



Alcaldía de Medellín

# **INDICE DEL DESEMPEÑO EN SALUD AMBIENTAL**

**Documento metodológico**

**2016 -2019**

**Dirección Técnica de Planeación**

**Unidad de Salud Ambiental**

**Subsecretaría de Salud Pública**

**Secretaría de Salud de Medellín**

**2018**



**Alcaldía de Medellín**

**Índice de desempeño en salud ambiental (ISA) para Medellín. Documento Metodológico. Secretaría de Salud de Medellín, 2018.**

**Claudia Elena Arenas Pajon**

Secretaria

**Natalia López**

Subsecretaria de Salud pública

**Angela María Londoño**

Directora Técnica Planeación.

**Equipo de Trabajo:**

Verónica Lopera Velásquez, Epidemióloga, Dirección Técnica Planeación  
Secretaría de Salud de Medellín

Carolina Agudelo, Ingeniera Ambiental, Líder proyecto Salud ambiental,  
Secretaría de Salud de Medellín

Enrique Antonio Henao, Ingeniero Ambiental, Líder programa Salud ambiental,  
Secretaría de Salud de Medellín.

Dora Beatriz Rivera, GESIS, Dirección Técnica Planeación Secretaría de Salud  
de Medellín

Diego León Bastidas, GESIS, Dirección Técnica Planeación Secretaría de Salud  
de Medellín

Andrés Felipe Hoyos, GESIS, Dirección Técnica Planeación Secretaría de Salud  
de Medellín

Equipo de Sistemas de Información, Dirección Técnica Planeación Secretaría de  
Salud de Medellín.

Luz Marina Gallego, Practicante GESIS, Dirección Técnica Planeación  
Secretaría de Salud de Medellín



**Alcaldía de Medellín**

## **1. INTRODUCCION**

Considerando que la salud ambiental es una relación compleja de las interacciones del ser humano con el ambiente natural y construido y su influencia en el estado de salud de las personas, así como las intervenciones que se realizan para la sostenibilidad ambiental, la medición de su impacto y del efecto de las intervenciones, requiere de métricas especiales que incluyan tanto el comportamiento de los eventos en salud, los factores ambientales y los determinantes sociales. Es por ello que se hace necesario contar con un indicador compuesto para medir el desempeño de la salud ambiental en un territorio como Medellín, definiendo tres grandes grupos de indicadores, unos relacionados con la carga de la enfermedad asociada a la exposición a factores ambientales, los relacionados con la calidad del aire y los relacionados con la calidad del agua.

Para Medellín, se considera como base conceptual para su construcción el Índice de desempeño ambiental EPI, el cual es un índice compuesto que se centra en resultados de diversos indicadores que pueden vincularse a metas políticas y seguirse en el tiempo.

Está orientado en dos objetivos fundamentales: 1. reducir las tensiones ambientales para la salud humana (el objetivo de Salud Ambiental). 2. proteger los ecosistemas y los recursos naturales (el objetivo Vitalidad del Ecosistema).

Se toma entonces el componente del EPI para la Salud Ambiental, como herramienta para medir el desempeño en la reducción de las tensiones ambientales para la salud humana, considerando las ponderaciones de sus componentes y metodología planteados en el año 2015. Para lograrlo se siguen algunas consideraciones fundamentales: i) Se adopta la metodología de evaluación de carga de la enfermedad a través de los AVISA, y se tiene encuesta



## **Alcaldía de Medellín**

la dosis respuesta o factor de riesgo atribuible de los agentes ambientales sobre la carga de la enfermedad propuesta por el Global Burden Diseases. ii) Se definen los indicadores y su metodología para evaluar el acceso y cobertura a agua potable y servicios sanitarios básicos en la ciudad. Así como los indicadores para la calidad del aire en la ciudad. iii) Se definen las enfermedades o eventos que se consideran para la medición de la carga de enfermedad teniendo en cuenta su frecuencia e impacto en la ciudad, así como la evidencia de su relación con factores ambientales y su carga ambiental. iv) Se consideran las metas propuestas en el plan de desarrollo para la ciudad de Medellín y otras metas según referentes.

Este documento está dividido en dos partes, la primera se presenta algunos temas conceptuales y la segunda la construcción metodológica. La cual será revisada de forma periódica (cada 4 años) considerando los elementos de actualización técnica y metodológica mundial, tanto para los componentes ambientales como para la carga de la enfermedad asociada a factores ambientales.



Alcaldía de Medellín

## 2. MARCO CONCEPTUAL

### 2.1. Definición salud ambiental, relación de la salud con el ambiente

Según la Organización Mundial de la Salud, en un sentido amplio define: *“La salud ambiental está relacionada con todos los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona. Es decir, que engloba factores ambientales que podrían incidir en la salud y se basa en la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud. Por consiguiente, queda excluido de esta definición cualquier comportamiento no relacionado con el medio ambiente, así como cualquier comportamiento relacionado con el entorno social y económico y con la genética.”*(1)

En este sentido entonces la salud ambiental propone una reflexión sobre la interacción entre los grupos humanos y los factores físicos, químicos, biológicos y sociales que se encuentran en el medio que habita (2). Sin embargo es importante el avance en otras definiciones que integran mucho más allá de los factores tradicionales, como la que se retoma en el COMPES 3550 del 2007: *“La salud ambiental es el resultado de la interacción de factores que operan en distintos niveles de agregación y en el marco de procesos complejos, que van más allá de los componentes tradicionales biológicos, físicos y químicos del medio ambiente.”*

Esta definición presenta un enfoque desde las relaciones complejas en el marco de los determinantes de la salud, planteando que estos tienen dos formas de influencia sobre la salud ambiental: una estructural y otra intermedia, considerando dos categorías fundamentales el ambiente natural y el ambiente construido, los cuales están directamente relacionados con la salud de las poblaciones (2)



## Alcaldía de Medellín

En la literatura y como esta expresado en el informe del Ministerio de Salud, se interpreta la salud ambiental como una entidad dinámica donde la especie humana aparece como responsable de lo que le ocurre en materia de salud y no como una simple receptora de los desequilibrios presentes en el medio ambiente.(2)

**Tabla 1. Indicadores de inequidades de salud ambiental**

Inequidades relacionadas con la vivienda	Inequidades relacionadas con las lesiones	Inequidades relacionadas con el ambiente
Inadecuado suministro de agua Falta de inodoro Falta de baño o una ducha Hacinamiento humedad en el hogar Incapacidad para mantener la casa adecuadamente caliente	Lesiones relacionadas con el trabajo Accidentes de tránsito fatales Envenenamientos fatales Caídas fatales	Exposición al ruido en el hogar Falta de acceso a áreas verdes/recreativas Exposición al humo de segunda mano en el hogar Exposición al humo de segunda mano en el trabajo

