



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 dióxido de nitrógeno (NO₂), por estación de monitoreo 2007-2017
(Hoja metodológica versión 1.3)

1. Identificación del indicador	
Contexto nacional o internacional en la que se encuentra	Resolución 601 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial - MAVDT Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT ¹
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"/> Departamental <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Estación de monitoreo</u>
Cobertura temporal	2007 - 2017

¹ 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

2. Descripción del indicador

Definición	La concentración promedio anual de dióxido de nitrógeno en el aire (NO_2), está dada por la sumatoria de las concentraciones diarias (calculadas a partir de tiempos de exposición 24 horas) de dióxido de nitrógeno registradas, dividida por el número de concentraciones diarias registradas en el año.
Pertinencia	El indicador permite vigilar 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.
Metas / Estándares	En el ámbito de aplicación nacional los niveles máximos permisibles están dados por la Resolución 601 de 2006 y Resolución 610 de 2010 del actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible anteriormente Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial.
Marco conceptual	<p>¿Qué es el NO_2 y cómo llega al aire?</p> <p>El dióxido de nitrógeno (NO_2) es uno de un grupo de gases altamente reactivos conocidos como óxidos de nitrógeno u óxidos de nitrógeno (NO_x). Otros óxidos de nitrógeno incluyen ácido nitroso y ácido nítrico. El NO_2 se usa como indicador para el grupo más grande de óxidos de nitrógeno.</p> <p>El NO_2 entra en el aire principalmente por la quema de combustible. El NO_2 se forma a partir de las emisiones de automóviles, camiones y autobuses, centrales eléctricas y equipos todoterreno.</p> <p>Efectos del NO_2</p> <ul style="list-style-type: none">● Efectos en la salud <p>Respirar aire con una alta concentración de NO_2 puede irritar las vías respiratorias del sistema respiratorio humano. Dichas exposiciones durante períodos cortos pueden agravar las enfermedades respiratorias, en particular el asma, lo que provoca síntomas respiratorios (como tos, sibilancias o dificultad para respirar), hospitalizaciones y visitas a salas de emergencia. Las exposiciones prolongadas a concentraciones elevadas de NO_2</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

pueden contribuir al desarrollo de asma y aumentar potencialmente la susceptibilidad a las infecciones respiratorias. Las personas con asma, así como los niños y los ancianos generalmente corren un mayor riesgo de sufrir los efectos del NO₂ en la salud.

El NO₂ junto con otros NO_x reaccionan con otros químicos en el aire para formar partículas y ozono. Ambos también son dañinos cuando se inhalan debido a los efectos sobre el sistema respiratorio.

- **Efectos ambientales**

El NO₂ y otros NO_x interactúan con el agua, el oxígeno y otros químicos en la atmósfera para formar lluvia ácida. La lluvia ácida daña ecosistemas sensibles como lagos y bosques.

Sin embargo, las partículas de nitrato que resultan del NO_x hacen que el aire sea borroso y difícil de ver. Esto afecta la visibilidad.

El NO_x en la atmósfera contribuye a la contaminación por nutrientes en las aguas costeras.

Fuente: (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos, 2022)

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

$$C_{NO2_{jt}} = \frac{\sum_{d=1}^{n_{jt}} C_{NO2_{jdt}}}{n_{jt}}$$

Fórmula de cálculo

Donde,

$C_{NO2_{jt}}$ = Concentración promedio de NO₂ en la estación j (a partir de tiempos de exposición de 24 horas), en el año a (a condiciones de referencia).

$C_{NO2_{jdt}}$ = Valor promedio diario de la concentración de NO₂,



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>registrado en la estación j, en el día d, del año t.</p> <p>n_{jt} = Número de valores diarios válidos de concentración de NO_2 registrados en la estación j durante el año t.</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 Resolución 601 de 2006 y Resolución 610 de 2010.</p> <p>Las citadas resoluciones establecen que el nivel máximo permisible a condiciones de referencia para NO_2 es de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para un periodo de exposición anual.</p>
Restricciones o Limitaciones	<p>Limitaciones para su interpretación</p> <p>No se evidencian limitaciones para la interpretación del dato porcentual que arroja el indicador</p> <p>Limitaciones para su análisis</p> <p>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.</p> <p>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 deben llevar a cabo las autoridades ambientales como garantes de la calidad de la información teniendo en cuenta lo establecido en el Artículo 5 de</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

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.

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.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

Facilidad de obtención	<input type="checkbox"/> Fácil	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.
	<input checked="" type="checkbox"/> Regular	
	<input type="checkbox"/> Difícil	
	¿Por qué?	

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



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

4. Ubicación principal para la consulta del indicador

Física digital	Física: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C. Piso 2 Digital: Micrositio para consulta y descarga de información pública ambiental institucional
URL	https://experience.arcgis.com/experience/568ddab184334f6b81a04d2fe9aac262/page/Indicadores-Ambientales/

5. Fuente de las variables

V1	Nombre de la variable	Concentración de dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire.
	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: _____



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

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 con la <u>cuenten las 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 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
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,



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

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 – SISAIRES 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 debe 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 Estados Unidos. (2 de agosto de 2022). Contaminación por dióxido de nitrógeno (NO₂) - Información básica sobre el NO₂. Obtenido de <https://www.epa.gov/no2-pollution/basic-information-about-no2#What%20is%20NO2>

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 - SISAIRES", 2010



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

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	<p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández</p> <p>Cargo: Profesional Especializado</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: (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 dióxido de nitrógeno en el aire – NO₂ (Versión 1.0). Sistema de</p>	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

		Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM. 6 p	
11/02/2021	1.1	<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: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co¹ wgarzon@ideam.gov.co²</p> <p>Teléfono: (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.</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

		(2021). Hoja metodológica del indicador "Concentración promedio anual de dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire. (Versión 1.1). Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 7 p	
12/11/2021	1.2	<p>Nombre funcionario: Juan Manuel Rincón</p> <p>Cargo: Contratista</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM</p> <p>Correo electrónico: jmrincon@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p>Dirección: Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p>Cítese como: Rincón J.M., Hernández A.M., Garzón W.Y. (2021). Hoja metodológica del indicador "Concentración promedio anual de</p>	Actualización de cobertura temporal a 2020, cobertura geográfica y atención de observaciones de grupo SIA




GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN

Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales

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

		dióxido de nitrógeno (NO ₂) en el aire (Versión 1.2). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 10 p	
13/02/2023	1.3	<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: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co</p> <p>Teléfono: (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 dióxido de nitrógeno (NO₂), por estación de</p>	Actualización del documento en su contenido debido a una revisión y ajuste de aspectos conceptuales, metodológicos, normativos y formales

	<p align="center">GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO E INVESTIGACIÓN</p> <p>Hoja metodológica de indicadores para Operaciones Estadísticas y Ambientales</p>	<p>Código: GCI-OE-F002 Versión: 03 Fecha: 10/07/2025</p>
---	---	---

		<p>monitoreo (Versión 1.3). 2007 – 2017. Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 14p</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.