizar fuentes de datos más confiables y actualizadas.

- Optimización de Metodologías: aplicar metodologías más avanzadas para la estimación de emisiones y/o utilizar modelos matemáticos y herramientas estadísticas para reducir la variabilidad.

- Evaluación Cuantitativa de la Reducción de Incertidumbre

Paso 1: calcular la incertidumbre inicial (u_c) antes de implementar las acciones.

Paso 2: implementar las acciones de reducción de incertidumbre.


Paso 3: calcular la nueva incertidumbre combinada (u'_c) después de las acciones (perturbaciones).

Paso 4: calcular la reducción de incertidumbre (Δu_c):

$$\Delta u_c = u_c - u'_c$$

Paso 5: expresar la reducción de incertidumbre como un porcentaje:

$$\text{Reducción de Incertidumbre} = \left(\frac{\Delta u_c}{u_c} \right) \times 100\%$$

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

El método cuantitativo puede ser aplicado bajo cualquier nivel de agregación del inventario, obteniendo resultados específicos según el nivel evaluado. Por ejemplo, los resultados del método cuantitativo sobre el nivel máximo de desagregación del inventario permiten identificar los datos de actividad o factores de emisión que tienen un mayor peso sobre la incertidumbre. Por otro lado, la aplicación de este método sobre un nivel de agregación mayor, como el de categoría, permite conocer las subcategorías más importantes en términos de incertidumbre.

Análisis de categorías clave:

Este análisis se construye a partir de la descripción metodológica del Capítulo 4, Volumen 1 de las Directrices IPCC. Permite identificar las fuentes y sumideros que tienen una influencia significativa en el inventario total incluyendo o no LULUCF.

En el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas, se contemplan los dos métodos para el análisis de categorías clave por nivel y por tendencia establecidos por el IPCC, con y sin LULUCF.

El método 1, usa un umbral acumulativo para identificar las categorías clave, que corresponden a aquellas que, al sumarse juntas en orden de magnitud descendente, suman el 95% del nivel total. Por otro lado, en el método 2, las categorías se clasifican según su aporte a la incertidumbre.

A continuación, se resumen las aproximaciones metodológicas para cada uno de los métodos:



	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Tabla 7. Método 1 y 2 para estimar categorías clave en el inventario de emisiones y absorciones atmosféricas.

Método	Por nivel	Por tendencia
Método 1	$L_{x,t} = E_{x,t} / \sum_y E_{y,t} $ <p>Donde:</p> <p>L_{x,t}: Evaluación de nivel para la fuente o sumidero x del último año de inventario (t)</p> <p>Ex,t: Valor absoluto de la emisión o absorción de la subcategoría x del año t</p> <p>SE_{y,t}: suma de valores absolutos de emisiones o absorciones del año t</p>	$T_{x,t} = \frac{ E_{x,0} }{\sum_y E_{y,t} } \cdot \left \left[\frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{ E_{x,0} } - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{\sum_y E_{y,0} } \right] \right $ <p>Donde:</p> <p>T_{x,t}: Evaluación de la tendencia de la categoría x fuente o sumidero del año t en comparación con el año base</p> <p> Ex,0 : valor absoluto de la estimación en el año cero de la categoría x</p> <p>Ex,t y Ex,0: valor real de las estimaciones para la categoría x en el año t y el año base</p> <p>SE_{y,t} y SE_{y,0}: Estimaciones totales en el año base y el año t</p>
Método 2	$LU_{x,t} = (L_{x,t} \times U_{x,t}) / \sum_y (L_{y,t} \times U_{y,t})$ <p>Donde:</p> <p>LU_{x,t}: Evaluación de nivel para la categoría x fuente o sumidero del último año de inventario t con incertidumbre</p>	$TU_{x,t} = (T_{x,t} \times U_{x,t})$ <p>Donde:</p> <p>TU_{x,t}: Evaluación de la tendencia de la categoría x fuente o sumidero del último año con incertidumbre</p>

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Método	Por nivel	Por tendencia
	$L_{x,t}$: Se computa con ecuación por nivel del método 1 $U_{x,t}$: Incertidumbre de la categoría x en el año t	$T_{x,t}$: Se computa con ecuación por tendencia del método 1 $U_{x,t}$: Incertidumbre de la categoría x en el año t


Fuente: Propia.2025

2.4.1.3 Diseño del procesamiento de emisiones y absorciones atmosféricas proyectadas

El procesamiento de proyecciones tiene como propósito estimar las emisiones y absorciones futuras a partir de la información histórica del inventario y de los supuestos definidos institucionalmente en el escenario BAU (*Bussines as usual o Escenario tendencial/Continuidad de actividades habituales*). Esta etapa mantiene coherencia metodológica con el cálculo histórico descrito en la sección 2.4.1.1 (Diseño del cálculo de emisiones y absorciones), aplicando las mismas ecuaciones y estructura de registro para los años proyectados.

El diseño de las proyecciones contempla la estimación prospectiva de los datos de actividad mediante métodos definidos según la naturaleza de cada categoría, tales como extrapolaciones estadísticas, tasas de crecimiento, escenarios sectoriales o información proveniente de instrumentos de planificación nacional. La selección del método de proyección se documenta y se fundamenta técnicamente para cada subcategoría en el Manual de procesamiento de proyecciones de emisiones del SINGEI y en la sección 2.3.1 del presente documento.

Una vez estimados los datos de actividad proyectados, estos se integran en la estructura tabular estandarizada del procesamiento, donde se aplican las mismas ecuaciones metodológicas definidas en el Banco de Fórmulas. De esta manera, las emisiones proyectadas se calculan bajo el mismo esquema de parametrización, aplicación de ecuaciones, estandarización y registro utilizado para la serie histórica.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Las emisiones proyectadas se expresan en unidades estándar (kt del contaminante correspondiente) y se someten a controles de coherencia orientados a verificar la consistencia entre la tendencia histórica y el comportamiento proyectado.

2.4.2 Uso y mantenimiento de los datos y/o del software aplicativo empleado (cuando aplique)

Los datos utilizados en la fase de procesamiento corresponden exclusivamente a los insumos consolidados provenientes de la fase de acopio (B2 y F2). Durante el procesamiento no se realizan modificaciones directas a los datos de entrada; cualquier ajuste o corrección identificada debe gestionarse a través de los mecanismos establecidos en la fase de acopio.


Las bases de cálculo generadas en esta fase se almacenan bajo un esquema de control de versiones, permitiendo identificar fecha de generación, responsable y alcance del procesamiento realizado. Esta práctica garantiza la trazabilidad y la reproducibilidad de los resultados.

El mantenimiento de las series históricas se realiza únicamente mediante procesos formales de recálculo, debidamente documentados.

Un recálculo dentro del inventario corresponde a la documentación y justificación de variaciones numéricas en la estimación de emisiones y absorciones atmosféricas entre los ciclos de reporte a nivel nacional o de sector, categoría y subcategoría por contaminante.

Estas variaciones pueden ser causadas por:

- Actualizaciones de fuentes de información para DA y/o FE.
- Actualizaciones de datos de entrada (DA, FE), incluyendo su nivel de desagregación subnacional.
- Actualización del método (tier) de estimación a un nivel superior.
- Actualizaciones de directrices metodológicas
- Reporte de contaminantes adicionales

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Cambios de los potenciales de calentamiento global
- Correcciones de errores técnicos

Por otro lado, como se ha mencionado el procesamiento de emisiones y absorciones se realiza principalmente mediante archivos xls y en un solo caso R. El registro oficial de los resultados se consolida en la estructura tabular estandarizada del inventario "SectorCal".


Las herramientas empleadas no modifican automáticamente las metodologías adoptadas; cualquier actualización metodológica se gestiona a través del Banco de Fórmulas y los manuales técnicos correspondientes.

La administración técnica del software, incluyendo actualizaciones, seguridad y respaldo informático, se gestiona conforme a los lineamientos institucionales de tecnología de la información y no altera el diseño metodológico del procesamiento.

Para garantizar la consistencia, integridad y seguridad de la información durante el procesamiento, se definen los siguientes lineamientos de gestión de datos, validación y documentación técnica:

- Administración del sistema de archivo mediante los lineamientos del Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI, que garantiza la permanencia de la información entre ciclos con una nomenclatura establecida y permisos de acceso de acuerdo con el rol.
- Clasificación y codificación de variables de entrada y salida
- Consolidación, almacenamiento y preservación de bases de datos de entrada, procesamiento y salidas.

Dado el carácter de estadística derivada de la operación, este proceso consiste en la homologación estandarizada de las taxonomías originales de las fuentes secundarias hacia las nomenclaturas oficiales del inventario. Este procedimiento se ejecuta relacionando las actividades (fuentes o sumidero) con el árbol de categorías que, a

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

su vez, se asocia a los diferentes contaminantes y a la desagregación geográfica de acuerdo con la disponibilidad de información.