Fuente: Environmental health inequalities in Europe, 2012 (3)

En la literatura se pueden identificar en otros sectores del área de salud, algunos aspectos relacionados con la salud ambiental como la promoción de la salud ambiental la cual está relacionada con el diseño de las estrategias de educación, información y comunicación además de la promoción de la gobernanza ambiental (2), así como, la inequidad ambiental, ya que se ha demostrado que la distribución desigual de la exposición de las personas a las condiciones ambientales -y potencialmente de enfermedades resultantes de ellas- está fuertemente relacionada con una serie de determinantes sociodemográficos y territoriales (3). Sin embargo su análisis se hace complejo por la falta de información sobre estos temas a nivel nacional y subnacional. La OMS en su informe de inequidades ambiental en salud para Europa en el año 2012, se



## Alcaldía de Medellín

identificaron 14 indicadores principales de inequidades ambientales en salud (3), como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, lo cual da línea para desarrollar intervenciones integrales para alcanzar poblaciones y territorios más sostenibles.

### 2.2. Índice desempeño ambiental –EPI-

Los factores ambientales afectan significativamente la salud humana, tanto directa como indirectamente. Es así como aproximadamente una cuarta parte de la carga global de morbilidad y un cuarto de todas las muertes se deben a factores ambientales modificables, según el informe de la OMS de 2006 (5). Por lo que para lograr su disminución e impacto, es esencial aplicar métricas apropiadas, datos sólidos y un análisis cuidadoso para tomar decisiones políticas efectivas dirigidas a reducir el estrés ambiental en la salud humana(6).

Reconociendo lo anterior, desde hace varios años la universidad de Yale, apoyado por organismos internacionales, construyeron un índice de desempeño ambiental, EPI por sus siglas en inglés “Environmental Performance Index”, este es un índice compuesto que se centra en resultados medibles y estandarizados que pueden vincularse a objetivos políticos y seguirse con el tiempo.(6)

El EPI se basa en las medidas pertinentes para dos objetivos fundamentales, considerados como propósitos de las políticas ambientales en los países:

1. Reducir las tensiones ambientales para la salud humana (el objetivo de Salud Ambiental)
2. Proteger los ecosistemas y los recursos naturales (el objetivo Vitalidad del Ecosistema).



## Alcaldía de Medellín

Dentro de estos dos objetivos de política, el EPI puntúa el desempeño del país en nueve áreas temáticas que comprenden un conjunto de indicadores. Los indicadores en el EPI evalúan la proximidad de los países a los objetivos establecidos internacionalmente o, en ausencia de objetivos acordados, cómo se comparan los países individuales en relación con los países con mejores resultados, o sus propios resultados en el tiempo (6). Brindando así a los responsables de la toma de decisiones acceso a datos ambientales organizados de manera que sean fáciles de entender y relevantes para la construcción e implementación de política pública.

Actualmente esta herramienta de métrica es más útil, considerando lo expuesto en la declaración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible por las Naciones Unidas en 2015, y el acuerdo de Paris frente al cambio climático, *“...los países deben integrar las métricas de desempeño ambiental contando con una gama de objetivos para el control de la contaminación y los recursos naturales. Lo que brindara un enfoque más empírico de la protección ambiental, facilitando la detección de problemas, rastrear tendencias, destacar los éxitos y fracasos de las políticas, identificar las mejores prácticas y optimizar los beneficios de las inversiones en gestión ambiental...”* (9)

Su construcción entonces, se basa en la selección de 25 indicadores internacionales, que utilizando la metodología de componentes principales y consenso de expertos, le dieron ponderaciones a cada grupo de indicadores<sup>1</sup>.

Es así como los indicadores relacionados con los dos objetivos principales, la vitalidad del ecosistema representa el 50% del EPI y los indicadores de Salud

---

<sup>1</sup> Para ampliar la información sobre la construcción puede ingresar a [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu)





## Alcaldía de Medellín

ambiental el otro 50%.<sup>2</sup> Para su medición y comparación internacional, se desarrolla un proceso de estandarización de la información de cada indicador aportado por los países<sup>3</sup>. La medición se contrasta con el resultado y la meta de cada indicador en cada país o región. Cada año de medición, el equipo del EPI de la universidad de Yale, realiza ajustes metodológicos tanto a la medición, la ponderación como a la estandarización de los indicadores, sin embargo se mantiene una configuración inicial como se muestra en la **Ilustración 1**, donde hay una comparación de la composición del EPI en el año 2008 y en la presentación del mismo para el año 2016, donde se aprecia un cambio en la inclusión de un indicador para la evaluación de la calidad del aire en salud ambiental, y además un cambio en los pesos de algunas dimensiones.

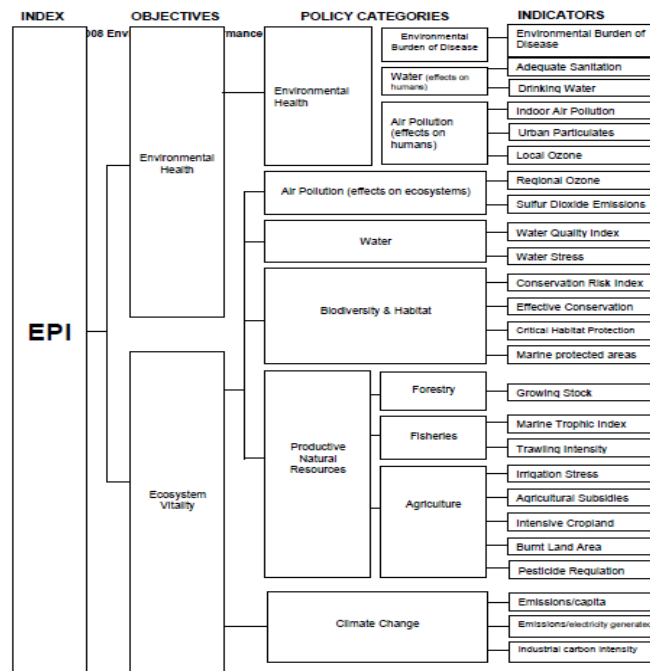
---

<sup>2</sup> Según la construcción del EPI para el año 2015 -2016. Con la revisión de información de los diferentes países, esta proporcionalidad pueda variar en los años.

