



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

República de Colombia Concentración promedio anual de Material particulado menor a 10 micras (PM10) por estación de monitoreo (Hoja metodológica versión 1.2)

| 1. Identificación del indicador | |
|---|--|
| Contexto nacional o internacional en la que se encuentra | Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial -MAVDT ¹ Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - MADS ² |
| Tema de referencia | Condiciones y Calidad Ambiental |
| Unidad de medida | Microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) a condiciones de referencia |
| Periodicidad de la publicación | <input checked="" type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input type="checkbox"/> Otra, cuál: _____ |
| Cobertura geográfica | <input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Departame <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Estación de monitoreo</u> |
| Cobertura temporal | 2007 - 2024 |

¹ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017.

² Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

2. Descripción del indicador

| | |
|---------------------------|--|
| Definición | La concentración promedio anual de PM10 (a condiciones de referencia) se expresa como la masa de partículas de diámetro aerodinámico menor a 10 μm para un volumen determinado de aire. Está dada por la sumatoria de las concentraciones diarias de PM10 registradas, divididas por el número de concentraciones diarias registradas en el año. |
| Pertinencia | El indicador permite hacer seguimiento a los niveles de contaminación, con el fin de investigar sus causas básicas, definir estrategias de intervención y tomar decisiones para reducir la contaminación atmosférica y preservar la calidad del aire. Es relevante considerar que el principal problema asociado al Material Particulado es su impacto sobre la salud al afectar las vías respiratorias principalmente en niños y adultos mayores. |
| Metas / Estándares | <p>En el ámbito de aplicación Nacional los niveles máximos permisibles están dados por la Resolución 2254 del 2017 de actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible³ y por la Resolución 610 de 2010 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial⁴ (según corresponda).</p> <p>Por su parte, en el CONPES 3918 de 2018 (Estrategia para la Implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia), CONPES 3943 de 2018 (Estrategia Nacional de Calidad del Aire - ENCA), se exponen las metas orientadas al cumplimiento gradual de las Guías de Calidad del Aire de la OMS (Objetivo intermedio III a 2030).</p> |
| Marco conceptual | <p>Conceptos básicos de partículas - PM (US EPA. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos, 2022)</p> <p>¿Qué es PM y cómo llega al aire?</p> <p>PM significa material particulado: el término para una mezcla de partículas sólidas y gotas líquidas que se encuentran en el aire. Algunas partículas, como el polvo, la suciedad, el hollín o el</p> |

³ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.

⁴ Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017

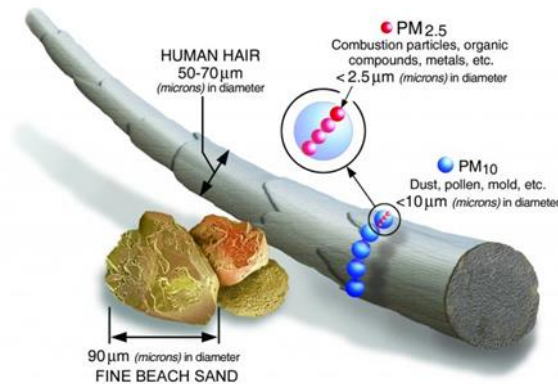


GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

humo, son lo suficientemente grandes u oscuras como para verse a simple vista. Otros son tan pequeños que solo pueden detectarse con un microscopio electrónico.



Comparaciones de tamaño de partículas PM

La contaminación por partículas incluye:

- **PM10:** partículas inhalables, con diámetros generalmente de 10 micrómetros y menores; y
- **PM2.5:** partículas inhalables finas, con diámetros que generalmente son de 2.5 micrómetros y menores.

¿Qué tan pequeño es 10 micrómetros?

El cabello humano promedio tiene alrededor de 70 micrómetros de diámetro, lo que lo hace 7 veces más grande que la partícula fina más grande.

Fuentes de MP

Estas partículas vienen en muchos tamaños y formas y pueden estar formadas por cientos de productos químicos diferentes.

Algunos se emiten directamente desde una fuente, como sitios de construcción, caminos sin pavimentar, campos, chimeneas o incendios.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002

Versión: 03

Fecha: 10/07/2025

La mayoría de las partículas se forman en la atmósfera como resultado de reacciones complejas de sustancias químicas como el dióxido de azufre y los óxidos de nitrógeno, que son contaminantes emitidos por las centrales eléctricas, las industrias y los automóviles.