Diccionario de Datos y Modelo Relacional

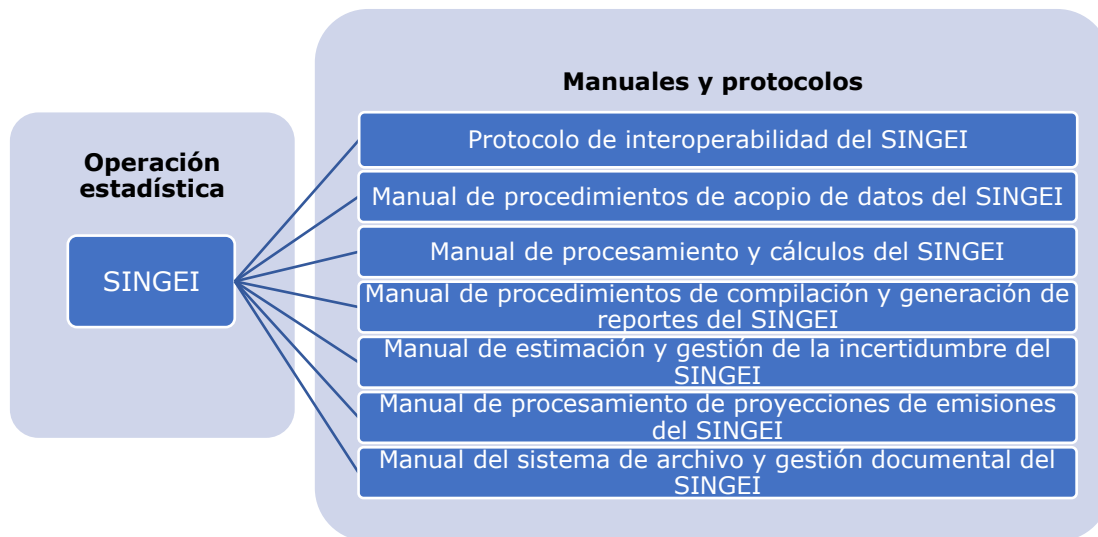
La estructura de almacenamiento se rige por un modelo relacional lógico documentado en el Anexo 4. Estructura y diccionario de datos. Este instrumento define las reglas de integridad para las bases de datos de actividad en crudo (Base B0) y procesadas (Base B2), los factores de emisión y parámetros metodológicos (Base F2), y los resultados del proceso de estimación de emisiones y absorciones (SectorCal). Para garantizar la calidad y validación de la información, el diccionario, específica para cada variable: nombre técnico, descripción, unidades (ej t_j , $t CO_2eq$), fuente de datos y método de cálculo, entre otros.

Documentación técnica y manuales asociados

El sistema cuenta con un conjunto articulado de instrumentos técnicos diseñados para estandarizar los procesos. Estos documentos se alinean con los requerimientos de la operación estadística cubriendo los componentes de captura, validación, usuario y sistema, estructurados de la siguiente manera:

Figura13. Documentos de soporte

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---




Fuente: Propia.2025

a) Manuales de Captura (Proceso de Acopio)

- Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI: detalla los protocolos para la recolección, recepción y pre-validación de las bases de datos de actividad (Base B0) y parámetros. Establece los lineamientos de interacción con las fuentes para garantizar la integridad en la captura de información.

b) Manuales de Usuario (Procesos de Cálculo y Divulgación): estos documentos constituyen la guía operativa para el usuario experto encargado de la estimación:

- Manual de procesamiento y cálculos del SINGEI: define los algoritmos y pasos operativos para la transformación de datos.
- Manual de estimación y gestión de la incertidumbre del SINGEI: establece los métodos estadísticos y metodologías (como la propagación de errores) utilizados para cuantificar la precisión de los resultados del SINGEI.


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Metodologías de proyección: documenta las cuatro metodologías validadas para la proyección de datos de actividad y la estimación de escenarios futuros de emisiones.
 - Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI: describe los procedimientos para la integración final de los resultados, la estructuración de la Base de Salida y la generación de los reportes oficiales de la operación estadística.
- c) Manual de Validación y Consistencia (Transversal)
- Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI: es el documento rector que regula los mecanismos de revisión, validación y verificación (consistencia interna) en todas las fases del ciclo del dato.
- d) Manual del Sistema y Gestión de la Información
- Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI: define la arquitectura de almacenamiento de la operación, estableciendo las reglas de taxonomía de carpetas, codificación de archivos, control de versiones y protocolos de seguridad para el resguardo del acervo histórico y vigente (insumos, scripts y resultados).
 - Mecanismos de Mantenimiento: (Descritos en el apartado de seguridad) Protocolos técnicos para el control de versiones de código y actualización de librerías.


Mecanismos de seguridad, mantenimiento y respaldo

Con el objetivo de asegurar la continuidad operativa, la integridad de los datos históricos y la estabilidad de los algoritmos de cálculo, el sistema implementa un esquema de seguridad y preservación basado en tres pilares fundamentales:

- a) Seguridad y Control de Acceso. Se aplica un modelo de seguridad basado en roles para restringir el acceso y la manipulación de la información sensible:

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- Nivel Administrador: acceso total para la modificación de scripts en R, formatos .xls, actualización de bases de datos y de cálculo y gestión de usuarios. Encargado de administrar los permisos de acceso, edición y consulta de archivos en el repositorio, así como de la gestión y permanencia de su estructura y nomenclatura.
 - Nivel Operador: permisos de actualización, modificación de bases de datos (B0, B2 y F2), ejecución y/o actualización de bases de cálculos o script de cálculos y bases de reportes, sin privilegios para administrar la estructura del repositorio o la gestión de usuarios
 - Nivel Consulta: acceso de solo lectura a las bases de datos, cálculos y reportes (Salida), garantizando la inmutabilidad de las cifras oficiales.
- b) Mantenimiento del Sistema. El sistema de archivo es administrado con base en el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI, cuyo mantenimiento se enfoca en la replicabilidad y permanencia de la información por ciclo de inventario, distribuida en las fases del proceso estadístico. Dicho repositorio es administrado por un único rol quien garantiza la estructura del mismo y los permisos de acceso, edición y consulta de acuerdo con la gestión de usuarios definida.
- c) Políticas de Respaldo (Backup). Siguiendo los lineamientos del *Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI*, se ejecutan copias de seguridad automáticas y manuales para proteger el acervo de información:
- Respaldo de Insumos: copia inalterable de los archivos originales recibidos (B0) para auditoría.
 - Respaldo de Resultados: almacenamiento redundante de las bases de salida correspondientes a cada ciclo de reporte oficial.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Frecuencia: la periodicidad de los respaldos se ajusta a la dinámica de actualización de la operación, asegurando un Punto Objetivo de Recuperación (RPO) que minimice la pérdida de datos ante incidentes.

2.4.3 Diseño y/o determinación de la infraestructura tecnológica necesaria para el procesamiento

El procesamiento de las emisiones y absorciones, la estimación de la incertidumbre y las proyecciones se ejecuta principalmente en formatos xls. Sin embargo, en algunos casos se emplean scripts en R que facilitan la operación y/o verificación de la información consolidada.

La información es almacenada en un espacio compartido (SharePoint de OneDrive) en la nube del IDEAM, cuyo acceso está restringido al equipo SINGEI del Grupo de Cambio Global de la Subdirección de Estudios Ambientales.


Cada miembro del equipo puede acceder, procesar, editar y/o consultar las bases de datos de entrada, cálculos o reportes desde la nube o en la carpeta sincronizada en su equipo de acuerdo con los roles y permisos designados por el administrador del repositorio.

La administración técnica de las herramientas (instalación, actualizaciones, control de accesos y respaldos informáticos) se rige por los lineamientos institucionales de tecnología de la información, sin modificar el diseño metodológico del procesamiento.

2.4.4 Diseño de las herramientas o instrumentos para la generación de cuadros de resultados

La generación de cuadros de resultados se realiza a partir de la base consolidada del inventario producida en la fase de procesamiento, siguiendo estructuras predeterminadas para la presentación de resultados por año, sector, categoría, contaminante y nivel de desagregación territorial (cuando aplique).

Los instrumentos para la conformación de resultados se basan en reglas de agregación jerárquica definidas en el árbol de categorías del inventario, asegurando

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

la coherencia entre desagregaciones subnacionales y agregados nacionales. La estructura tabular estandarizada permite organizar los resultados y generar salidas consistentes para su uso en etapas posteriores de análisis, compilación y reporte.

Como se describe en la sección 2.4.1.1 (Diseño del cálculo de emisiones y absorciones), para la generación de cuadros de salida o resultados o los diferentes tipos de reporte, al obtener los resultados por contaminante y subcategoría, el inventario debe compilarse a escala nacional y/o subnacional conforme la distribución del árbol de categorías con el apoyo de la Tabla de regionalización.

El proceso de compilación a nivel nacional se apoya en el desarrollo de scripts en R. Mientras que la consolidación de información subnacional se realiza siguiendo los enfoques de abajo hacia arriba o arriba hacia abajo, como se ha mencionado con anterioridad.


Para mayor detalle puede consultar el Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI.

2.5 DISEÑO DEL ANÁLISIS

Esta fase describe los métodos y procedimientos estadísticos aplicados a los resultados obtenidos con el fin de interpretar el comportamiento de las emisiones y absorciones, garantizar la coherencia de las series temporales y generar información de valor para la toma de decisiones.

El análisis trasciende el cálculo numérico y se enfoca en la validación técnica de las tendencias y la identificación de factores determinantes.

Así mismo se analiza la incertidumbre de la emisión por subcategoría, categoría, sector y a nivel nacional, identificando la principal causa y las prioridades. Es decir, si los esfuerzos en reducir la incertidumbre se deben focalizar en determinado sector o subcategoría y en la gestión de datos de actividad o factores de emisión.