<sup>3</sup> En esta página, se puede encontrar la información detallada de la metodología de construcción y medición [www.epi.yale.edu](http://www.epi.yale.edu)



## Alcaldía de Medellín



**Ilustración 1. Composición del índice de desempeño ambiental 2008**  
**Fuente: 2008 environmental performance index (6)**



## Alcaldía de Medellín



**Ilustración 2. Composición del índice de desempeño ambiental 2016**  
**Fuente: 2015 environmental performance index (8)**

### 2.3. Objetivo de salud ambiental en el desempeño ambiental

Más específicamente para la medición del objetivo relacionado con la salud ambiental, el EPI está compuesto por tres grandes grupos de indicadores, unos relacionados con la carga de la enfermedad asociada a la exposición a factores ambientales, los relacionados con la calidad del aire y los relacionados con la calidad del agua (**Tabla 2**).

Es así como la carga ambiental de las enfermedades representa el 25% del total del EPI (6), esto debido a que se considera ampliamente como la medida más



## Alcaldía de Medellín

comprensiva y cuidadosamente definida de las repercusiones ambientales. La reducción de la carga ambiental de las enfermedades es un desafío mundialmente reconocido que se ha incorporado en los ODS a través de una variedad de indicadores, como los relacionados con el suministro de agua, el saneamiento y la mortalidad infantil. A continuación detallaremos cada uno.

**Tabla 2. Componentes y ponderadores para Medir la Salud Ambiental – EPI-**

	Componente	Peso	Indicadores
Salud Ambiental	Carga Ambiental de las enfermedades	25%	Carga ambiental de las enfermedades
	Agua efecto en la salud de los seres humanos	6,25%	Servicios sanitarios adecuados
		6,25%	agua potable
	Contaminación del aire, efecto en los seres humanos	5%	Partículas Urbanas
		5%	Contaminación del aire en lugares cerrados
		2,50%	Ozono local

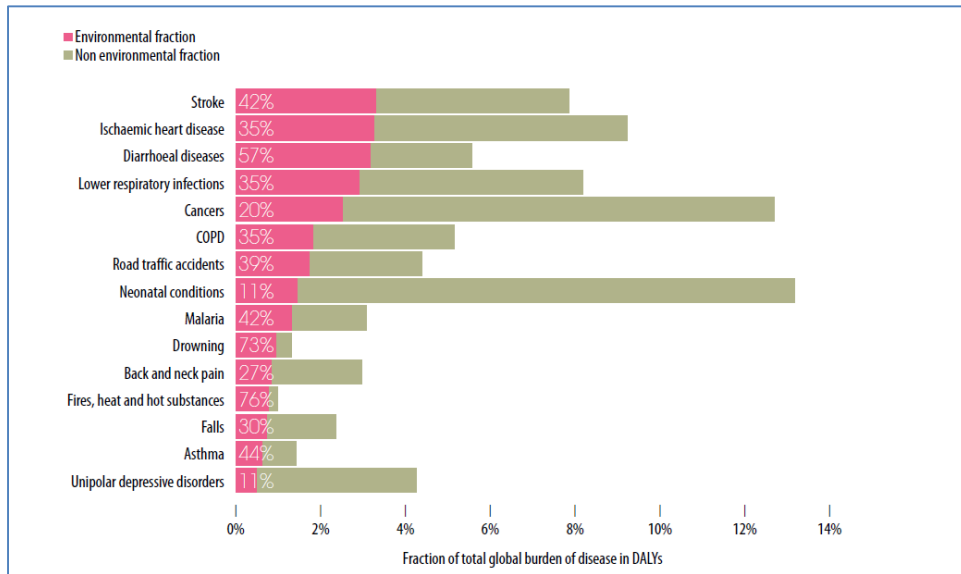
*Fuente: Adaptado de 2008 environmental performance index*

### **Carga ambiental de las enfermedades (7)**

El EPI adopta para la medición de la carga ambiental de la enfermedad la metodología utilizada por la Organización Mundial de la salud, a través del indicador llamado años de vida perdidos ajustado por discapacidad (AVISA) asociados a factores ambientales principalmente agua no potable, pobres condiciones sanitarias y contaminación del aire.



## Alcaldía de Medellín



**Ilustración 3. Enfermedades con la mayor fuerza de contribución de factores ambientales.**

**Fuente: OMS (8)**

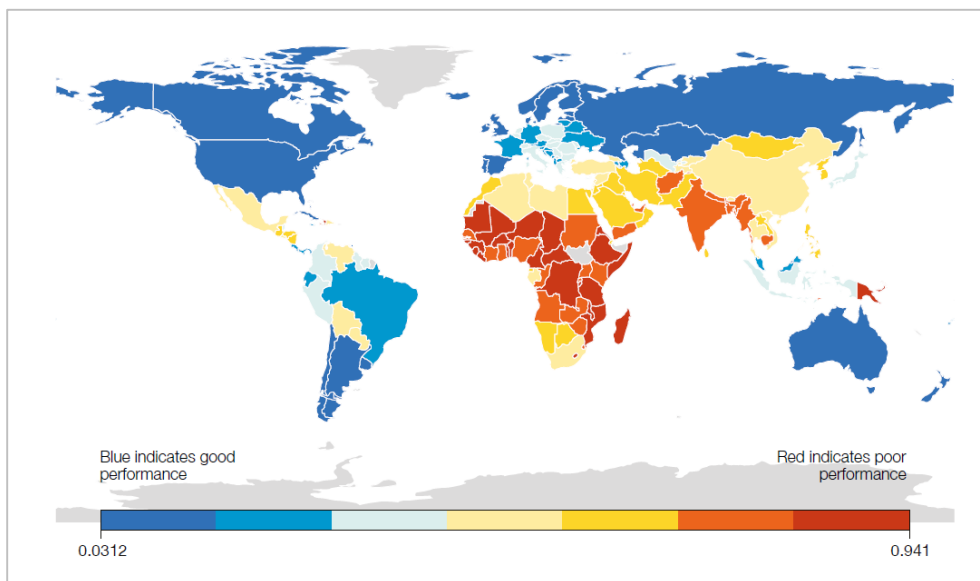
El AVISA es la suma del número de años perdidos por mortalidad prematura causada por una enfermedad relacionada con el medio ambiente y los años de vida saludable perdidos por discapacidad causada por dicha enfermedad. En la **Ilustración 3** se muestra las principales enfermedades asociadas a exposición ambiental y la fracción atribuible de los factores ambientales, según el informe de la OMS (8).

Según el reporte del EPI para el año 2016, de los 180 países, el 88% mostraron mejoramiento de la carga de enfermedad relacionada con factores ambientales entre los años 1990 a 2013, lo que significa que sus exposiciones al riesgo ambiental han disminuido con el tiempo. Una parte importante de estas mejoras de salud ambiental se debe a la mejora del saneamiento básico y la calidad del agua en estos países, sin embargo el agua no potable, fue responsable en el año



## Alcaldía de Medellín

2000 de una cuarta parte de los AVISA asociados a factores ambientales, y en la actualidad algunos países en África y Asia, el riesgo permanece alto, como se observa en la **Ilustración 4** (9).



