



República de Colombia
Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de Material particulado menor a 10 micras (PM10), por estación de monitoreo
(Hoja metodológica versión 1,2)

<u>Identificación del indicador</u>	
Contexto nacional o internacional en la que se encuentra	Resolución 610 del 24 de marzo de 2010 del MAVDT ¹ Resolución 2254 del 01 de noviembre de 2017 del MADS ²
Tema de referencia	Tema: Condiciones y Calidad Ambiental
Unidad de medida	Porcentaje (%)
Periodicidad	<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"/> Departament: <input type="checkbox"/> Municipal <input checked="" type="checkbox"/> Otra. cuál: <u>Estación de monitoreo</u>
Cobertura temporal	2007 - 2021
<u>Descripción del indicador</u>	
Definición	El Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 10 µm (PM10) en el aire, está dado por el cociente entre a) la cantidad de datos válidos de las concentraciones de material particulado con un

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.

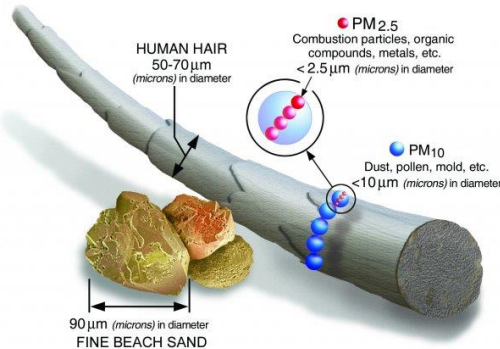


	<p>diámetro aerodinámico menor o igual a 10 micrómetros (μm), para un tiempo de exposición de 24 horas, que excedieron el nivel máximo permisible establecido por la Resolución 2254 del 2017 del MADS (Normatividad nacional aplicable a la serie de datos obtenida a partir del año 2018) o por la Resolución 610 de 2010 del anterior MAVDT (Normatividad nacional aplicable a la serie de datos correspondiente a los años 2011-2017), según corresponda, sobre b) cantidad total de datos válidos de la concentración de PM₁₀ en el año.</p> <p>De acuerdo con la Resolución 610 de 2010, el nivel máximo permisible de concentración en el aire para el PM₁₀, en un tiempo de exposición de 24 horas es de 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Entre tanto que, en conformidad con la Resolución 2254 del 2017, a partir 1 de julio de 2018, el nivel máximo permisible de concentración en el aire para el PM₁₀, en un tiempo de exposición de 24 horas es de 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Artículo 2, Parágrafo 1).</p>
<p>Pertinencia</p>	<p>Finalidad / Propósito</p> <p>El indicador tiene como finalidad cuantificar durante un periodo de medición la proporción en que las concentraciones de PM₁₀ en el aire, superan el límite máximo permitido para un tiempo de exposición de 24 horas, establecido por la norma de calidad del aire aplicable (Resolución 2254 del 2017 de actual Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible o Resolución 610 de 2010 del anterior Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial , según corresponda), con el propósito de determinar su grado de cumplimiento.</p> <p>De esta forma se pueden definir las zonas en donde se excede la norma de calidad del aire, para que la Autoridad Ambiental, junto con las entidades territoriales y nacionales, así como la comunidad, prioricen programas de reducción de la contaminación e identifiquen acciones y medidas que permitan reducir los niveles de concentración de los contaminantes por debajo de los máximos establecidos.</p>
<p>Metas / Estándares</p>	<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>Marco conceptual</p>	<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>

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.

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 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
- **PM_{2,5}**: partículas inhalables finas, con diámetros que generalmente son de 2,5 micrómetros y menores.

¿Qué tan pequeño es 2,5 micrómetros?

El cabello humano promedio tiene alrededor de 70 micrómetros de diámetro, lo que lo hace 30 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.

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.

Las partículas finas también son la causa principal de la visibilidad reducida (neblina) en partes de los Estados Unidos, incluidos muchos de nuestros preciados parques nacionales y áreas silvestres.