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

Con la incertidumbre y los resultados de la emisión, se realiza el análisis de categorías clave para identificar las principales fuentes de emisión e incertidumbre. Este análisis permite la toma de decisiones informada en materia de gestión de cambio climático.

2.5.1 Métodos de análisis de resultados

El análisis de los resultados del inventario se enfoca en la validación técnica y el cumplimiento de los principios del inventario. Este proceso se ejecuta mediante la aplicación de enfoques metodológicos complementarios definidos en los manuales operativos del SINGEI, asegurando la alineación con las circunstancias nacionales, la realidad territorial y sectorial y los requisitos de calidad de la NTC PE 1000:2020.


a) Análisis de consistencia de la serie temporal

Se evalúa la coherencia histórica o tendencia de las estimaciones (1990-año de reporte) para identificar cambios abruptos o inconsistencias que no obedezcan a fenómenos reales conocidos.

- Procedimiento: cálculo de la variación interanual porcentual ($\Delta\%$) para cada subcategoría, categoría, sector y/o contaminante. Puede ser entre el primer y el último año reportado en el inventario.
- Criterio de revisión: se establecen umbrales de alerta (por ejemplo, variaciones superiores a $\pm 5\%$ en el sector energía o $\pm 10\%$ en agricultura). Las anomalías detectadas son objeto de revisión documental para descartar errores de captura o procesamiento, conforme a las rutinas de validación automatizada y los criterios definidos en el Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI.

b) Análisis de Coherencia Externa o sectorial


De conformidad con las rutinas de validación establecidas en el Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI y los criterios técnicos del Manual de

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

procesamiento y cálculos del SINGEI, se realiza una contrastación de las tendencias de emisión estimadas frente al comportamiento de indicadores macroeconómicos y sectoriales exógenos.

- Procedimiento: ejecución de cruces de información y análisis de correlación entre las emisiones agregadas y estadísticas oficiales de referencia, tales como:
 - Sector Energía: ejecución del ejercicio de verificación metodológica exigido por las directrices del IPCC, contrastando las emisiones estimadas por el Enfoque Sectorial frente a los resultados del Método de Referencia, utilizando los balances energéticos nacionales de la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME). Adicionalmente, se realiza una contrastación de las tendencias frente a los registros del Sistema de Monitoreo, Reporte y Verificación del sector Minas y Energía (MRVme) y se evalúa la coherencia de las emisiones del subsector transporte frente a las estadísticas de crecimiento del parque automotor (RUNT).
 - Sector IPPU: verificación de tendencias de emisiones industriales frente al comportamiento del PIB sectorial y datos de producción física de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE.
 - Sector AFOLU: contrastación con el inventario pecuario (ICA) y estadísticas de producción agrícola.
 - Sector Residuos: contrastación de las tendencias de generación y disposición frente a los reportes del Sistema Único de Información (SUI) de servicios públicos, los datos de incineración provenientes del Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos del Ideam, y los módulos ambientales de la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) del DANE, según corresponda a las dinámicas de cada subcategoría.

c) Análisis de Consistencia Espacial

	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


Para garantizar la validez lógica de la distribución territorial de las emisiones, se aplican métodos de verificación espacial alineados con el Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI y los estándares estadísticos nacionales.

- Procedimiento: se verifica la correspondencia entre la actividad emisora y la vocación o realidad biofísica del territorio mediante:
 - Triangulación Top-down / Bottom-up: validación de consistencia entre la agregación de inventarios municipales/departamentales (enfoque *Bottom-up*) y las estimaciones nacionales (enfoque *Top-down*), asegurando una correcta asignación jurisdiccional.
 - Validación Geográfica: verificación de la consistencia de las áreas de actividad mediante el uso de capas oficiales (Mapas de Cobertura de la Tierra, Ecosistemas), garantizando que los cambios de uso del suelo reportados sean espacialmente explícitos y coherentes.

d) Análisis de sensibilidad de la incertidumbre

Como mecanismo avanzado de aseguramiento de la calidad, se evalúa la contribución relativa de las variables de entrada (datos de actividad y factores de emisión) a la incertidumbre total del inventario (Emisiones/Absorciones), conforme a lo descrito en el Manual de estimación y gestión de la incertidumbre del SINGEI.

- Procedimiento: mediante la aplicación de las ecuaciones analíticas de sensibilidad relativa (derivadas de la aplicación del Método 1 de propagación de errores), se calcula matemáticamente el impacto individual de la incertidumbre de cada variable sobre la incertidumbre combinada. Este cálculo se sistematiza en las matrices estandarizadas y se apoya en scripts de verificación en R, determinando objetivamente qué parámetros aportan mayor varianza a la estimación final.

 <p>IDEAM</p>	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Objetivo: identificar las variables críticas que requieren mayor precisión, orientando así de manera objetiva los esfuerzos de investigación y asignación de recursos para reducir la incertidumbre en el Plan de Mejoramiento de futuras iteraciones.


e) Análisis de categorías principales (Key Category Analysis - KCA)

Una vez ejecutado el cálculo matemático de jerarquización (metodología de Nivel 1) durante la fase de procesamiento, en esta etapa se realiza la interpretación técnica de los resultados para evaluar las categorías de fuentes y sumideros que ejercen la mayor influencia sobre el nivel absoluto y la tendencia histórica de las emisiones nacionales.

Así mismo se contempla la influencia de la incertidumbre en el análisis de categorías clave con la implementación del método 2.

Se seleccionan como categorías clave aquellas que son priorizadas por los dos métodos (1 y 2) por el análisis de nivel y de tendencia (N1, T1, N2, T2).

- Procedimiento de interpretación: el equipo técnico analiza las matrices de resultados del KCA ejecutando la validación bajo los dos enfoques metodológicos exigidos por las Directrices del IPCC:
 - *Análisis excluyendo LULUCF:* para identificar objetivamente las categorías principales de los sectores Energía, IPPU, Agricultura y Residuos sin el sesgo de magnitud de las tierras.
 - *Análisis incluyendo LULUCF:* para evaluar el impacto real de las remociones y emisiones del uso de la tierra frente al balance nacional consolidado.
- Objetivo y uso de resultados: la identificación de las categorías principales (*Key Categories*) rige la toma de decisiones metodológicas. Se utiliza estratégicamente para estructurar el nivel de detalle en el Informe del

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Inventario Nacional (NID), orientar los esfuerzos de aseguramiento de calidad (QA/QC) y definir taxativamente qué categorías deben ser priorizadas en el Plan de Mejora Continua para transitar hacia niveles metodológicos de mayor complejidad (Nivel 2 o 3).

2.5.2 Anonimización de microdatos y verificación (cuando aplique)

En estricto cumplimiento del principio de confidencialidad y reserva estadística estipulado en la NTC PE 1000:2020 (numeral 6.7.4) y la Ley 1712 de 2014, la operación estadística aplica un protocolo sistemático para la protección de la información sensible. Este protocolo se activa cuando la desagregación de los datos permite la identificación directa o indirecta de informantes individuales, situación prevalente en sectores industriales con estructuras de mercado concentradas.

a) Identificación de Categorías Sensibles


Conforme a la *Guía para la anonimización de bases de datos* del SEN y las directrices del DANE, se debe eliminar el riesgo de identificación de las fuentes a nivel de celda en los cuadros de resultados. Basados en los análisis de mercado y la caracterización de proveedores documentada históricamente en los reportes del inventario, se han identificado sectores con "uno o pocos productores" que resultan críticos para la protección del secreto estadístico. Se han parametrizado taxativamente las siguientes subcategorías:

Sector Energía

- 1.A.2.b Metales no férricos: la información utilizada para la estimación de emisiones en esta subcategoría corresponde a una única empresa informante, por lo que la publicación de resultados desagregados podría permitir la identificación directa de la fuente.

Sector IPPU (Procesos Industriales y Uso de Productos)

- 2.A.1 Producción de cemento: debido a la concentración de la producción en un número reducido de plantas a nivel nacional.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- 2.B.1 Producción de amoníaco y 2.B.2 Producción de ácido nítrico: categorías caracterizadas por la existencia de productores únicos o limitados en el territorio nacional.
- 2.C.2 Producción de ferroaleaciones y 2.C.5 Producción de plomo: sectores diagnosticados con una base de informantes restringida que impide la publicación del dato desagregado.