**Ilustración 4. Resultado de la Carga ambiental de la enfermedad mundial para el año 2016 (9)**

### **Contaminación del aire relacionada con efectos en la salud humana (7)**

Las estimaciones de la OMS en el año 2006 afirman que de todas las enfermedades, las afecciones respiratorias especialmente las crónicas, son la segunda causa más atribuible a los factores ambientales. Estas infecciones son frecuentemente causadas por contaminación del aire.

La contaminación ambiental se considera fundamental para la evaluación de la salud ambiental, ya que en la agenda de los ODS, se puede identificar está relacionada con algunos de los objetivos propuestos, el objetivo 3 (Salud), el objetivo 11 (ciudades y comunidades sostenibles) y el objetivo 12 (producción y consumo responsable y sostenible). Para la medición del componente en salud



## Alcaldía de Medellín

ambiental del EPI se incluyen tres aspectos, las partículas urbanas especialmente PM 2.5, el Ozono local y la contaminación interior.

- Partículas urbanas

Las partículas suspendidas en el aire exterior contribuyen a las afecciones agudas de las vías respiratorias bajas y a muchas otras enfermedades no transmisibles y crónicas, como la enfermedad pulmonar obstructiva crónica, el asma y el cáncer. El cáncer de pulmón añade más a la carga global de la enfermedad para todos los cánceres que cualquier otro, y se estima que el 5% de la carga de la enfermedad de cáncer de pulmón es atribuible a la contaminación del aire exterior.

- Ozono local

El nivel de Ozono en el ambiente causa impactos significativos para la salud, incluyendo enfermedades agudas respiratorias y aumento de la mortalidad también por causas respiratorias. El nivel de esta categoría se ha considerado como un límite de exposición del ozono de 85 partes por billón (ppb). Esto se basa en el estándar establecido Estados Unidos por la EPA (EPA 2007).

- Contaminación del aire al interior

Quemar combustibles sólidos en interiores libera químicos y partículas que presentan un alto riesgo para la salud. Estos productos químicos y las partículas pueden alojarse en los pulmones cuando se inhalan, llevando a numerosos problemas respiratorios, incluyendo infecciones del tracto respiratorio inferiores agudas y enfermedades respiratorias crónicas



## Alcaldía de Medellín

### Contaminación del agua y efectos en la salud humana (7)

Hay sólidas razones para incluir un agua potable y un indicador de saneamiento adecuado en la medición de la salud ambiental. La OMS identifica la diarrea como la enfermedad más fuertemente asociada a la calidad del ambiente local. Se estima que los de los factores del medio ambiente, una de las principales fuentes de enfermedad diarreica es la contaminación por patógenos via fecal-oral, que es en gran parte causada por insuficiente agua potable e infraestructura de saneamiento.

- Saneamiento básico adecuado

La meta en los Objetivos de desarrollo para el año 2015, en el indicador de saneamiento básico adecuado se definió en un 100%. Este objetivo refleja la creencia de que cada persona debería tener acceso a servicios básicos de saneamiento. Muchos países desarrollados ya han logrado este objetivo, indicando que el 100% de cobertura no es una expectativa poco realista.

- Agua potable para consumo

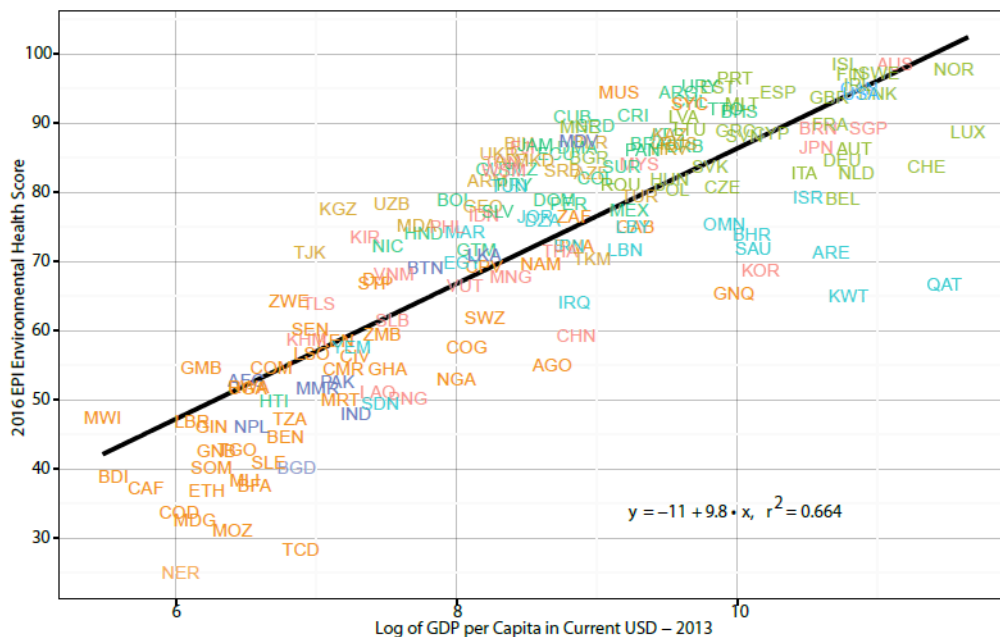
La meta en los Objetivos de desarrollo para el año 2015 para el indicador de acceso a agua potable se definió en un 100%. Este objetivo refleja la creencia de que cada persona debería tener acceso a este recurso. Muchos países desarrollados ya han logrado este objetivo, indicando que el 100% de cobertura no es una expectativa poco realista





## Alcaldía de Medellín

Se ha identificado en el mundo, a la luz de las mediciones y comparaciones de los anteriores indicadores en los países y regiones, que varios elementos además de los propios factores ambientales, contribuyen a problemas relacionados con la salud ambiental, incluyendo los factores políticos, sociales, económicos e infraestructurales, esto se refuerza ya que se ha observado una alta correlación de la salud ambiental con el ingreso per cápita, lo que sugiere una alta desigualdad social entre los países menos desarrollados, como lo vemos en la **Ilustración 5** (6),(9)



*Ilustración 5. Correlación entre el resultado de la Salud ambiental -EPI\_ y el PIB per cápita, en los 180 países. (9)*

Muchos aspectos de la salud ambiental, tales como servicios de saneamiento adecuados, generalmente dependen de la inversión pública de los gobiernos en infraestructura para mejorar la calidad y acceso a estos servicios, así como la



## Alcaldía de Medellín

carga de enfermedad también está influenciada por el acceso a servicios de salud de forma individual.

