

**República de Colombia**  
**Concentración promedio anual de material particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en el aire**  
(Hoja metodológica versión 1,2)

<b>Identificación del indicador</b>	
<b>Contexto nacional o internacional en la que se encuentra</b>	<p>En el contexto nacional, la variable del indicador se encuentra enmarcada por la Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT<sup>1</sup>, Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del MADS<sup>2</sup>, Resolución 650 de 2010 del MAVDT, Resolución 651 de 2010 del MAVDT, Resolución 2154 de 2010 del MAVDT, Decreto 1076 de 2015 compilatorio del Decreto 948 de 1995, Decreto 979 de 2006, CONPES 3344 de 2005 y Política de prevención y control de la contaminación del aire.</p> <p>En el contexto internacional, la variable del indicador es solicitada por la Comunidad Andina (CAN), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Organización Mundial de la Salud (OMS), Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM).</p>
<b>Tema de referencia</b>	Tema: Condiciones y Calidad Ambiental
<b>Unidad de medida</b>	Microgramos por metro cúbico ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a condiciones de referencia (25 °C y 1 atm)
<b>Periodicidad</b>	<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: _____
<b>Cobertura geográfica</b>	<input type="checkbox"/> Nacional <input type="checkbox"/> Departamental <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra, cuál: <u>Estación de monitoreo</u>
<b>Cobertura temporal</b>	2011 - 2020

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

<sup>2</sup> Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018.

<b>Descripción del indicador</b>	
<b>Definición</b>	La concentración Promedio Anual de PM <sub>2,5</sub> (a condiciones de referencia 25 °C y 1 atm) se expresa como la masa de partículas de tamaño menor a 2,5 µm para un volumen determinado de aire. Está dada por la sumatoria de las concentraciones diarias de PM <sub>2,5</sub> registradas, divididas por el número de concentraciones diarias registradas en el año.
<b>Pertinencia</b>	<b>Finalidad / Propósito</b>  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. 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.
<b>Metas / Estándares</b>	N/A
<b>Marco conceptual</b>	<p>En el país, la contaminación atmosférica se ha constituido en uno de los principales problemas ambientales. El deterioro de la calidad del aire por el aumento en las concentraciones de algunos contaminantes en la atmósfera por encima de los estándares fijados en las normas ambientales, en diferentes periodos de exposición, ha propiciado que se incrementen los efectos negativos sobre la salud humana y el medio ambiente. Ello ha generado la necesidad de llevar a cabo acciones de gestión de la calidad del aire para proteger la salud de la población y el ambiente (MAVDT, 2010a). En general, la contaminación atmosférica es un fenómeno complejo que toca de forma directa e indirecta la salud humana y el medio ambiente (Gráfico 1).</p> <p><b>Gráfico 1. Contaminación atmosférica</b></p> <p> <b>EMISIONES</b> + <b>DISPERSION</b> (transporte y turbulencia) + <b>TRANSFORMACION</b> (química) = <b>INMISIONES</b> </p> <p> <b>FUENTES:</b> Industrias, Tráfico, Calefacción, Biogénicas.  <b>Contaminantes Primarios:</b> Metales Pesados, VOC, CO, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, Partículas.  <b>Contaminantes Secundarios:</b> Fotooxidantes O<sub>3</sub>, PAN, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, Humedad.  <b>EFFECTOS:</b> Salud Humana y Animal, Crecimiento de las Plantas.   </p> <p><b>Fuente.</b> <a href="https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-aire/contaminacion-atmosferica#2-2-documentos-relacionados">https://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-aire/contaminacion-atmosferica#2-2-documentos-relacionados</a>.</p>

La contaminación atmosférica registrada en el país se encuentra asociada, pero no exclusivamente, al uso de combustibles fósiles, cuyas fuentes móviles aportan especialmente  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ,  $NO_x$  y  $CO$ , y las fuentes fijas, partículas suspendidas totales (PST) y  $SO_x$  (CONPES 3344 de 2005). Específicamente sobre material particulado, el Informe del Estado de la calidad del aire en Colombia 2007 – 2010, menciona que los contaminantes más importantes en Colombia son  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  y PST, dado que superan los límites máximos permisibles, tanto anuales como diarios, en la mayoría de los sistemas de vigilancia y monitoreo, provocando efectos importantes en la calidad del aire.