Sector Residuos

- 5.A Disposición de residuos sólidos: la información asociada a rellenos sanitarios y otros sitios de disposición final puede permitir la identificación indirecta de las fuentes emisoras, dado que la localización de estas instalaciones es pública y el número de operadores es limitado en algunas regiones del país.
- 5.D.1 Tratamiento de aguas residuales domésticas: la información relacionada con plantas de tratamiento de aguas residuales puede permitir la identificación de los operadores responsables cuando los resultados se presentan con un alto nivel de desagregación territorial.

b) Protocolo de Tratamiento (Claves de Notación)

Para las categorías listadas anteriormente, o cualquier otra instancia donde el escaso número de informantes ponga en riesgo la reserva estadística, se aplica el siguiente tratamiento en los productos de difusión (Tablas CRT y Reportes Nacionales):

- Sustitución: el dato de actividad y la emisión calculada se ocultan reemplazando el valor numérico por la clave de notación "C" (Confidencial). Este procedimiento se realiza conforme a las definiciones y directrices establecidas en el Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI y el Manual de procesamiento de proyecciones de emisiones del SINGEI.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Agregación: para garantizar la completitud del balance de emisiones nacionales sin vulnerar la reserva, los valores ocultos se reportan sumados en categorías superiores (agregados a nivel de subsector o total del sector 2). Asimismo, cuando se generen reportes con desagregación subnacional, se verificará que la agrupación a nivel municipal o departamental no permita deducir el dato de una única fuente por supresión territorial. En caso de riesgo, la emisión geográfica se agregará a un nivel administrativo superior, asegurando que el dato individual no pueda ser deducido por diferencia.


c) Mecanismo de Verificación Automatizada

Para mitigar el riesgo de revelación por error humano durante la compilación manual de archivos, se ejecuta un control de seguridad automatizado basado en scripts de auditoría:

- Herramienta: rutina de verificación programada en lenguaje R.
- Procedimiento: durante la fase de Control de Calidad final, el algoritmo lee las matrices de resultados y cruza la identificación de la categoría con el conteo de fuentes primarias.
- Acción: si el script detecta una celda asociada a una categoría sensible (parametrizada como tal) que contenga un valor numérico visible en lugar de la notación "C", genera una excepción de bloqueo en el registro de salida (log), impidiendo la validación del archivo final hasta su corrección.

d) Seguridad de la Información y Custodia

Los microdatos originales y las bases de cálculo desagregadas (sin anonimizar) se custodian en repositorios de sistema de archivos con control de acceso estricto (listas de control de acceso - ACL), separados lógicamente de los directorios de publicación. El acceso a la información primaria desagregada está restringido exclusivamente al personal técnico encargado del cálculo, bajo acuerdos de confidencialidad firmados, garantizando la trazabilidad y seguridad del activo de información.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

2.5.3 Comités de expertos

En cumplimiento del requisito de validación con expertos y como parte integral del Sistema de Control y Aseguramiento de Calidad (QA/QC) del SINGEI, el análisis de resultados se somete a una verificación técnica formal antes de su liberación oficial. Este proceso no es discrecional, sino que corresponde a la Etapa 4 (Validación) del ciclo del inventario definida en los manuales operativos.

a) Mesas de Validación Técnica Sectorial


Se instituyen las Mesas de Validación como la instancia formal de interacción entre el equipo técnico del SINGEI (Líder de Inventario y Profesionales Sectoriales) y los proveedores de información o gremios especializados (Minas y Energía, Agricultura, Transporte, Vivienda, Comercio).

- **Objetivo:** estas mesas tienen por objeto llevar a cabo el proceso de validación técnica sectorial, enfocado en confirmar la "razonabilidad técnica" de las tendencias observadas y asegurar que las variaciones interanuales calculadas sean consistentes con las coyunturas económicas, políticas o tecnológicas del sector.
- **Procedimiento:** conforme al Manual de procesamiento de proyecciones de emisiones del SINGEI y los protocolos de relacionamiento del Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI, se presentan los resultados preliminares a los expertos sectoriales para discutir y justificar desviaciones significativas antes de la compilación final.

b) Revisión por Pares

Como mecanismo de Aseguramiento de Calidad (QA), se habilita la revisión por pares externos o expertos temáticos independientes al equipo de cálculo.

- **Alcance:** verificación de la consistencia metodológica, la correcta aplicación de las Directrices del IPCC y la robustez de los supuestos utilizados en categorías clave.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

c) Productos de Salida y Evidencia (Trazabilidad)


Para garantizar la auditoría del proceso de validación, cada ciclo de revisión debe generar y archivar los siguientes soportes documentales, exigidos por el protocolo de QA/QC:

- Actas de Validación de Resultados: documento formal donde consta la conformidad del sector o gremio con la razonabilidad de las cifras estimadas.
- Matriz de Retroalimentación Sectorial: formato estructurado (derivado del proceso de validación técnica sectorial) donde se consignan:
 - Las observaciones técnicas realizadas por los expertos.
 - Las justificaciones de las variaciones interanuales (ej. paradas de planta, fenómenos climáticos, cambios tecnológicos).
 - Las acciones de ajuste implementadas por el equipo del SINGEI en respuesta a dicha retroalimentación.

El archivo de estos soportes en el sistema de gestión documental constituye el requisito indispensable para el cierre de la fase de análisis y la autorización para la publicación de las cifras oficiales. Estos entregables (Actas firmadas y Matrices) deben ser radicados oficializados mediante el sistema Orfeo y custodiados bajo estricto control de versiones en la carpeta designada para la fase de análisis (6_ANL) del repositorio estructurado, garantizando la integridad de la auditoría del proceso de validación.

2.6 DISEÑO DE LA DIFUSIÓN Y COMUNICACIÓN

Esta fase define los mecanismos estandarizados para la disposición, acceso y uso de los resultados estadísticos, garantizando el cumplimiento de los principios de transparencia, neutralidad y accesibilidad exigidos por la NTC PE 1000:2020 y la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública (Ley 1712 de 2014).

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


2.6.1 Diseño de los sistemas de salida

De acuerdo con la arquitectura transitoria de la operación, las actividades para ensamblar, dar formato y disponer la información estadística se estructuran de la siguiente manera para responder a las necesidades de los distintos grupos de interés y delimitar estrictamente el alcance de los resultados:

a) Ensamblaje y formato de datos y metadatos

- Microdatos anonimizados y datos agregados: los resultados provenientes de las matrices de cálculo (SectorCal) se ensamblan en cuadros de salida estandarizados. Los datos agregados (totales nacionales, sectoriales y subnacionales) y los microdatos (previamente sometidos al protocolo de anonimización y secreto estadístico) se formatean en hojas de cálculo planas (.xlsx) y archivos delimitados por comas (CSV). Adicionalmente, los datos del inventario se ensamblan en formato JSON o xls a través de la plataforma *ETF Reporting Tool* de la CMNUCC para generar las Tablas CRT.
- Metadatos e instrucciones de lectura: para garantizar la correcta interpretación y uso de la información, cada conjunto de datos (*dataset*) se acompaña de:
 - Diccionario de Datos (Anexo 4. Estructura y diccionario de bases de datos): define las variables, unidades de medida (ej. *kt CO₂eq* y clasificaciones utilizadas.
 - Ficha Metodológica: documento estandarizado del SEN que resume las características técnicas de la operación.
 - Notas explicativas e instrucciones: inclusión de guías de lectura dentro del Informe del Inventario Nacional (NID) y metadatos en los portales web para asesorar al usuario sobre el alcance, las limitaciones (claves de notación) y la correcta interpretación de las emisiones netas y brutas.

b) Lugar de almacenamiento

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- Almacenamiento interno (Custodia): las bases de salida oficiales (archivos maestros) se almacenan de forma segura en el repositorio institucional en la nube del IDEAM (Microsoft SharePoint / OneDrive), específicamente en la carpeta designada para la fase de difusión (7_DIF).
- Almacenamiento externo (Publicación): los archivos de acceso público se alojan en los servidores web del IDEAM y en la infraestructura en la nube del portal gubernamental de Datos Abiertos (MinTIC).

c) Canales y medios de entrega


La entrega de la información estadística se realiza a través de medios digitales de acceso público y gratuito:

- Medio interactivo: visor o tablero de control (*dashboard*) en Microsoft Power BI para exploración dinámica por parte de tomadores de decisiones.
- Medios de descarga directa: portal Web del IDEAM (informes técnicos en PDF) y Portal de Datos Abiertos www.datos.gov.co (descarga de *datasets* en formatos abiertos e interoperables).
- Canales institucionales: remisión oficial de los reportes del inventario (NID y CRT) al Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC) y a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

d) Mecanismos para su mantenimiento y actualización

El mantenimiento de los sistemas de salida se rige por el ciclo de la operación estadística:

- Actualización de datos: los repositorios públicos y visores interactivos se actualizan de manera programada cada dos años. Esta periodicidad se

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

sincroniza con los ciclos de reporte internacional para garantizar la entrega oportuna de las cifras oficiales.

- **Mantenimiento y corrección:** en caso de recálculos por mejoras metodológicas o corrección de errores, se ejecuta el reemplazo de los archivos en los servidores web acompañado de una "Nota de Errata" visible. Los archivos históricos internos no se sobrescriben; se mantienen bajo un control de versiones numérico (V01, V02) en el repositorio institucional para garantizar la trazabilidad forense de las cifras previamente publicadas.

2.6.2 Productos de difusión

En total coherencia con el alcance definido en el diseño temático y con los tiempos estipulados en el *Calendario de difusión de la operación* vigente para cada ciclo, los productos de difusión directos generados por el SINGEI se estructuran en las siguientes categorías:


a) Reportes técnicos oficiales (internacionales y mandatorios):

- **Informe del inventario nacional (NID):** documento técnico exhaustivo que describe las metodologías, datos de actividad, supuestos, análisis de incertidumbre y resultados del inventario. (Canal de difusión: portal web Ideam).
- **Tablas CRT:** archivos tabulares estandarizados bajo el formato exigido por el Acuerdo de París para facilitar el balance global y la comparabilidad internacional. (Canal de difusión: portal web Ideam).

b) Informes analíticos subnacionales:

- **Informe del inventario subnacional:** documento analítico que desglosa las emisiones y absorciones por división político-administrativa territorial. (Canal de difusión: portal de Datos Abiertos).

c) Productos divulgativos, de consulta e indicadores:

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

- **Herramientas de visualización (visor interactivo):** disposición de tableros de control paramétricos que permiten la exploración dinámica de las cifras. Se publican dos versiones: visualización nacional y visualización subnacional. (Canal de difusión: portal web Ideam).
- **Indicadores ambientales:** publicación de dos métricas clave oficializadas: 1) Emisiones brutas y netas nacional de GEI y 2) Emisiones brutas y netas de GEI per cápita. (Canal de difusión: plataforma ArcGIS - Sistema de indicadores).


d) Conjuntos de datos abiertos (microdatos y series históricas):

Para garantizar la máxima transparencia y el escrutinio técnico, se liberan cinco (5) conjuntos de datos estructurados en formato plano a través del Portal de Datos Abiertos del Estado colombiano (www.datos.gov.co), abarcando la última línea de tiempo disponible:

- **Datos de actividad** del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas.
- **Factores de emisión** del inventario nacional de emisiones y absorciones atmosféricas.
- **Series históricas del inventario nacional** de gases de efecto invernadero.
- **Series históricas del inventario departamental** de gases de efecto invernadero.
- **Series históricas del inventario de contaminantes** criterio y carbono negro departamental.