En conclusión según los diferentes informes de EPI, los altos niveles de rendimiento en la salud ambiental en diferentes países y regiones, reflejan el compromiso de las autoridades a destinar un gran porcentaje de los recursos nacionales para la salud humana.(6),(9)

### 3. CONSTRUCCION DEL INDICADOR DE DESEMPEÑO EN SALUD AMBIENTAL PARA MEDELLIN

Basado en lo propuesto por el EPI, se toma como base el objetivo de medición de salud ambiental para adaptarlo a la ciudad de Medellín, incluyendo los tres componentes planteados y asumiendo la misma proporción para los valores ponderados ajustados al 100%, como se muestra en la **Tabla 3**

**Tabla 3. Matriz para cálculo del indicador de salud ambiental**

Componente	Valor ponderado	Indicadores
Carga Ambiental de las enfermedades	50%	Carga ambiental de las enfermedades
Agua efecto en la salud de los seres humanos	12.5%	Servicios sanitarios adecuados
	12.5%	agua potable
Contaminación del aire, efecto en los seres humanos	10%	Partículas contaminantes Urbanas
	10%	Contaminación del aire en lugares cerrados
	5%	Exposición Ozono
<b>TOTAL INDICADOR DE SALUD AMBIENTAL</b>	100%	



**Alcaldía de Medellín**

### **3.1. Carga ambiental de enfermedad, definición de eventos y cálculo**

Basado en la metodología para calcular carga ambiental de enfermedad, la Secretaria de Salud de Medellín, adopta lo planteado por OMS en su estudio de Carga ambiental de la enfermedad del año 2015 (8), donde se consideran las fracciones atribuibles ambientales definidas para países de bajos y medianos ingresos para la región de las Américas para cada evento. En este sentido las fracciones atribuibles poblacionales de la carga ambiental están relacionadas con los Años de vida saludables perdidos (AVISA), para lo cual es necesario entonces realizar el cálculo de estos para la ciudad de Medellín de forma periódica.

**El indicador de AVISA**, se puede definir como una medida de la pérdida de salud que padece una población a consecuencia de las enfermedades y lesiones, así como aquellas atribuibles a diversos factores de riesgo y determinantes de salud involucrados, con relación a la esperanza de vida al nacer. Está constituido por los indicadores de los años perdidos por muerte prematura (APVP) y por los años saludables perdidos por discapacidad (AVD), este último cuantifica las discapacidades generadas por la enfermedad (12). Por otro lado la medición de los AVISA abarca toda alteración de la salud que representa pérdida de bienestar, sin limitarse únicamente a la enfermedad y la muerte (10).

**Años perdidos a consecuencia de la muerte prematura:** es el tiempo que las personas dejan de vivir cuando mueren en una edad previa a su esperanza de vida teórica. (10)



## Alcaldía de Medellín

**Medición de los resultados no fatales:** consiste en la valoración del peso de la morbilidad medida en términos de los años de vida que se pierden a consecuencia del padecimiento de una enfermedad y sus secuelas. La ponderación de las discapacidades se realiza con base en un estimador que permite la comparación de la severidad de la discapacidad con la muerte. La ponderación varía entre 0, que indicaría ausencia de discapacidad, y 1, que representa a la muerte, que es el grado máximo de discapacidad (10).

**Preferencia social por el tiempo o tasa de descuento social:** por los valores sociales y culturales, es difícil establecer si vale más un año de vida a los veinte o a los treinta años, según la Global Burden Disease, GBD, se descuenta en la escala de AVD 3% de manera arbitraria a cada año de vida futuro, al aplicar esta tasa, los beneficios futuros en salud se descuentan y, por lo tanto, se tiende a ponderar de manera más equilibrada los beneficios actuales, ya que se concluyó que no tiene el mismo valor un año de vida saludable en este momento que en 10 años. La tasa de descuento del 3% se basó en análisis económicos que ajustan tanto costos como resultados en salud, y fue establecida como una medida arbitraria por el Banco Mundial y la GBD (13).

Fórmulas de cálculo: Se considera la metodología tradicional de la OMS, propuesta por Murray (14) y adoptada por Grisales et.al. (10):

Años de Vida Saludables (AVISA)

Son el resultado de sumar los Años Vividos con Discapacidad, a los Años de Vida Perdidos por Muerte Prematura

$$AVAD = APVP + AVD$$



## Alcaldía de Medellín

Para la obtención de los APVP, se utilizó la metodología estándar (14) la cual considera una esperanza de vida al nacer para diferentes edades, derivada de una tabla de vida estándar (Modelo Oeste de Coale y Demeny) (15) donde 82.5 años es la esperanza de vida al nacer para las mujeres y 80 años para los hombres, igual a la de Japón; una función de ponderación de los años vividos a las edades por los que hubiese vivido la persona fallecida, la cual le da mayor importancia a los años que corresponden a la edad media productiva; una tasa de descuento de las pérdidas de años de vida futuros, que muestra que las sociedades valoran más las pérdidas que ocurren en un periodo cercano al presente, que aquellas que ocurren en un futuro distante y que se ha considerado del 3%.

$$APVP = KC \frac{e^{-r(L+a)}}{(r+\beta)^2} [e^{-(r+\beta)(L+a)} - 1] - e^{-(r+\beta)a} \left[ \frac{1 - e^{-(r+\beta)a}}{(r+\beta)} + 1 - K r (1 - e^{-rL}) \right] \quad (14)$$

Donde los parámetros son:

$K = 1$  (Factor de modulación de la ponderación por edad)

$C = 0,1658$  (Los pesos de edad estándar utilizan esta constante)

$r = 0,03$  (Tasa de descuento estándar)

$\beta = 0,04$  (Parámetro de la función de ponderación de la edad)

$a =$  edad de defunción (Marca de clase del intervalo de edad)

$L =$  esperanza de vida (Tabla modelo Oeste de Coale y Demeny)

Para la obtención de los AVD, donde la estimación de la incidencia y valoración de la discapacidad juegan un rol importante, se tuvieron las consideraciones planteadas en la metodología por Grisales et al. 2015 (10): Primero, para algunas enfermedades se analizó la definición de caso y su relación con otras enfermedades de acuerdo con la historia natural de la enfermedad; segundo, para



## Alcaldía de Medellín

estimar la incidencia de las enfermedades de notificación obligatoria se utilizó la base de datos del sistema de vigilancia epidemiológica de la ciudad, SIVIGILA. Se utilizaron los RIPS de consulta externa, de hospitalización y de urgencias. Se asumió para cada evento la condición de incidencia parametrizada en dicho trabajo.

$$AVD = D \{ K C e^{r+\beta} a (r+\beta)^2 [e^{-(r+\beta)(L+a)} - (r+\beta)(L+a) - 1] - e^{-(r+\beta)a} [(r+\beta)^a - 1] + 1 - K r (1 - e^{-rL}) \} \quad (10)$$

Donde los parámetros son (16) y (17):

D = valor ponderado de la discapacidad (entre 0 y 1)

K = 1

C = 0,1658

r = 0,03

a = edad de inicio de la discapacidad,

$\beta$  = 0,04

L = duración de la discapacidad.