El Inventario Indicativo Nacional de Contaminantes Criterio y Carbono Negro 2010-2014, realizado por IDEAM y la Coalición del Clima y el Aire Limpio, reveló que en el año 2014 fueron emitidas a la atmósfera 241.605 Toneladas de material particulado menor a 2,5 micras, siendo los procesos relacionados con los Incendios de Bosques y Praderas, y las actividades residenciales y comerciales (determinadas dentro de la categoría 1A4 -a, b y c- de Otros sectores del IPCC), los que mayor cantidad emiten  $PM_{2,5}$ .

A continuación, se brindan los principales conceptos y definiciones en materia de contaminación atmosférica:

**Aire:** Fluido que forma la atmósfera de la Tierra, constituido por una mezcla gaseosa cuya composición normal es de por lo menos 20% de oxígeno, 77% de nitrógeno y proporciones variables de gases inertes y vapor de agua en relación volumétrica.

**Área-Fuente:** Es una determinada zona o región, urbana, suburbana o rural, que, por albergar múltiples fuentes fijas de emisión, es considerada como un área especialmente generadora de sustancias contaminantes del aire.

**Concentración de una Sustancia en el Aire:** Es la relación que existe entre el peso o el volumen de una sustancia y la unidad de volumen de aire en la cual está contenida.

**Contaminación Atmosférica:** Es el fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes en el aire.

**Fuente Fija:** Fuente de emisión situada en un lugar determinado e inamovible, aun cuando la descarga de contaminantes se produzca en forma dispersa.

**Fuente Móvil:** Es la fuente de emisión que, por razón de su uso o propósito, es susceptible de desplazarse, como los automotores o vehículos de transporte a motor de cualquier naturaleza.

**Inmisión:** Transferencia de contaminantes de la atmósfera a un "receptor". Se entiende por inmisión a la acción opuesta a la emisión. Aire inmiscible es el aire respirable a nivel de la troposfera.

**Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión:** Es el nivel de concentración legalmente permisible de sustancias o fenómenos contaminantes presentes en el aire, establecido por el Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, con el fin de preservar la buena calidad del medio ambiente, los recursos naturales renovables y la salud humana.

**Promedio Aritmético:** Es la sumatoria de todos los datos a promediar, dividido por el número total de datos

**Sistema de Vigilancia de la Calidad del Aire:** Conjunto de equipos de medición de calidad del aire instalados sistemáticamente para verificar el cumplimiento de uno o varios de los objetivos de vigilancia de calidad del aire previstos en el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire.

**Tiempo de Exposición:** Es el lapso de duración de un episodio o evento de contaminación.

El  $PM_{2,5}$  son partículas cuyo diámetro es menor o igual a  $2,5 \mu m$ ; se dividen en ultrafinas o de nucleación y las de acumulación. Las de nucleación, tienen diámetros inferiores

	<p>a 0.08 μ, debido a que rápidamente coagulan con partículas más grandes o sirven de núcleo a gotas de lluvia y neblina. Al rango de diámetro de las partículas finas que corresponde de 0,08 a 2,5 μm, se le conoce con el nombre de acumulación, ya que estas partículas son el resultado de la coagulación de especies volátiles, de la conversión de gas a partículas y de partículas finas a suelos. Esta clase de partículas que son respirables logran ingresar hasta los alvéolos pulmonares.</p> <p>El Inventario Indicativo Nacional de Contaminantes Criterio y Carbono Negro 2010-2014, realizado por IDEAM y la Coalición del Clima y el Aire Limpio, reveló que en el año 2014 fueron emitidas a la atmósfera 241.605 Toneladas de material particulado menor a 2,5 micras, siendo los procesos relacionados con los Incendios de Bosques y Praderas, y las actividades residenciales y comerciales (determinadas dentro de la categoría 1A4 -a, b y c- de Otros sectores del IPCC), los que mayor cantidad emiten PM<sub>2,5</sub>.</p>
<p><b>Fórmula de cálculo</b></p>	$C_{PM2,5ja} = \frac{\sum_{i=1}^n C_{PM2,5ijda}}{n}$ <p>Donde,</p> <p><math>C_{PM2,5ja}</math> Concentración promedio de PM<sub>2,5</sub> en la estación j, en el año a (a condiciones de referencia).</p> <p><math>C_{PM2,5ijda}</math> Valor de la concentración de PM<sub>2,5i</sub>, registrado en la estación j, en el día d, del año a.</p> <p><math>n</math> Número de valores de concentración de PM<sub>2,5</sub> registrados en la estación j durante el año a.</p>
<p><b>Metodología de cálculo</b></p>	<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 - SISAIRE.</p>
<p><b>Interpretación</b></p>	<p>Este indicador se debe interpretar de acuerdo con los niveles máximos permisibles, establecidos en la Norma de calidad del aire aplicable. En Colombia, 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 PM<sub>2,5</sub>, se sitúa en los 25 μg/m<sup>3</sup>.</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>
<p><b>Restricciones Limitaciones</b></p>	<p>La información que suministra el indicador evidencia la contaminación del punto de ubicación de la estación de monitoreo. La no disponibilidad de los datos representativos de un año depende si cada una de las estaciones que conforman los SVCA mide este contaminante o no y de la disponibilidad de esta información en el SISAIRE.</p>