2.6.3 Canales y calendario de difusión

La publicación de resultados se rige estrictamente por el *Calendario de difusión de la operación estadística*, el cual se actualiza para cada ciclo iterativo. Este instrumento oficial se publica de manera anticipada en el portal web del IDEAM, informando a los usuarios la fecha prevista de liberación de los distintos productos y garantizando el

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

cumplimiento de los lineamientos de oportunidad y puntualidad exigidos por el Sistema Estadístico Nacional (SEN).


En concordancia con los cuadros de salida definidos en la sección anterior, la estrategia de entrega utiliza una arquitectura de canales diferenciada según el perfil del usuario y el propósito de la información:

- **Portal web del Ideam:** funciona como el canal institucional primario para la consulta directa de los reportes técnicos oficiales y el acceso a los visores interactivos por parte de tomadores de decisiones y público general.
- **Portal de Datos Abiertos (www.datos.gov.co):** constituye el punto de acceso centralizado para la descarga masiva de conjuntos de datos y series históricas, promoviendo el escrutinio técnico, la transparencia y la reutilización de los microdatos por parte de investigadores y la academia.
- **Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático (SNICC):** opera como el nodo oficial de integración temática. A través de este canal, los resultados de la operación estadística se articulan con los demás instrumentos de política climática del país (como el seguimiento a las NDC y los sistemas MRV), dando cumplimiento a los mandatos de la Ley 1931 de 2018.

2.6.4 Política de correcciones y manejo de errores

En caso de detectarse errores aritméticos, de transcripción o inconsistencias metodológicas posteriores a la publicación oficial, se aplicará el siguiente protocolo de transparencia:

- **Corrección:** se generará una nueva versión del conjunto de datos o informe.
- **Comunicación:** se publicará una "Nota de Errata" visible en el repositorio, detallando la naturaleza del error, la corrección realizada y la fecha de actualización, garantizando que los usuarios siempre tengan claridad sobre la versión vigente de la información.

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


2.7 DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN Y FLUJOS DE TRABAJO

Esta fase describe la arquitectura operativa y la secuencia lógica de actividades que transforman los datos administrativos de entrada en resultados estadísticos. El sistema garantiza la trazabilidad y la integridad de la serie histórica mediante una estricta gestión documental en la nube institucional, alineada con la NTC PE 1000:2020 y el estándar de fases del proceso estadístico.


2.7.1 Flujo de trabajo secuencial

El proceso de producción se ejecuta mediante un flujo estandarizado de transformación de archivos, alineado con las etapas de gestión de información descritas en las secciones de Acopio (2.3) y Procesamiento (2.4), y controlado por la ubicación del dato en la estructura de carpetas definida en el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI:

- Fase de Acopio (Pre-procesamiento):
 - Entrada: recepción de archivos crudos provenientes de fuentes oficiales y recopilación de parámetros técnicos.
 - Acción:
 - Datos de Actividad (DA): el profesional de acopio clasifica el archivo original en la carpeta de Recolección (4_REC), realiza la normalización en la plantilla estándar "B0" y, tras ejecutar las rutinas de validación inicial de estructura y consistencia, genera la base depurada "B2".
 - Factores de Emisión (FE): simultáneamente, se consolidan y validan los factores de emisión y parámetros de conversión en los archivos maestros "F2", asegurando su consistencia metodológica antes del cálculo.

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Hito de Control: los insumos validados (B0, B2 y F2) se almacenan en sus respectivas rutas dentro de la fase de Recolección (4_REC), convirtiéndose en los datos base inmutables para el procesamiento.
- Fase de procesamiento (Procesamiento Central):
 - Herramienta: estructuración tabular en hojas de cálculo maestras (Microsoft Excel) complementadas con ejecución de scripts en lenguaje R para rutinas especializadas.
 - Acción: las matrices de cálculo leen los datos de actividad depurados (B2) y los factores de emisión (F2) desde el repositorio. Se aplican las ecuaciones metodológicas del IPCC ($E = DA \times FE$) mediante el Banco de Fórmulas. Paralelamente, se ejecutan las simulaciones de incertidumbre y las validaciones algorítmicas en el entorno especializado de R.
 - Salida: generación de las matrices de emisión consolidadas (SectorCal) y bancos de fórmulas (BN_FOR), almacenados exclusivamente en la carpeta de la fase de procesamiento (5_PRO).
 - Ciclo de retroceso (excepciones): si durante la ejecución de las validaciones de consistencia en las matrices de Excel o mediante los scripts de auditoría en R se detectan anomalías estructurales no identificadas en la etapa de acopio (ej. saltos de tendencia atípicos o fallas de formato), el flujo de trabajo se detiene temporalmente para esa subcategoría. El archivo es devuelto lógicamente a la fase de acopio para su rectificación con la fuente (reingresando como una nueva versión incremental, ej. V02), garantizando que los errores no se propaguen hacia la fase de análisis.
- Fase de Compilación y Validación (Post-procesamiento):
 - Acción: agregación de resultados sectoriales, conversión a CO_2eq y verificación de consistencia.


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

- Salida Final: los archivos planos y estructurados para el reporte oficial (tablas CRT e insumos cuantitativos para el NID) se depositan en la carpeta de la fase de difusión (7_DIF), listos para su publicación y envío institucional.

2.7.2 Infraestructura Tecnológica y Arquitectura de Información

El sistema de producción se sustenta en una arquitectura de repositorio de archivos en la nube soportada por la plataforma institucional Microsoft OneDrive / SharePoint del Ideam. De conformidad con el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI, la taxonomía de carpetas es obligatoria y replica las fases del proceso estadístico para garantizar la auditoría y la integridad de los datos:

- Estructura del Repositorio (Taxonomía Oficial): el directorio raíz se codifica según el ciclo de actualización de la operación estadística, conteniendo la siguiente estructura anidada que organiza los insumos y productos descritos en el flujo de trabajo:
 - 1_DAN: Detección y Análisis de necesidades.
 - 2_DSO: Diseño (metodologías y planeación).
 - 3_CON: Construcción (instrumentos, formatos y scripts).
 - *Contiene:* los códigos fuente en Lenguaje R y las plantillas maestras.
 - 4_ACO: Acopio (zona de insumos):
 - 4.3_B0: bases de datos crudas estandarizadas (inmutables).
 - 4.4_B2: bases de datos procesadas y depuradas (Listas para cálculo).
 - 4.5_F2: factores de Emisión y parámetros de conversión (Validados).


 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- 5_PRO: Procesamiento (zona de cálculos):
 - 5.3_PRO: matrices de cálculo sectorial (SectorCal) y consolidación.
 - *Contiene:* banco de Fórmulas (BN_FOR) y los archivos o bitácoras de control de versiones del cálculo.
- 6_ANL: Análisis de consistencia y tendencias.
- 7_DIF: Difusión (zona de resultados):
 - 7.3_PUB: publicaciones y reportes finales (NID, CRT) en formatos no editables.
- 8_EVA: Evaluación del ciclo.
- Herramientas de Procesamiento:
 - Estructuración principal: Microsoft Excel (con complementos de Power Query) como motor principal para la sistematización tabular del cálculo, la normalización de insumos B0/B2 y la gestión de factores F2.
 - Entorno especializado: entorno de programación R (v.4.x o superior) para la ejecución de rutinas específicas, alojados en 3_CON.
 - Infraestructura: plataforma Office 365 (OneDrive) gestionada por el área de TI, con control de acceso basado en cuentas institucionales.

2.7.3 Gestión de la configuración y seguridad

Para asegurar la continuidad operativa, la identificación única y la protección de la información, se aplican los siguientes controles estrictos definidos en el Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI:

- Codificación de archivos (Nomenclatura): se aplica la estructura estandarizada definida, la cual prioriza la identificación de la Fase y el Tipo de documento para garantizar uniformidad. La sintaxis obligatoria es:


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

[FASE]_[TIPO]_[SECTOR]_[SUBCATEGORIA]_[VERSION] *(Ejemplo: 5_PRO_MAT_ENE_1A1_V01.xlsx)*. Esto permite identificar el contenido del archivo y su etapa en el ciclo estadístico independientemente de su ubicación.