**Fracción de riesgo atribuible poblacional ambiental.** La fracción atribuible de riesgo a la población (FAP), es la reducción proporcional en la muerte o enfermedad que se produciría si la exposición a un riesgo se anulara o se redujera a una distribución de exposición alternativa (o contrafáctica); cuando se habla entonces de riesgos poblacionales a factores ambientales, se expresa también cuando se logra la mínima exposición al factor ambiental (8). Es importante reconocer que los resultados en salud son afectados por múltiples factores y determinantes sociales, lo que complejiza el análisis de riesgos atribuibles. Para

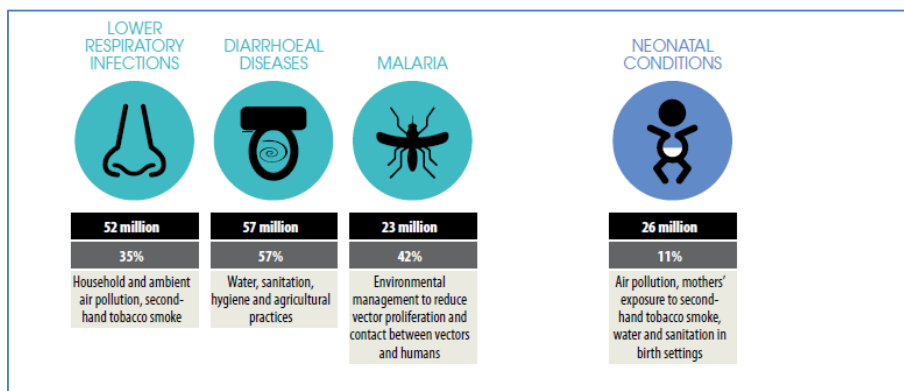


## Alcaldía de Medellín

su análisis entonces el grupo del GBD, usa una triangulación de diversas metodologías, según lo plantean así:

1. Estimaciones globales de impactos poblacionales a ciertos riesgos ambientales
2. Estimaciones nacionales o regionales de impactos poblacionales a ciertos riesgos ambientales
3. Resultados de revisiones sistemáticas y meta análisis relacionados con riesgos ambientales e impactos en la salud
4. Estudios individuales sobre determinantes ambientales
5. Opiniones de expertos

Por ejemplo, como parte de los resultados del informe para la carga mundial ambiental de la enfermedad, se encontró que la contaminación del aire es responsable del 14% de la carga de enfermedad para cáncer de pulmón en el mundo, y el 23 % para enfermedad isquémica del corazón; y que el manejo de aguas es responsable del 95% de la carga de dengue, como se puede ver en la **Ilustración 6 (8)**.



**Ilustración 6. Eventos y sus fracciones atribuibles ambientales. (8)**



**Alcaldía de Medellín**

### **Selección de eventos para la medición de la carga de la enfermedad atribuible a factores ambientales para Medellín**

Considerando los eventos asociados a carga ambiental según el estudio de la OMS de 2015 (8) y teniendo en cuenta: 1) la principal fuente de contaminación asociada, sea contaminación ambiental, contaminación interna y los asociados a condiciones sanitarias, 2) que sean eventos de alta prevalencia y/o importancia para la ciudad, 3) que la Fracción atribuible poblacional ambiental sea mayor al 15%, y 4) que existiera información disponible en los diferentes registros de la Secretaría de Salud. Considerando recomendaciones internas, se excluyen de este análisis de carga ambiental de la enfermedad, los eventos de causa externa (estos por estar asociados más directamente a ambientes construidos y otras dinámicas propias de la ciudad) y los asociados a condiciones laborales (debido a la dificultad en la información laboral disponible en los registros de prestación de servicios de salud), se seleccionaron entonces los siguiente eventos que se muestran en la **Tabla 4**

Para la obtención de la información se utilizan las fuentes disponibles en la Secretaría de Salud de Medellín, como son las bases de datos de estadísticas vitales, en las cuales se registran las defunciones; y las bases de datos provenientes del registro individual de prestaciones de servicio RIPS, considerando las agrupaciones de eventos según lo planteado en la **Tabla 4**, y que además están estandarizadas según lo recomendado por la GBD (10)





## Alcaldía de Medellín

**Tabla 4. Selección de eventos para el cálculo de la carga ambiental de la enfermedad.**

Factores ambientales asociados <sup>1</sup>	Grupo Evento <sup>2</sup>	%FAP <sup>3</sup> (según OMS para países bajos y medianos ingresos)	Código CIE10
Contaminación interna Contaminación ambiental Exposición secundaria a tabaco	Infecciones de las vías respiratorias inferiores,	37	J10-J18, J20-J22, J47
	Infecciones respiratorias superiores y otitis	24	J00-J06, J31.1-J31.2 H650-H678
Agua y condiciones sanitarias	Enfermedades diarreicas	61	A01-A09
Otros riesgos ambientales del hogar	Dengue	95	A90-A91
Contaminación interna	Cáncer de pulmón, hombres	45	C33-C34
Contaminación ambiental	Cáncer de pulmón, mujeres	48	C33-C34
Contaminación interna Contaminación ambiental Exposición secundaria a tabaco	Enfermedad isquémica del corazón	28	I20-I25, I13
	Accidente cerebrovascular	30	I60-I68
	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	17	J40-J44, J32
	Asma	44	J45-J46

<sup>1</sup>Según la OMS en 2015. <sup>2</sup>Según la agrupación categorías CIE 10. <sup>3</sup>según OMS 2015 para países bajos y medianos ingresos

### 3.2. Agua efecto en la salud de los seres humanos

Para la medición de este componente en el índice de desempeño de la salud ambiental, se definieron dos dimensiones: el acceso a servicios básicos de acueducto y alcantarillado y segundo la calidad del agua. Para la definición de las metas, se consideró lo planteado en el Conpes 90 del año 2005, en la cual se definió la meta de “Reducir a la mitad, para el año 2015 el porcentaje de personas



## Alcaldía de Medellín

sin acceso sostenible al agua potable y a servicios básicos de saneamiento”, tomando como línea base el año 1990. Esto significaba para el país un reto de alcanzar una cobertura de acueducto del 99% en el área urbana y 78% en el área rural y llegar a un indicador de cobertura de alcantarillado de 93% en el área urbana y 72% en el área rural, incluyendo soluciones alternativas (18).