¿Cuáles son los efectos nocivos de PM?

Las partículas contienen sólidos microscópicos o gotas líquidas que son tan pequeñas que pueden inhalarse y causar problemas de salud graves. Algunas partículas de menos de 10 micrómetros de diámetro pueden penetrar profundamente en los pulmones y algunas incluso pueden llegar al torrente sanguíneo. De estas, las partículas de menos de 2.5 micrómetros de diámetro, también conocidas como partículas finas o PM_{2.5}, representan el mayor riesgo para la salud.

Efectos sobre la salud del material particulado (PM)

El tamaño de las partículas está directamente relacionado con su potencial para causar problemas de salud. Las partículas pequeñas de menos de 10 micrómetros de diámetro plantean los mayores problemas, porque pueden penetrar profundamente en los pulmones y algunas incluso pueden llegar al torrente sanguíneo.

La exposición a dichas partículas puede afectar tanto a los pulmones como al corazón. Numerosos estudios científicos han relacionado la exposición a la contaminación por partículas con una variedad de problemas, que incluyen:

- Muerte prematura en personas con enfermedad cardíaca o pulmonar
- Ataques al corazón no fatales
- Latido del corazón irregular
- Asma agravada
- Disminución de la función pulmonar



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

- Aumento de los síntomas respiratorios, como irritación de las vías respiratorias, tos o dificultad para respirar.

Las personas con enfermedades cardíacas o pulmonares, los niños y los adultos mayores son los más propensos a verse afectados por la exposición a la contaminación por partículas.

Efectos ambientales del material particulado (PM)

Deterioro de la visibilidad

Las partículas finas (PM_{2.5}) son la causa principal de la visibilidad reducida (neblina).

Daño ambiental

Las partículas pueden ser transportadas a largas distancias por el viento y luego asentarse en el suelo o el agua. Dependiendo de su composición química, los efectos de esta sedimentación pueden incluir:

- Acidificación de lagos y arroyos
- Cambio en el balance de nutrientes en aguas costeras y grandes cuencas fluviales
- Agotamiento de los nutrientes en el suelo
- Daño de bosques sensibles y cultivos agrícolas
- Afectación de la diversidad de los ecosistemas
- Intensificación de los efectos de la lluvia ácida.

Daños materiales

El PM puede manchar y dañar la piedra y otros materiales, incluidos objetos de importancia cultural como estatuas y monumentos. Algunos de estos efectos están relacionados con los efectos de la lluvia ácida sobre los materiales.

Fórmula de cálculo

El cálculo del indicador se realiza para el tiempo de exposición de 24 horas, como sigue:



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | |
|-------------------------------|--|
| | $C_{PM10_{jt}} = \frac{\sum_{d=1}^{n_{jt}} C_{PM10_{jdt}}}{n_{jt}}$ <p>Donde,</p> <p>$C_{PM10_{jt}}$ = Concentración promedio de PM10 en la estación j, en el año t (a condiciones de referencia).</p> <p>$C_{PM10_{jdt}}$ = Valor de la concentración de PM10, registrado en la estación j, en el día d, del año t.</p> <p>n_{jt} = Número de valores de concentración de PM10 diarios válidos (días con mínimo 18 datos horarios) registrados en la estación j durante el año.</p> |
| Metodología de cálculo | <p>En cuanto a la determinación del indicador, se realiza mediante el cálculo anteriormente mencionado con los registros de las estaciones de monitoreo de los Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire - SVCA que reporten el parámetro al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRES. La metodología de cálculo se soporta en lo establecido en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire, adoptado por la Resolución 650 de 2010 y ajustado mediante la Resolución 2154 de 2010.</p> |
| Interpretación | <p>Este indicador se debe interpretar de acuerdo con los niveles máximos permisibles, establecidos en la Norma de calidad del aire aplicable; dichos niveles para los años 2011 al 2017, están dados por la Resolución 610 de 2010 del MAVDT, entre tanto que partir del año 2018, están dados por la Resolución 2254 del 2017 del MADS.</p> <p>Las citadas resoluciones establecen que el nivel máximo permisible anual a condiciones de referencia para PM10, se sitúa en los 50 µg/m³.</p> <p>La finalidad de este límite normativo radica en garantizar un ambiente sano y minimizar los riesgos sobre la salud humana que puedan ser causados por la concentración de contaminantes en el aire ambiente.</p> |



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

Restricciones o Limitaciones

Limitaciones para su interpretación

No se evidencian limitaciones para la interpretación del dato porcentual que arroja el indicador

Limitaciones para su análisis

La representatividad temporal se constituye en uno de los atributos de calidad de datos más importante que debe garantizar un SVCA y su validez está sujeta a que exista una representatividad temporal (porcentaje de datos válidos) de al menos el 75% con respecto al total posible para validar una serie.