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
- 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:

- haciendo que los lagos y arroyos sean ácidos
- cambiar el balance de nutrientes en aguas costeras y grandes cuencas fluviales
- agotamiento de los nutrientes en el suelo
- dañar bosques sensibles y cultivos agrícolas



	<ul style="list-style-type: none"> • afectando la diversidad de los ecosistemas • contribuyendo a los efectos de la lluvia ácida . <p>Daños materiales</p> <p>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.</p>
<p>Fórmula de cálculo</p>	<p>El Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de Material particulado menor a 10 micras (PM10), se calcula mediante la siguiente ecuación:</p> $PE_{PM10_{tj}} = \left(\frac{NE_{PM10_{tj}}}{N_{tj}} \right) \times 100$ <p>Donde:</p> <p>PE_PM10_{tj} Porcentaje de excedencias de las concentraciones de PM10 en el aire para un tiempo de exposición de 24 horas, en el año t, para la estación j.</p> <p>NE_PM10_{tj} Número de datos válidos de las concentraciones de PM10 para un tiempo de exposición de 24 horas, que superan la norma de calidad del aire, en el año t, para la estación j.</p> <p>N_{tj} Número total de datos válidos de las concentraciones de PM10 en año t, para la estación j.</p>
<p>Metodología de cálculo</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. 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>
<p>Interpretación</p>	<p>El indicador Porcentaje de excedencias de las concentraciones de PM10 en el aire, se presenta en forma de dato porcentual, y puede igual o mayor a cero. En ningún caso el dato puede ser negativo.</p> <p>Cuando el dato porcentual es mayor que cero, significa que para el año de referencia t, se registraron niveles de concentración de PM10 que superaron los límites establecidos por la norma. De cualquier forma, el dato no puede superar el 100%, siendo ese un caso extremo que significaría que durante el año de referencia t, todos los registros de concentración de PM10 superaron los límites establecidos.</p>



	<p>Cuando el dato porcentual es cero, significa que para el año de referencia t, no se superaron los límites permisibles señalados por la norma, siendo ese el escenario ideal y más favorable.</p> <p>Por el contrario, los datos porcentuales por encima de cero se constituirán en objeto análisis para las entidades territoriales y nacionales, así como para la comunidad en general.</p>
<p>Restricciones Limitaciones</p>	<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 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.</p> <p>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.</p> <p>Así mismo, la disponibilidad de la información está sujeta al cargue de información al SISAIRE por parte de la respectiva autoridad ambiental.</p> <p>Limitación de comparación espacial y temporal</p> <p>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</p>



	<p>brechas de información y pérdida en la continuidad en el tiempo de la información generada por un SVCA.</p> <p>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.</p>
<p>Facilidad de obtención</p> <p>de</p> <p>¿Por qué?:</p>	<p> <input type="checkbox"/> Fácil <input checked="" type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Difícil </p> <p>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.</p>

Responsable de la variable	
1	<p>Entidad</p> <p>Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.</p>
	<p>Dependencia</p> <p>Subdirección de Estudios Ambientales</p>
	<p>Nombre del funcionario</p> <p>Constantino Hernández Garay</p>
	<p>Cargo</p> <p>Subdirector de Estudios Ambientales</p>
	<p>Correo electrónico</p> <p>chernandez@ideam.gov.co</p>
	<p>Teléfono</p> <p>(601) 3527160 Ext. 1601</p>



	Dirección	Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia
2	Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM.
	Dependencia	Grupo Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
	Nombre del funcionario	Ana María Hernández Hernández Wendi Garzón Herrera
	Cargo	Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo Profesional especializado Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
	Correo electrónico	amhernandez@ideam.gov.co wgarzon@ideam.gov.co
	Teléfono	(601) 3527160 Ext. 1601
	Dirección	Calle 25D N. 96B- 70 Bogotá D. C., Colombia