<b>Facilidad de obtención</b>	<input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Difícil	<p>¿Por qué?:</p> <p>No siempre hay datos disponibles. Para el cálculo del indicador es necesario que la cantidad de información cargada al SISAIRE, sea como mínimo el 75% de los datos que se prevé medir en un año (dependiendo de la tecnología utilizada).</p>
-------------------------------	---	---

<b>Responsable de la variable</b>	
<b>Entidad</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
<b>Dependencia</b>	Subdirección de Estudios Ambientales
<b>Nombre del funcionario</b>	Ana María Hernández Hernández
<b>1 Cargo</b>	Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:amhernandez@ideam.gov.co">amhernandez@ideam.gov.co</a>
<b>Teléfono</b>	PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601
<b>Dirección</b>	Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

<b>Ubicación principal para la consulta del indicador</b>	
<b>Nombre</b>	Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 2,5 $\mu\text{m}$ (PM <sub>2,5</sub> ) en el aire
<b>Física</b>	No disponible

<b>URL</b>	<a href="http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/aire">http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/aire</a>
------------	---

<b>Fuente de las Variables</b>		
<b>V1</b>	<b>Nombre de la variable</b>	Concentración de material particulado menor a 2.5 micras en el aire (PM2.5)
	<b>Tipo</b>	<p><b>Registro primario de información</b></p> <p><input type="checkbox"/> Censo</p> <p><input type="checkbox"/> Muestra</p> <p><input type="checkbox"/> Registro administrativo</p> <p><input type="checkbox"/> Teledetección</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Estación de monitoreo</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p> <p><b>Registro secundario de información</b></p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p>
	<b>Frecuencia de medición</b>	<p><input type="checkbox"/> Anual</p> <p><input type="checkbox"/> Semestral</p> <p><input type="checkbox"/> Trimestral</p> <p><input type="checkbox"/> Mensual</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Diario</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: <u>1 hora o 24 horas dependiendo de la tecnología del ec</u></p>
	<b>Ubicación para consulta</b>	
	<b>Nombre</b>	Base de datos de información misional del IDEAM, Subsistema de Información sobre Calidad del Aire -SISAIRE.
	<b>Física</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Subdirección de Estudios Ambientales. Calle 25D No. 96B-70 Bogotá D. C., Colombia
	<b>URL</b>	<a href="http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/">http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/</a>
	<b>Responsable</b>	
	<b>Entidad</b>	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM

<b>Dependencia</b>	Subdirección de Estudios Ambientales
<b>Nombre del funcionario</b>	Ana María Hernández Hernández
<b>Cargo</b>	Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
<b>Correo electrónico</b>	<a href="mailto:amhernandez@ideam.gov.co">amhernandez@ideam.gov.co</a>
<b>Teléfono</b>	PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601
<b>Dirección</b>	Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.

### **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 de concentración de PM<sub>2,5</sub> son medidos por los SVCA operados por las corporaciones autónomas regionales y las autoridades ambientales de grandes centros urbanos, que, a su vez, cargan esta información al Subsistema de Información sobre Calidad del Aire – SISAIRE y a través del cual, los diferentes usuarios podrán realizar el cálculo del indicador.

### **Bibliografía**

Comunidad Andina (2008). Manual de Estadísticas Ambientales Andinas. Lima. Perú.

EPA (2016). Criteria Air Pollutants. EPA US Environmental Protection Agency. Recuperado el 20 de septiembre de 2016, de EPA: <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants>

IDEAM (2011, 2017, 2018, 2019). Informes del estado de la calidad del aire en Colombia 2007-2010, 2011-2016, 2017, 2018 y 2019. Bogotá D.C. Colombia.