Se encuentran inconsistencias en los datos validados por las Autoridades Ambientales, que, desde la experticia de los temáticos, se sabe que no representan la naturaleza del contaminante medido. Esa situación cuestiona los procesos de validación de la información que debe llevar a cabo las Autoridades Ambientales como garantes de la calidad de la información teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 5 de la Resolución 651 de 2010.

Otro limitante se relaciona con la configuración de los SVCA. El Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire explica que ningún tipo de sistema de vigilancia entrega datos las 24 horas del día durante los 7 días a la semana, por lo que siempre existirán brechas en el conjunto de datos. Eso se debe a que, en diferentes oportunidades, los SVCA se ven expuestos a situaciones anormales, que afectan su estabilidad y buen funcionamiento. Situaciones como el desmonte y traslado de estaciones, problemas de calibración de los equipos, fallas técnicas de los equipos, aspectos logísticos como no contar con personal capacitado, dificultades para acceder hasta los equipos, cortes en la energía eléctrica y aspectos administrativos como la falta de presupuesto, influyen para que la información pierda calidad.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

Así mismo, la disponibilidad de la información está sujeta al cargue de información al SISAIRE por parte de la respectiva autoridad ambiental.

Limitación de comparación espacial y temporal

La pérdida en la calidad de la información y las fallas en los procesos de validación de los datos por parte de las autoridades ambientales genera brechas de información y pérdida en la continuidad en el tiempo de la información generada por un SVCA.

Por otro lado, algunos SVCA no cuentan con representatividad espacial o el número de estaciones suficiente, debido a limitaciones de tipo presupuestal o logísticas, que afecta el diagnóstico detallado del estado de la calidad del aire.

Facilidad de obtención

- Fácil
 Regular
 Difícil

¿Por qué?: En ocasiones las autoridades ambientales obligadas a reportar la información en SISAIRE, usada como base para el cálculo del indicador, no lo realizan oportuna o adecuadamente, teniéndose que surtir un proceso complejo de validación de cargue y de consistencia de los datos. Además, por diversas dificultades técnicas, logísticas y presupuestales, las autoridades ambientales no logran obtener el porcentaje mínimo de datos validos del 75% de los datos que se prevé medir en un año (dependiendo de la tecnología utilizada y tipo de estación), siendo esto un impedimento para el cálculo del indicador.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

3. Responsable del indicador

| | | |
|---|-------------------------------|---|
| 1 | Entidad | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. |
| | Subdirección | Subdirección de Estudios Ambientales |
| | Dependencia | Grupo Aire |
| | Coordinador de grupo | Ana María Hernández Hernández |
| | Nombre del funcionario | Ana María Hernández Hernández Angela Viviana Moreno Sánchez |
| | Correo electrónico | estudios@ideam.gov.co |
| | Teléfono | (601) 3527160 Ext. 1601 |
| | Dirección | Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia |

4. Ubicación principal para la consulta del indicador

| | |
|-------------------------|---|
| Física o digital | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C. Piso 2 |
| URL | https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Indicadores-Ambientales/ |

5. Fuente de las variables

| | | |
|-----------|------------------------------|---|
| v1 | Nombre de la variable | Concentración de material particulado menor a 10 micras en el aire (PM10) |
|-----------|------------------------------|---|



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | |
|--------------------------------|---|
| Tipo de fuente | Registro primario de información <input type="checkbox"/> Censo <input type="checkbox"/> Muestra <input type="checkbox"/> Registro administrativo <input type="checkbox"/> Teledetección <input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo <input type="checkbox"/> Otro, cual: _____ |
| | Registro secundario de información <input type="checkbox"/> Registro administrativo <input type="checkbox"/> Teledetección <input type="checkbox"/> Estación de monitoreo <input type="checkbox"/> Estimaciones directas <input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas <input type="checkbox"/> Otro, cual: _____ |
| Frecuencia de medición | <input type="checkbox"/> Anual <input type="checkbox"/> Semestral <input type="checkbox"/> Trimestral <input type="checkbox"/> Mensual <input type="checkbox"/> Diario <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: Según la tecnología de medición de las <u>estaciones</u> _____ |
| Ubicación para consulta | |
| Medio de consulta | Base de datos de información misional del IDEAM, Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE |
| Física o digital | Física: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Estudios Ambientales. Calle 25D N. 96B- 70 piso 2, Bogotá D. C. Digital: SISAIRE |