<u>Ubicación principal para la consulta del indicador</u>	
Nombre	<p>IDEAM - Gestión de Información Ambiental – Indicadores y Estadística Ambientales Nacionales del IDEAM.</p> <p>IDEAM, Informes anuales del Estado de la Calidad del Aire en Colombia. Publicaciones aprobadas por el Comité Editorial del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Bogotá D C., Colombia.</p> <p>IAvH, IDEAM, IIAP, INVEMAR, SINCHI, Informes anuales del Estado del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM.</p>
Física	No disponible



URL	http://www.ideam.gov.co/web/ecosistemas/aire
------------	---

Fuente de las Variables		
V1	Nombre de la variable	Concentración de material particulado menor a 10 micras en el aire (PM10)
	Tipo	<p>Registro primario de información</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>Registro secundario de información</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones directas</p> <p><input type="checkbox"/> Estimaciones indirectas</p> <p><input type="checkbox"/> Otro, cual: _____</p>
	Frecuencia de medición	<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 type="checkbox"/> Diario</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Otra, cual: _____</p> <p>Según la tecnología de medición con la que cuentan las estaciones</p>
	Ubicación para consulta	
	Nombre	Base de datos de información misional del IDEAM, Subsistema de Información sobre Calidad del Aire -SISAIRE.
	Física	No disponible.
	URL	http://sisaire.ideam.gov.co/ideam-sisaire-web/
	Responsable	
	Entidad	Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM



Dependencia	Subdirección de Estudios Ambientales
Nombre del funcionario	Ana María Hernández Hernández Wendi Garzón Herrera
Cargo	Coordinadora Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo Profesional especializado Grupo de Seguimiento a la Sostenibilidad del Desarrollo
Correo electrónico	amhernandez@ideam.gov.co wgarzon@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.

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.

Bibliografía

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>



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.

Información sobre la Hoja Metodológica

Fecha	Versión	Datos del autor o de quien ajustó la hoja metodológica	Descripción de los ajustes
Octubre 2016	1,0	<p>Nombre funcionario: Ana María Hernández Hernández¹ Oscar Julián Guerrero Molina² Luis Fernando Gomajoa Gutiérrez³</p> <p>Cargo: Profesional Especializado¹ Contratista IDEAM² Contratista IDEA UN³</p> <p>Dependencia: Subdirección de Estudios Ambientales – IDEAM^{1,2} Instituto de Estudios Ambientales – IDEAM³</p> <p>Entidad: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM^{1,2} Universidad Nacional de Colombia³</p> <p>Correo electrónico: amhernandez@ideam.gov.co¹ ojuerrero@ideam.gov.co² lfgomajoag@unal.edu.co³</p> <p>Teléfono: PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección</p>	Construcción Hoja Metodológica



		<p>de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</p> <p>Cítese como:</p> <p>Hernández A. M., Guerrero O. J., Gomajoa L. F. (2016). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 10 µm (PM10) en el aire</i> (Versión 1.0). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. 12 p</p>	
Enero de 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 – IDEAM</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: PBX (1) 3 52 71 60 – Extensión 1601</p> <p>Dirección: Calle 25 D No. 96 B – 70. Piso 2. Subdirección de Estudios Ambientales. Bogotá D.C.</p> <p>Cítese como: Hernández A. M., Garzón W. Y. (2021). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias de las concentraciones de material particulado menor a 10 µm (PM10) en el aire</i> (Versión 1.1). Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales –</p>	Actualización normativa



		IDEAM. 13 p	
14/12/2022	1,2	<p>Nombre funcionario: Wendi Yurani Garzón Herrera</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: wgarzon@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 (2022). <i>Hoja metodológica del indicador Porcentaje de excedencias a la norma 24 horas de Material particulado menor a 10 micras (PM10), por estación de monitoreo (Versión 1,2).</i> Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia. Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 13p</p>	Actualización del documento referente a conceptos y metodología de cálculo