- Control de versiones (incremental): el sistema no utiliza diferenciación por nombre entre borradores y oficiales (ej. "final", "definitivo"). Se aplica un control de versión incremental numérico (V01, V02, V03... Vnn).
 - Regla de vigencia: la versión oficial o vigente corresponde estrictamente al archivo con el consecutivo numérico más alto alojado en la carpeta correspondiente. Cada nueva versión reemplaza la vigencia de la anterior, manteniendo el histórico para trazabilidad.
- Seguridad y control de acceso:
 - Autenticación: el acceso al repositorio se realiza exclusivamente mediante cuentas institucionales del Ideam (Single Sign-On), gestionadas por la oficina de Informática.
 - Permisos: la seguridad se gestiona a través de los grupos de usuarios de la plataforma Office 365/OneDrive. El acceso a las carpetas críticas de Acopio (4_ACO) y Procesamiento (5_PRO) está restringido con permisos de edición exclusivamente para el equipo técnico del SINGEI.
 - Integridad (Política Administrativa): dado que la plataforma Office 365 (OneDrive) permite la edición colaborativa, se establece como lineamiento administrativo de obligatorio cumplimiento la prohibición de eliminar archivos o sobrescribir versiones anteriores. Toda actualización debe guardarse como una nueva versión incremental (V+1), garantizando la preservación de la evidencia forense del proceso.

2.7.4 Cronograma y Actores

El SINGEI cuenta con un plan de actividades detallado para cada una de las fases de su operación, así como el presupuesto asociado con estas actividades y su


	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

cronograma de ejecución. Este se detalla en el formato *GCI-F002 Plan de actividades, cronograma y presupuesto para la operación estadística "Estadísticas del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas"*.


La operación requiere la participación de diferentes actores bajo un esquema de gobernanza claro:

Tabla 8. Actores involucrados en cada etapa del SINGEI


Fase	Actividades	Actores
DETECCIÓN Y ANÁLISIS DE NECESIDADES	Identificar mejoras a realizar en el nuevo ciclo.	Internos y Externos
	Realizar reuniones con los proveedores de información.	Ideam, proveedores de información
DISEÑO	Seleccionar métodos y fuentes de datos según las mejoras a implementar en el nuevo ciclo del SINGEI.	Ideam
	Definir plan de trabajo según las mejoras propuestas en los planes de mejora.	Ideam
	Revisar y alistar los instrumentos.	Ideam
CONSTRUCCIÓN	Elaborar herramientas, plantillas y lineamientos para el desarrollo de todas las fases siguientes.	Ideam
	Elaborar instrumentos: protocolos, hojas de cálculo, controles de calidad, sistema de archivo, etc.	Ideam
	Generar reunión de inicio.	Ideam
	Realizar la comunicación oficial para la solicitud información (Envío de formato, aplicación de <i>Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI</i>)	Ideam

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fase	Actividades	Actores
ACOPIO DE INFORMACIÓN	Diligenciar y enviar el formato con los datos por parte de cada entidad	Proveedores de información
	Consolidar primera base de datos de actividad (bases de datos B0), revisar rango de incertidumbre y procesamiento de datos.	Ideam
	Primer control de calidad (solicitud de aclaraciones y ajuste)	Ideam, Proveedores de información
	Seleccionar los factores de emisión e incertidumbre asociada.	Ideam
	Definir la incertidumbre de los datos de actividad y factores de emisión, por sector.	Ideam
	Realizar talleres bilaterales sectoriales de socialización de metodologías y datos a emplear.	Ideam, Proveedor es de información
	PROCESAMIENT O	Calcular emisiones y realizar ajustes de la serie.
Realizar control de calidad de resultados generados y ajustes si se requiere.		Ideam
Elaborar el aseguramiento de calidad con expertos externos internacionales y sectoriales y realización de ajustes aplicables al inventario actual		TERT, Usuario Analista u otro
Generar tablas de reporte de emisiones atmosféricas por sector (resultados preliminares)		Ideam
Generar la primera versión del reporte sectorial (NID sectorial)		Ideam

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fase	Actividades	Actores
	Consolidar y validar las incertidumbres de los datos de actividad y factores de emisión por sector.	Ideam
ANÁLISIS	Socializar los resultados por sector con actores sectoriales para validación de resultados.	Ideam
	Realizar control de calidad a los resultados generales (de la serie y de todo el inventario).	Ideam
	Calcular la incertidumbre del inventario por sector y total.	Ideam
	Estimar y definir categorías clave.	Ideam
	Realizar talleres de socialización de resultados finales y totales con las diferentes entidades y público en general.	Ideam, Proveedor de información
	Generar tablas por reporte de resultados finales por sector (si se requiere ajuste luego del primer control de calidad y de la validación de resultados con sectores).	Ideam
	Generar reporte final del inventario por sector.	Ideam
DIFUSIÓN	Generar tabla de reporte total de resultados.	Ideam
	Elaborar NID para la CMNUCC.	Ideam
	Realizar escritura final del NID compilado.	Ideam
	Realizar aseguramiento de calidad con expertos.	
	Elaborar otras publicaciones.	Ideam
	Editar, diagramar e imprimir publicaciones (digital y física).	Ideam
	Compartir tablas CRT dispuestas por la CMNUCC.	Ideam
	Enviar a la CMNUCC el NID.	Ideam
	realizar evento de socialización nacional.	

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


Fase	Actividades	Actores
	Realizar talleres de socialización de resultados finales y totales	Ideam
EVALUACIÓN Y MEJORAS	Incluir mejoras en el inventario actual según comentarios de las socializaciones sectoriales	Ideam
	Actualizar documento de plan de mejora según comentarios revisores externos y alcances logrados en el inventario actual.	Ideam

Fuente: Propia.2025


Las actividades se alinean con las fases del Modelo Genérico del Proceso Estadístico (GSBPM/MEGEP), reflejadas fielmente en la estructura de carpetas:

Tabla 9. Procesos y actividades alineados con las fases de la operación estadística


Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
0. Requisitos generales	NTC PE 1000	-Definir responsabilidades de la alta dirección -Establecer lineamientos y requisitos del IDEAM -Implementar medidas de Confidencialidad y protección de	-Plan del ciclo del inventario -Plan de implementación y ejecución de la OE -Definición del alcance y objetivos	-Unidad coordinadora -Profesional Operación Estadística

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
		la información -Definir el Personal involucrado, Mapa de actores y roles -Identificar y gestionar los riesgos de la OE. -Planear, hacer seguimiento y medir el proceso estadístico del SINGEI		
1. Detección y análisis de necesidades	-Actores internos -Actores externos -Marco normativo	-Planificar el ciclo del inventario -Identificar actores internos y externos -Identificar y priorizar necesidades de información de cada actor	Mapa de actores, roles y necesidades -Plan general	-Profesionales diseño, construcción y acopio -Unidad coordinadora -Profesional Operación Estadística

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
2. Diseño	NTC PE 1000	-Elaborar el documento metodológico, ficha metodológica y plan general -Diseñar las fases de la OE -Diseñar manuales, procedimientos y formatos -Identificar fuentes de datos -Diseñar el plan de pruebas de los scripts y herramientas.	-Documento metodológico -Ficha metodológica -Manuales, - -Formatos, - Procedimientos	-Profesionales diseño, construcción y acopio -Unidad coordinadora -Profesional Operación Estadística
3. Construcción	Plan de pruebas	-Construir el set de pruebas a ejecutar -Ejecutar pruebas de funcionamiento y consistencia de los scripts -Registrar incidencias y	-Informe de pruebas ejecutadas -Plan de mejora -Herramientas validadas	-Profesionales diseño, construcción y acopio -Unidad coordinadora -Profesional Operación Estadística

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
		oportunidades de mejora - Configurar y validar plantillas maestras (Excel) y scripts especializados ®.		
4. Recolección o acopio	Datos disponibles en los proveedores de datos	-Identificar necesidades de información para el inventario -Solicitar y acopiar información de entrada -Consolidar y codificar la información de entrada (B0, B2, F2) -Verificar la integridad y consistencia de la información acopiada -Almacenar la información en	Datos de entrada recolectados (B0, B2, F2)	-Profesionales diseño, construcción y acopio -Profesional Operación Estadística

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
		el repositorio estructurado		
5. Procesamiento	Datos de entrada recolectados (B0, B2, F2)	-Ejecutar cálculos por subcategoría, categoría y sector (Emisiones, incertidumbre, emisiones proyectadas, categorías clave, indicadores) -Clasificar y codificar la información -Ejecutar controles de calidad de los datos -Ejecutar acciones de aseguramiento de calidad de los datos -Consolidar y	-Bases de cálculo de emisiones (SectorCal) -Registros de QC-AC -Bases de cálculo de incertidumbre -Reporte de categorías clave	-Profesionales de procesamiento, análisis y difusión -Profesional Operación Estadística

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
		almacenar la información		
6. Análisis	-Bases de cálculo de emisiones (SectorCal) -Registros de QC-AC -Bases de cálculo de incertidumbre -Reporte de categorías clave	-Analizar tendencias de emisiones -Analizar resultados de incertidumbre -Analizar categorías clave -Analizar emisiones proyectadas -Analizar indicadores -Socializar y validar resultados con sectores	- Interpretación de resultados obtenidos -Formatos gráficos y tabulares -Insumos para construcción de informes	-Profesionales procesamiento, análisis y difusión -Profesional Operación Estadística
7. Difusión	- Interpretación de resultados obtenidos -Formatos	- Construir bases de reporte y conjuntos de datos abiertos. -Actualizar tableros de	Indicadores, reportes nacionales e internacionales	-Profesionales procesamiento, análisis y difusión -Profesional

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Fase	Entrada	Actividad	Salida	Responsable
	gráficos y tabulares -Insumos para construcción de informes	control y visualizaciones - Estructurar reportes oficiales (NID, Tablas CRT).		Operación Estadística
8. Evaluación	Evidencias	-Ejecutar auditorías internas -Elaborar plan de mejora del inventario y la OE - Atender la revisión del grupo de expertos de la CMNUCC.	-Resultados de evaluación de auditoría interna -Plan de mejora -Informe TERT	-Todo el Equipo -Unidad Coordinadora -Profesional Operación Estadística

Fuente: Propia.2025

2.8 DISEÑO DE LAS PRUEBAS

Para garantizar la fiabilidad de los resultados antes de su ejecución oficial, se implementa un plan de pruebas sobre los instrumentos de estructuración de datos, las matrices de cálculo, los algoritmos de validación en lenguaje R y los productos finales, de conformidad con los requisitos de diseño de la NTC PE 1000:2020.