IDEAM (2021). Subsistema de información sobre la calidad del aire – SISAIRE. Calidad del aire. Contaminación atmosférica. Contaminación y calidad ambiental. Recuperado el 25 de enero de 2021, de IDEAM: <http://www.ideam.gov.co/web/contaminacion-y-calidad-ambiental/sisaire>

MADS (2016). Contaminación atmosférica. Gestión del aire. Asuntos ambientales, sectorial y urbana. Recuperado el 20 de septiembre de 2016, de MINAMBIENTE: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/gestion-del-aire/contaminacion-atmosferica#2-2-documentos-relacionados>

MAVDT (2010a). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. Bogotá D.C. Colombia

MAVDT (2010b). Protocolo para el monitoreo y seguimiento de la calidad del aire. Manual de diseño de sistemas de vigilancia de la calidad del aire. Bogotá D.C. Colombia.

Secretaría de Ambiente. (s.f.) Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá 2010 – 2020. Anexo del Decreto 98 de 2011, “Por medio del cual se adopta el Plan Decenal de Descontaminación del Aire para Bogotá”. Alcaldía Mayor de Bogotá. Colombia.

Departamento Nacional de Planeación. CONPES 3344 (2005). Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación del aire. Colombia. 14 de marzo de 2005.

Presidencia de la República. Decreto 1076 (2015). Diario oficial de la República de Colombia. Bogotá, D. C. 26 de mayo de 2015.

MAVDT (2010). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 “Por la cual se modifica la Resolución 601 del 4 de abril de 2006” mediante la cual se establece la Norma de Calidad del Aire o Nivel de Inmisión, para todo el territorio nacional en condiciones de referencia.

MADS (2017) - 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”.

#### Información sobre la Hoja Metodológica

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la hoja metodológica	Descripción de los ajustes
01/12/2015	1,0	<p><b>Nombre funcionario:</b> Ana María Hernández Hernández</p> <p><b>Cargo:</b> Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo</p> <p><b>Dependencia:</b> Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p><b>Entidad:</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p><b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:amhernandez@ideam.gov.co">amhernandez@ideam.gov.co</a></p> <p><b>Teléfono:</b> 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p><b>Dirección:</b> Calle 25D No. 96B-70 Bogotá D. C., Colombia</p> <p><b>Cítese como:</b> Hernández A. M. (2015). <i>Hoja metodológica del indicador Concentración promedio anual de material particulado menor a 2.5 micras en el aire –</i></p>	Creación del documento



		PM2.5 (Versión 1.0). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 9 p	
22/01/2021	1,1	<p><b>Nombre funcionario:</b> Ana María Hernández Hernández<sup>1</sup> Wendi Yurani Garzón Herrera<sup>2</sup></p> <p><b>Cargo:</b> Coordinadora Grupo de seguimiento a la sostenibilidad del desarrollo<sup>1</sup> Profesional Especializado<sup>2</sup></p> <p><b>Dependencia:</b> Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p><b>Entidad:</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM</p> <p><b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:amhernandez@ideam.gov.co">amhernandez@ideam.gov.co</a><sup>1</sup> <a href="mailto:wgarzon@ideam.gov.co">wgarzon@ideam.gov.co</a><sup>2</sup></p> <p><b>Teléfono:</b> PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601</p> <p><b>Dirección:</b> Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</p> <p><b>Cítese como:</b> Hernández A. M., Garzón W. Y. (2021). <i>Hoja metodológica del indicador “Concentración promedio anual de Material Particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en el aire.</i> (Versión 1,1). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 10 p</p>	Actualización normativa
12/11/2021	1,2	<p><b>Nombre funcionario:</b> Juan Manuel Rincón</p> <p><b>Cargo:</b> Contratista</p> <p><b>Dependencia:</b> Subdirección de Estudios Ambientales</p> <p><b>Entidad:</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM</p> <p><b>Correo electrónico:</b> <a href="mailto:jmrincon@ideam.gov.co">jmrincon@ideam.gov.co</a></p>	Actualización de cobertura temporal a 2020, cobertura geográfica y atención de observaciones de grupo SIA.



**IDEAM**

Instituto de Hidrología,  
Meteorología y  
Estudios Ambientales

		<p><b>Teléfono:</b> 57 (1) 3527160 Ext. 1601</p> <p><b>Dirección:</b> Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia. Piso 2.</p> <p><b>Cítese como:</b> Rincón J.M., Hernández A.M., Garzón W.Y. (2021). <i>Hoja metodológica del indicador "Concentración promedio anual de Material Particulado menor a 2,5 micras (PM<sub>2,5</sub>) en el aire. (Versión 1,2).</i> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. 10 p</p>	
--	--	---	--