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | |
|---------------------------|---|
| URL | http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/ |
| Responsable | |
| Entidad | Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM |
| Dependencia | Subdirección de Estudios Ambientales |
| Correo electrónico | estudios@ideam.gov.co |
| Teléfono | PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601 |
| Dirección | Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C. |

6. Observaciones generales

De acuerdo con lo establecido en el Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de Calidad del Aire – SVCA, del Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire (pág. 108) es necesario que el porcentaje de datos válidos empleados en la realización de los correspondientes cálculos de promedios, comparaciones con la norma de calidad de aire y estimación del número de excedencias no sea inferior al 75%.

Los datos para el cálculo del indicador son obtenidos a partir de la información cargada al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE por parte de las autoridades ambientales que cuenten un SVCA y tengan la obligatoriedad de reportar su información de calidad del aire, en conformidad con lo dispuesto en la Resolución 651 de 2010. Dicha información de acuerdo con lo establecido en la Resolución en mención de estar previamente validada por la autoridad ambiental, a partir de los lineamientos establecidos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del aire.

7. Referencias

US EPA. Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos. (18 de Julio de 2022). Conceptos básicos de partículas (PM). Obtenido de <https://www.epa.gov/pm-pollution/particulate-matter-pm-basics>



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 2254 del 2017 "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones", 2017.

Ministerio de Medio Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial, Resolución 2154 de 2010 "Por la cual se modifica el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del aire", 2010.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire - Manual de Operación de Sistemas de Vigilancia de la Calidad del Aire, Bogotá, D. C. 2010.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Resolución 651 de 2010. "Por la cual se crea el Subsistema de Información sobre Calidad del Aire - SISAIRE", 2010

8. Información sobre la Hoja Metodológica

| Fecha | Versión | Datos del autor de la versión de la hoja metodológica | Descripción de los cambios en la versión |
|--------------|----------------|---|---|
| 07/05/2013 | 1.0 | Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández Cargo: Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM Correo electrónico: | Creación del documento |



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | | | |
|------------|-----|---|-------------------------|
| | | <p>amhernandez@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Hernández A. M. (2013). Hoja metodológica del indicador Concentración promedio anual de material particulado menor a 10 micras en el aire – PM10 (Versión 1.0). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 6 p</p> | |
| 26/01/2021 | 1.1 | <p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernandez¹ Wendi Yurani Garzón Herrera²</p> <p>Cargo: Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo¹ Profesional Especializado²</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico:</p> | Actualización normativa |



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | | | |
|------------|-----|--|---|
| | | <p>amhernandez@ideam.gov.co¹ wgarzon@ideam.gov.co²</p> <p>Teléfono: 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Hernández A. M., Garzón W. Y. (2021). Hoja metodológica del indicador Concentración promedio anual de material particulado menor a 10 micras en el aire – PM10 (Versión 1.1). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 7 p</p> | |
| 13/02/2023 | 1.2 | <p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández¹ Wendi Yurani Garzón Herrera²</p> <p>Cargo: Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo¹ Profesional Especializado²</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad:</p> | Actualización del documento referente a conceptos y metodología de cálculo. |



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

Código: GCI-OE-F002
Versión: 03
Fecha: 10/07/2025

| | | |
|--|--|--|
| | <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Ideam (2023). Hoja metodológica del indicador Concentración promedio anual de Material particulado menor a 10 micras (PM10), por estación de monitoreo (Versión 1,2). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 15p</p> | |
|--|--|--|

Control de cambios

| Versión | Fecha | Descripción |
|---------|------------|---|
| 1 | 09/11/2021 | Creación del documento |
| 2 | 14/02/2025 | Actualización del formato de acuerdo con las necesidades de los temáticos y responsables de las operaciones estadísticas e indicadores ambientales. |
| 3 | 10/07/2025 | Se actualiza el Formato de acuerdo con el memorando enviado por la OAP memorando 20251100097283 lineamientos para la actualización documental en el marco de la implementación del aplicativo suite visión. Pasa de M-GCI-F008 a GCI-OE-F002. |