Pruebas de escritorio (validación de algoritmos)

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


- Objetivo: asegurar que las matrices de cálculo (SectorCal) y los scripts replican con exactitud las fórmulas metodológicas definidas por el IPCC.
- Método: aplicación de la técnica de "cálculo paralelo". Se selecciona una muestra aleatoria de subcategorías y se realiza el cálculo manual paso a paso en una hoja de control independiente. El resultado se compara con la salida automática del script.
- Criterio de aceptación: discrepancia igual a cero, admitiendo únicamente diferencias infinitesimales atribuibles al redondeo de decimales en coma flotante.

Pruebas de integridad de datos (balances)

- Objetivo: verificar que no exista pérdida de información ni duplicidad durante los procesos de agregación y desagregación sectorial y territorial.
- Método: ejecución de rutinas de "balance de masas" en los scripts. Se verifica que la suma de las emisiones departamentales o municipales coincida exactamente con el total nacional calculado (consistencia Bottom-Up vs. Top-Down). Asimismo, se valida la consistencia aritmética entre la suma de gases individuales y el total agregado de CO_2eq .

Pruebas de estrés y robustez

- Objetivo: evaluar el comportamiento de las rutinas de procesamiento ante datos anómalos o formatos inesperados en las bases de entrada procesadas (B2).
- Método: inyección controlada de errores en los archivos de entrada de prueba (por ejemplo, caracteres de texto en campos numéricos, valores negativos no permitidos, celdas vacías no justificadas).
- Resultado esperado: los scripts en R deben detectar la anomalía mediante reglas lógicas, detener el procesamiento y generar un reporte de error (*log*)

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

identificando la ubicación precisa de la falla (fila/columna), evitando la generación de un resultado estadístico corrupto.


Pruebas de los instrumentos de normalización interna (Plantillas B0)

- **Objetivo:** garantizar la funcionalidad de las plantillas estandarizadas (B0) y mitigar el riesgo de errores de transcripción u homologación por parte del equipo de acopio al procesar la información heterogénea remitida por las entidades proveedoras.
- **Método:** simulación de estructuración de datos. El equipo técnico introduce intencionalmente tipologías de datos erróneas (ej. unidades de medida incorrectas, separadores de miles/decimales erróneos, categorías inexistentes) derivadas de los formatos libres enviados por los proveedores, para comprobar la activación de las restricciones de validación de datos en el archivo Excel (listas desplegadas cerradas, bloqueos de celdas, formato condicional).
- **Criterio de aceptación:** la plantilla B0 debe restringir la entrada de datos con formatos inválidos y alertar al profesional de acopio, asegurando una consolidación limpia y estandarizada hacia la base depurada (B2).

Ciclo de ejecución de pruebas y gestión de incidencias

El ciclo de pruebas de los instrumentos y algoritmos se ejecuta en un entorno de desarrollo aislado del repositorio oficial de producción, siguiendo estos pasos estandarizados:

- **Definición y Diseño:** determinación de responsables temáticos (por sector IPCC) y diseño de los casos de prueba teóricos.
- **Ejecución:** corrida de los scripts en R y pruebas de estrés en las plantillas de Excel con datos simulados.
- **Reporte:** registro de las incidencias lógicas, aritméticas o vulnerabilidades de formato detectadas. Esta bitácora o registro de control de calidad (QC) debe

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

ser custodiada como evidencia en la carpeta de la fase respectiva (3_CON - Construcción) del repositorio institucional estructurado.


- Resolución: ajuste de las fórmulas en las plantillas Excel o depuración del código fuente en R por parte del equipo técnico interno.
- Verificación: nueva ejecución del caso de prueba documentado para confirmar la solución definitiva de la incidencia.
- Certificación y Liberación: aprobación formal de la versión del instrumento (cambio de versión, ej. de V01 a V02) y liberación de las herramientas validadas para su uso oficial en las fases de acopio y procesamiento del ciclo estadístico.

Pruebas de integración de resultados (Visualización y Reporte)

Objetivo: verificar que los archivos planos (CSV/Excel) generados en la fase de procesamiento sean interpretados e ingeridos correctamente por las herramientas de difusión (visor interactivo en Power BI) y los aplicativos de reporte (plataforma ETF de la CMNUCC para tablas CRT).

Método: simulación de carga. Se carga la base de salida de prueba en el tablero de control y se valida la coherencia visual frente a los resultados del motor de cálculo (verificación de truncamiento de decimales, correcta lectura de las claves de notación como texto y no como error numérico, y renderizado de gráficos de tendencia).

Criterio de aceptación: correspondencia exacta (100%) entre las cifras del reporte automatizado y los cuadros de mando desplegados al usuario final."

	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--


2.9 DISEÑO DE LA EVALUACIÓN

La fase de evaluación tiene como propósito analizar el desempeño integral de la operación estadística una vez finalizado cada ciclo de producción. Su objetivo es identificar lecciones aprendidas, verificar el cumplimiento de los estándares de calidad y establecer las bases para la evolución metodológica del inventario.

2.9.1 Mecanismos e insumos de evaluación

La evaluación del proceso estadístico no se limita a un único evento, sino que se nutre de múltiples mecanismos de revisión institucional, tanto internos como externos:

- Auditorías internas (Sistema de Gestión Integrado - SGI): al cierre de la fase de difusión, la operación estadística se somete a evaluación institucional. De conformidad con el procedimiento auditoría interna del Sistema de Gestión Integrado (Código SGI-P006) del Ideam, las auditorías a las operaciones estadísticas evalúan el estricto cumplimiento de los requisitos de la NTC PE 1000:2020, articulados armónicamente con las normas ISO 9001:2015 (Calidad), ISO 14001:2015 (Ambiental), ISO 45001:2018 y Decreto 1072 de 2015 (Seguridad y Salud en el Trabajo), ISO/IEC 17025:2017 y ISO/IEC 27001:2013 (Seguridad de la Información). Esta última respalda normativamente los controles de acceso y confidencialidad aplicados a los repositorios de datos del inventario.
- Revisión Técnica de Expertos (TERT - CMNUCC): como mecanismo externo de alto rigor, los resultados directos de la operación estadística (el NID y las tablas CRT) son sometidos al proceso de revisión técnica por parte del equipo de expertos internacionales de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (TER, por sus siglas en inglés). Los hallazgos, recomendaciones y observaciones de este panel constituyen el principal insumo de evaluación externa y de alineación metodológica internacional.

 <p>IDEAM</p>	<p>Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--


- Retroalimentación de actores nacionales: se evalúa la respuesta y satisfacción de los usuarios institucionales (Ministerios, SISCLIMA) frente a la utilidad y oportunidad de los reportes subnacionales y sectoriales generados.

Para ejecutar estos mecanismos y garantizar la trazabilidad documental exigida por la norma, la fase de evaluación emplea los siguientes instrumentos oficiales:

- Lista de chequeo fase 1: Detección y análisis de necesidades
- Lista de chequeo fase 2: Diseño
- Lista de chequeo fase 3: Construcción
- Lista de chequeo fase 4: Recolección
- Lista de chequeo fase 5: Procesamiento
- Lista de chequeo fase 6: Análisis
- Lista de chequeo fase 7: Difusión
- Lista de chequeo fase 8: Evaluación
- Informe de Evaluación final
- Informe de auditoría interna
- Plan de mejora
- Soportes de control de calidad

2.9.2 Plan de Mejora Continua

Los resultados derivados de los mecanismos de evaluación se consolidan y traducen en el Plan de Mejora Continua del inventario. Este plan se alimenta directamente de los hallazgos de las auditorías internas del Ideam, las revisiones del TERT o de pares de expertos y los resultados del análisis de incertidumbre, sensibilidad y categorías clave, garantizando que las actualizaciones del sistema estén basadas en evidencia estadística y normativa.

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---


Las acciones dentro del plan de mejora se priorizan y clasifican según su impacto técnico y metodológico en:

- Acciones de Mejora (Optimización): enfocadas en reducir la incertidumbre estructural del inventario. Incluyen, por ejemplo, la migración de métodos de estimación Nivel 1 (Tier 1) a Niveles 2 o 3 (Tier 2/3), el desarrollo de factores de emisión locales o específicos del país, o la incorporación de nuevas categorías de fuentes y sumideros que alcancen la significancia estadística requerida.
- Acciones Correctivas (Depuración): orientadas a resolver desviaciones o no conformidades detectadas en el ciclo evaluado (tanto en auditorías internas como externas). Incluyen la corrección de valores atípicos (outliers) en las series históricas, la optimización y recalibración de las matrices maestras de cálculo en Excel y las rutinas de auditoría en los scripts de R, o la corrección de inconsistencias estructurales en los datos de actividad proveídos por las fuentes.