Para medir el acceso a servicios básicos de acueducto y alcantarillado, se definen los siguientes indicadores, los cuales son monitoreados por la Secretaria de Gestión y control territorial y la Secretaria de Medio ambiente, así mismo las metas planteadas son las metas propuestas en el plan de desarrollo para el año 2019

- Porcentaje de acceso a acueducto
- Porcentaje de acceso a alcantarillado
- Residuos sólidos aprovechados respecto a los generados

Para medir el acceso al agua potable se tiene en cuenta dos aspectos, el primero es la calidad del agua para consumo humano, para lo cual, en Colombia el Ministerio de Salud y Protección Social, viene normalizando desde hace varios periodos la calidad del agua potable en el país y lleva a cabo la vigilancia de la misma a través de las Entidades Territoriales de Salud. Para perfeccionar la realización de esta tarea, se creó el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua, el cual fue adoptado mediante el Decreto No 1575 de 2007 y sus Resoluciones expedidas posteriormente, con base en el Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano– IRCA, como uno de los instrumentos básicos para garantizar dicha calidad (19).

La ponderación del IRCA, se estableció asignando un puntaje a cada característica fisicoquímica y microbiológica, estos están establecidos en la Resolución 2115 de 2007. Si su valor es cero (0) puntos, sin riesgo, cuando



## Alcaldía de Medellín

cumple con los valores aceptables para cada una de ellas y cien (100) puntos, más alto riesgo, cuando no cumple con ninguna. La Resolución 2115 de 2007, estableció los rangos para la clasificación del nivel de riesgo por muestra y con periodicidad mensual (**Tabla 5**), así mismo las notificaciones y acciones correspondientes que deben realizar los responsables directos, Autoridad Sanitaria y Persona Prestadora del servicio (19).

**Tabla 5. Niveles de riesgo según resultados del IRCA.**

IRCA		
Nivel de Riesgo	Clasificación IRCA (%)	Calidad Agua
Inviabile sanitariamente	80.1 - 100	Agua no apta para consumo humano
Riesgo alto	35.1 - 80	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento
Riesgo medio	14.1 - 35	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia
Riesgo bajo	5.1 - 14	
Sin riesgo	0 a 5	

Fuente: **Resolución 2157 Ministerio de Salud de Colombia año 2007**

El segundo aspecto a considerar es el acceso de la población a dicha agua potable, a través del seguimiento y las encuestas que se realizan desde el Departamento Administrativo de Planeación de Medellín y la oficina de Gestión Territorial. De igual forma que el anterior las metas son las establecidas en el plan de desarrollo para el año 2019

### 3.3. Contaminación del aire, efecto en los seres humanos

Para este componente se incluyen las mediciones de la calidad del aire relacionadas con las partículas PM 2.5 y el Ozono, para sus mediciones Medellín y el Área Metropolitana cuenta con una red de monitoreo de calidad del aire, que cuenta con 23 sitios de medición, con objetivos de monitoreo específico, los cuales



## Alcaldía de Medellín

están distribuidos en todos los municipios de su jurisdicción. Para el año 2015 dicha red contaba con 9 sitios de medición ubicados en el municipio de Medellín. Con estas mediciones de forma periódica se calcula el índice de calidad del aire dañino para la salud (ICA), este es un indicador elaborado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos para relacionar la concentración de los contaminantes, con el impacto a la salud de la población expuesta. Los límites fueron adoptados por el Ministerio de Ambiente, estos se muestran en la **Tabla 6** (20)

**Tabla 6. Categoría de Calidad para el ICA y sus efectos en la salud.**

Categoría	ICA	Efecto general
Buena	0-50	Ninguna
Moderada	51-100	Las personas extraordinariamente sensitivas deben considerar limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
Dañina a la salud para grupos sensibles	101-150	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, tales como el asma, deben limitar los esfuerzos prolongados al aire libre.
Dañina a la salud	151-200	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias, tales como el asma, deben evitar el esfuerzo prolongado al aire libre; todos los demás, especialmente los niños, deben limitar el esfuerzo prolongado al aire libre.
Muy dañina a la salud	201-300	Los niños y adultos activos, y las personas con enfermedades respiratorias tales como el asma, deben evitar cualquier esfuerzo al aire libre; todos los demás, especialmente los niños, deben limitar los esfuerzos al aire libre.
Peligrosa	Mayor a 300	Los valores "peligrosos" es muy probable que la población entera sea afectada.

Fuente: COLOMBIA. 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. Marzo de 2010. Bogotá – Colombia.

Debido a las dificultades en la construcción de un único y estandarizado indicador para medir la calidad del aire en toda la ciudad, se decide entonces definir un indicador para valorar este componente, considerando el número de estaciones con mediciones adecuadas durante un año, de la siguiente forma:

- Porcentaje de las estaciones de medición cumplen con la concentración promedio anual establecida para PM 2.5 (25mcg/m<sup>3</sup>)



## Alcaldía de Medellín

- Porcentaje de estaciones con excedencias de la concentración octohoraria de Ozono establecida en la norma (80 mcg/m<sup>3</sup>)

### 3.4. Consideraciones y limitaciones para su cálculo

- \* Para el cálculo del periodo 2016- 2019 se tiene en cuenta los valores ponderados de cada indicador que fue definidos por el índice de desempeño ambiental EPI del año 2015.(6)
- \* Para el cálculo de la carga de la enfermedad, el porcentaje de la fracción atribuible, se considera la definida por la OMS en su informe del año 2015, para los eventos definidos, y considerando el valor que se describe en dicho informe para países de América Latina y/o países de bajos y medianos ingresos(8)
- \* Se consideran para el cálculo de la carga de enfermedad, los eventos de salud con mayor fracción atribuible asociada a la exposición a factores ambientales, según lo definido por OMS en su informe del 2015, y que fueron definidos por los referentes de la Secretaria de Salud. En caso de incluir uno o varios eventos más se debe recalcular todo el periodo (8)
- \* Para el cálculo de los AVISA se tendrán en cuenta las consideraciones metodológicas aportadas en la investigación realizada en convenio con la Universidad de Antioquia en el año 2015(10)
- \* Para el cálculo de los AVD, se consideraran para cada grupo de eventos los casos incidentes, según los parámetros para definir incidencias descritos por Grisales et.al. (10)
- \* Se considerara como meta del cuatrienio disminuir en un 5% los AVISA totales asociados a condiciones ambientales. Este valor es estimado a