Este enfoque sistemático de evaluación permite direccionar de manera eficiente los recursos institucionales hacia las variables y procesos clave que mayor impacto tienen sobre la precisión global, la transparencia y la calidad certificable del Inventario de Emisiones y Absorciones Atmosféricas.


3 DOCUMENTACIÓN RELACIONADA

A continuación, se relaciona el listado de los documentos técnicos, manuales metodológicos y anexos que soportan la ejecución estandarizada de la operación estadística y garantizan su trazabilidad en el marco del Sistema de Gestión Integrado (SGI).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

3.1 MANUALES, PROTOCOLOS Y GUÍAS TÉCNICAS DEL SINGEI


- **Manual de procedimientos de acopio de datos del SINGEI:** detalla los protocolos para la solicitud, recolección, recepción y validación inicial de los datos de actividad y factores de emisión suministrados por las fuentes.
- **Protocolo de interoperabilidad y acuerdos de intercambio:** documento(s) que formalizan las reglas técnicas, canales de transmisión, estructura de datos y periodicidad para el flujo seguro de información con las entidades proveedoras de información.
- **Manual de validación y aseguramiento de la calidad del SINGEI:** documento rector que regula las rutinas automatizadas y de integridad estructural (QC) aplicadas sobre las bases de datos en todas las fases del ciclo del dato.
- **Manual de procesamiento y cálculos del SINGEI:** define los métodos de cálculo, el uso del banco de fórmulas y los pasos operativos en las matrices maestras para la transformación de datos y la estimación de emisiones y absorciones.
- **Manual de estimación y gestión de la incertidumbre del SINGEI:** establece la aplicación del Método 1 (propagación de errores) del IPCC para cuantificar el grado de incertidumbre del inventario.
- **Manual de procesamiento de proyecciones de emisiones del SINGEI:** documenta los lineamientos para la estimación prospectiva de los datos de actividad y las emisiones futuras.
- **Manual de procedimientos de compilación y generación de reportes del SINGEI:** describe los procedimientos para la integración de resultados, agregación territorial y la estructuración del Reporte del inventario nacional (NIR) y las Tablas CRT.

	<p style="text-align: center;">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	---	--

- **Manual del sistema de archivo y gestión documental del SINGEI:** define la arquitectura de almacenamiento, taxonomía de carpetas, control de versiones inmutables y protocolos de seguridad de la información.
- **Manual de radicación de comunicaciones oficiales (Orfeo):** instructivo institucional del Ideam que regula la trazabilidad jurídica del intercambio de datos de entrada y salida con los proveedores.


3.2 ANEXOS METODOLÓGICOS Y OPERATIVOS

- **Anexo 1. Árbol de categorías del SINGEI:** estructura oficial que detalla la distribución sectorial establecida por el IPCC, homologada con las actividades nacionales, sus categorías y subcategorías para la contabilidad de emisiones y absorciones.
- **Anexo 2. Directorio de variables:** inventario estructurado que caracteriza exhaustivamente las variables de entrada (datos de actividad y factores de emisión) para los sectores AFOLU y NO AFOLU, trazando su unidad de medida y fuente institucional.
- **Anexo 3. Tabla de regionalización:** matriz de clasificación que articula la desagregación geográfica de los datos de entrada a escalas específicas del territorio colombiano (DIVIPOLA, regiones por bioma del IGAC y cobertura por autoridad ambiental).
- **Anexo 4. Estructura y diccionario de bases de datos:** instrumento tecnológico que define la arquitectura, reglas de validación, tipos de datos y dominios de las plantillas estandarizadas de captura y validación (estructuras B0, B2 y F2).
- **Anexo 5. Banco de fórmulas:** repositorio digital administrado bajo control de versiones que consolida las fórmulas, funciones lógicas y reglas de conversión requeridas para la transformación y estandarización de los datos crudos (B0) a bases depuradas (B2).

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

4 GLOSARIO

BTR	Informe Bienal de Transparencia (por sus siglas en inglés).
BUR	Informe Bienal de Actualización (por sus siglas en inglés).
CGE	Grupo Consultivo de Expertos (Consultative Group Experts).
CICC	Comisión Intersectorial de Cambio Climático.
CITCCC	Comité de Información Técnica y Científica de Cambio Climático.
CMNUCC	Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático.
CN	Comunicaciones Nacionales.
COP	Conferencia de las Partes de Naciones Unidas (por sus siglas en inglés).
DANE	Departamento Administrativo Nacional de Estadística.
DNP	Departamento Nacional de Planeación.
ETF	Marco de Transparencia Reforzado (enhanced transparency framework)
GEI	Gases Efecto Invernadero.
HaC	Herramienta para la acción Climática.
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
IFN	Inventario Forestal Nacional.
INGEI	Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones atmosféricas.
IPCC	Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (Intergovernmental Panel on Climate Change).
MinAmbiente	Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.
M&E	Monitoreo y Evaluación de la adaptación al cambio climático.
MPG	Modalidades, procedimientos y directrices (Modalities, Procedures and Guidelines).
MRV	Monitoreo, Reporte & Verificación.
NDC	Contribución Determinada a Nivel Nacional.


	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

NREF	Nivel de Referencia de Emisiones Forestales.
PNCC	Política Nacional de Cambio Climático.
REDD+	Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de Bosques.
RENARE	Registro Nacional de Reducción de Emisiones de Gases Efecto Invernadero.
SIA	Sistema de Información Ambiental.
SCRR-GEI	Sistema de Contabilidad de Reducción de Emisiones y Remoción de Gases Efectos Invernadero.
SIAC	Sistema de Información Ambiental de Colombia.
SIIVRA	Sistema Integrador de Información sobre Vulnerabilidad, Riesgo y Adaptación al Cambio Climático.
SINA	Sistema Nacional Ambiental.
SINGEI	Sistema Nacional de Inventario de Emisiones Atmosféricas
SMBYC	Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono.
SNICC	Sistema Nacional de Información sobre Cambio Climático.
SNIF	Sistema Nacional de Información Forestal.
SISCLIMA	Sistema Nacional de Cambio Climático.
tCO ₂ eq	Toneladas de dióxido de carbono equivalentes.
QA/QC	Aseguramiento de calidad y control de calidad.

5 BIBLIOGRAFIA

Amoo, L. & F. L. (2020). 15, *Climate change in developing nations of the world. In applications of heat, mass and fluid boundary layers.*

Christophe Frey, L. H. (2006). Volumen 1: Orientación general y generación de informes. *Directrices del IPCC de 2026 para los inventarios de gases de efecto invernadero, 1, 2-70.*

	Generación de Conocimiento e Investigación Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"	Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025
---	--	---

Comisión para la Cooperación Ambiental. (2015). *Directrices para la estimación de las emisiones de carbono negro de América del Norte: Métodos recomendados. 1.*

Ley 2335, por la cual se expiden disposiciones sobre las estadísticas oficiales del país, (2023).

DANE. (2020). *Norma Técnica de la calidad del proceso estadístico.*

DANE. (2025). *Glosario.* <https://www.dane.gov.co/index.php/servicios-al-ciudadano/tramites/transparencia-y-acceso-a-la-informacion-publica/informacion-de-interes/glosario#m>.

EPA. (2025a). *Comprender el potencial de calentamiento global.* https://www-epa-gov.translate.goog/ghgemissions/understanding-global-warming-potentials?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc.

EPA. (2025b). *Reducción de HFC.* https://www-epa-gov.translate.goog/climate-hfcs-reduction/frequent-questions-phasedown-hydrofluorocarbons?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc.


Ideam. (2022). *Informe del estado de la calidad del aire en Colombia 2021.*

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, (2006).

IPCC. (2006). Capítulo 1: Introducción a las directrices de 2006. En *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.*

IPCC. (2018a). Anexo I: Glosario. En *Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global.*

IPCC. (2018b). *Anexo I: Glosario. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global de 1,5 °C con respecto a los niveles preindustriales y las trayectorias correspondientes que deberían seguir las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, en el contexto del reforzamiento de la respuesta*

 IDEAM	<p align="center">Generación de Conocimiento e Investigación</p> <p>Documento metodológico de la operación estadística "Estadísticas del inventario de emisiones y absorciones atmosféricas"</p>	<p>Código: GCI-GI-MO001 Versión: 01 Fecha: 25/03/2025</p>
---	--	--

mundial a la amenaza del cambio climático, el desarrollo sostenible y los esfuerzos por erradicar la pobreza.

ISO/IEC25012. (2008). *Software engineering-Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE)-Data quality model.*

Decreto 1076, (2015).

MinAmbiente. (2017). *Política nacional de cambio climático.* MINAMBIANTE.

Ley 1931, (2018).

OCDE. (2008). *Glosario de términos estadísticos de la OCDE.* OECD.
<https://doi.org/10.1787/9789264055087-en>

6 CONTROL DE CAMBIOS DEL DOCUMENTO METODOLÓGICO

Versión	Fecha	Descripción
01	25/03/2026	Creación del documento.