## Alcaldía de Medellín

- conveniencia, ya que no se tiene en la actualidad mediciones anteriores para construir tendencia.
- \* Para los indicadores del efecto del agua en la salud humana, se considera como fuente de información lo reportado por el Departamento administrativo de planeación de Medellín, de forma oficial, como meta se tendrán las establecidas en el plan de desarrollo 2016 -2019.
  - \* Para los indicadores del efecto de la contaminación del aire en la salud humana, se considera como fuente de información lo dispuesto por el Área Metropolitana, y como meta los límites establecidos como de menor riesgo para la salud por la OMS (11)
  - \* Como en la actualidad no se cuenta con mediciones de la contaminación al interior de las viviendas o construcciones, y para no alterar la desagregación de los valores ponderadores del Índice basado en el EPI, se asumirá el mismo nivel de contaminación del aire tanto externo como interno.



## Alcaldía de Medellín

### BIBLIOGRAFIA

1. Organización Mundial de la Salud, Salud ambiental. Sitio de Internet. Consultado 3 de octubre de 2017. Disponible en: [http://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](http://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
2. Ministerio de Salud y protección Social de Colombia. Referentes conceptuales abordajes determinantes ambientales. Consultado 3 de octubre de 2017]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/referentes-conceptuales-abordajes-determinantes-ambientales.pdf> Consultado 3 de octubre de 2017
3. Weltgesundheitsorganisation. Environmental health inequalities in Europe: assessment report. Copenhagen: World Health Organization, Regional Office for Europe; 2012. 190 p.
4. Organización Panamericana de la Salud. Preparar a la Región de las Américas para alcanzar el Objetivo de Desarrollo Sostenible sobre la salud. Publicación en Internet. OPS; 2015. Consultado 3 de octubre de 2017. Disponible en: <http://iris.paho.org/xmlui/handle/123456789/10017>
5. Prüss-Üstün A, Corvalán C. Preventing disease through healthy environments: towards an estimate of the environmental burden of disease. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2006. 104 p.
6. Yale Center for Environmental Law & Policy. 2008 EPI Report. Yale University. 2008 Consultado 10 de agosto de 2017. Disponible en: [http://archive.epi.yale.edu/files/2008\\_epi\\_report.pdf](http://archive.epi.yale.edu/files/2008_epi_report.pdf)
7. Yale Center for Environmental Law & Policy. Indicator: Environmental Burden of Disease. 2010 Consultado 10 de agosto de 2017. Disponible en: [http://www.ciesin.columbia.edu/repository/epi/data/2010EPI\\_metadata.pdf](http://www.ciesin.columbia.edu/repository/epi/data/2010EPI_metadata.pdf)
8. Prüss-Üstün A, Wolf J, Corvalán C, Bos R, Neira M. Preventing disease through healthy environments: a global assessment of the burden of disease from environmental risks. Second edition. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2016. 147 p.



## Alcaldía de Medellín

9. Angel Hsu, et. al. 2016 Environmental Performance Index (EPI). ResearchGate. Consultado 10 de agosto de 2017. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/309417857\\_2016\\_Environmental\\_Performance\\_Index\\_EPI](https://www.researchgate.net/publication/309417857_2016_Environmental_Performance_Index_EPI)
10. Hugo Grisales Romero, Sandra Milena Porras Cataño, Sandra Milena Porras Cataño, Sandra Milena Porras Cataño, Martha Elena Herrera Muñoz, Isabel Cristina Grajales Atehortúa, et al. Pérdida de años de vida saludable por la población de Medellín, 2006-2012. Medellín: Universidad de Antioquia;
11. OMS | Guías de calidad del aire - actualización mundial 2005. WHO. Disponible en: [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair\\_aqg/es/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair_aqg/es/)
12. Pereira Candel J, Cañón Campos J, Álvarez Martín E, Génova Maleras R. La medida de la magnitud de los problemas de salud en el ámbito internacional: los estudios de carga de enfermedad. Adm Sanit. 2001;(19):441-66.
13. Murray C, Lopez AD. Summary: The global burden of disease: A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020. World Health Organization and Harvard School of Public Health; 1996
14. Murray CJ, Evans DB, Acharya A, Baltussen RM. Development of WHO guidelines on generalized cost-effectiveness analysis. Health Econ. 2000; 9(3):235-51.
15. Coale AJ, Demeny P, Vaughan B. Models of mortality and age composition. En: Regional model life tables and stable population. 2.a ed. . New York: Academic Press; p. 3-7.
16. Salomon JA, Vos T, Hogan DR, Gagnon M, Naghavi M, Mokdad A, et al. Common values in assessing health outcomes from disease and injury: disability weights measurement study for the Global Burden of Disease Study 2010. The Lancet. 2012 Dec 15 (380): 2129–43. Available from: [http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(12\)61680-8/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(12)61680-8/abstract)
17. RODRÍGUEZ, J., y N. ACOSTA, 2008, Carga de Enfermedad en Colombia 2005: Resultados Alcanzados. Carga de Enfermedad en Colombia 2005: Resultados Alcanzados, Centro de Proyectos para el Desarrollo, Cendex





## Alcaldía de Medellín

18. Departamento Nacional de Planeación Colombia. Evolución de las coberturas de los servicios de acueducto y alcantarillado 1985-2013. Consultado 6 de diciembre de 2017. Disponible en:  
[https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/Agua/Documentos\\_sectoriales/1\\_z\\_2014\\_Art%C3%83%C2%ADculo\\_DNP\\_Evolucion\\_coberturas\\_servicios\\_AA\\_1985\\_2013.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Vivienda%20Agua%20y%20Desarrollo%20Urbano/Agua/Documentos_sectoriales/1_z_2014_Art%C3%83%C2%ADculo_DNP_Evolucion_coberturas_servicios_AA_1985_2013.pdf).
19. Ministerio de Salud y Protección Social. Informe nacional de calidad del agua para consumo humano INCA 2015. [Internet]. Bogotá, diciembre 2016: 31. [consultado 8 de diciembre de 2017]. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-2015\\_reducido.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SA/inca-2015_reducido.pdf)
20. Colombia, 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. (2010). Bogotá.
21. Alcaldía de Medellín, Secretaria de Salud. Análisis de situación de Salud a profundidad periodo 2010 -2015. (2017) Medellín. Colombia
22. Medellín como vamos. Informe Medio ambiente en Medellín, actualización marzo 2017. Disponible en <https://www.medellincomovamos.org/medio-ambiente/>





**Alcaldía de Medellín**