



GOBIERNO  
DE COLOMBIA



INSTITUTO  
NACIONAL DE  
SALUD

Carga de Enfermedad  
**AMBIENTAL**

en Colombia

INFORME TÉCNICO ESPECIAL 10

**OBSERVATORIO  
NACIONAL DE SALUD**



Fotomontaje de imágenes actuales tomadas en la Ciénaga Grande de Santa Marta, La Calera y el Sur de Bogotá. Representa, para el equipo del ONS, los riesgos ambientales para la salud presentes en tierra, agua y aire. Colombia, 2018.

Instituto Nacional de Salud  
Observatorio Nacional de Salud

Décimo Informe Técnico Especial

### **Carga de enfermedad ambiental**

#### **JUAN PABLO URIBE RESTREPO**

Ministro de Salud y Protección Social

#### **MARTHA LUCÍA OSPINA MARTÍNEZ**

Directora General INS

#### **ESPERANZA MARTÍNEZ GARZÓN**

Secretaria General

#### **OFICINA DE COMUNICACIONES INS**

#### **CARLOS ANDRÉS CASTAÑEDA ORJUELA**

Director Observatorio Nacional de Salud

2018

#### **Carlos Andrés Castañeda Orjuela**

Director Técnico Observatorio Nacional de Salud

#### **Equipo de trabajo**

Karol Patricia Cotes Cantillo  
Diana Patricia Díaz Jiménez  
Salomé Valencia Aguirre  
Gina Alexandra Vargas Sandoval  
Pablo Enrique Chaparro Narváez  
Fabio Alberto Escobar Díaz  
Luz Ángela Chocontá Piraquive  
Liliana Hilarión Gaitán  
Juan Camilo Gutiérrez-Clavijo  
Elkin Daniel Vallejo Rodríguez  
Andrea García Salazar  
Nelson José Alvis Zakzuk  
Liliana Castillo Rodríguez  
Diana Carolina Giraldo-Mayorga  
Aldo Parra-Sánchez  
Paula Tatiana Castillo Santana  
Nohora Mercedes Rodríguez Salazar

#### **Equipo de apoyo**

Alexander Mestre Hernández  
Ana Patricia Buitrago Villa  
José Silverio Rojas Vásquez  
Karen Daniela Daza Vargas  
Gimena Leiton Arteaga

Juan Camilo Acosta

#### **Edición Observatorio Nacional de Salud**

Kevin Jonathan Torres Castillo

#### **Diagramación y Diseño Observatorio Nacional de Salud**

#### **Fotografías**

Diana Carolina Giraldo-Mayorga  
Kevin Jonathan Torres Castillo  
Aldo Parra-Sánchez  
Elkin Daniel Vallejo Rodríguez  
Andrea García Salazar  
Juan Camilo Acosta

#### **Direcciones Instituto Nacional de Salud**

#### **Yamileth Ortiz Gómez**

Dirección de Investigación

#### **Franklyn Prieto Alvarado**

Dirección de Vigilancia y Análisis del Riesgo en Salud Pública

#### **Claudia Regina Llerena Polo**

Dirección de Redes en Salud Pública

#### **Nestor Fernando Mondragón**

Dirección de Producción

ISSN: 2346-3325

Para citar: Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, Carga de Enfermedad Ambiental; Décimo Informe Técnico Especial (Pag. ). Bogotá, D.C., 2018.

Todos los derechos reservados. El Observatorio Nacional de Salud (ONS) autoriza la reproducción y difusión del material contenido en esta publicación para fines educativos y otros fines NO comerciales, sin previa autorización escrita de los titulares del/ los titulares de los derechos de autor, especificando claramente la fuente. El Observatorio Nacional de Salud prohíbe la reproducción del material contenido en esta publicación para venta, reventa u otros fines comerciales, sin previa autorización escrita del/los titulares de los derechos de autor. Estas solicitudes deben dirigirse al Observatorio Nacional de Salud-ONS, Avenida calle 26 No.51-20, bloque B oficina 208 o al correo electrónico ons@ins.gov.co.

Todos los derechos reservados ©  
Colombia, Noviembre de 2018  
ONS © 2018

8.

# Metodología

8.1 Estimación de Carga de Enfermedad ambiental en Colombia, 2016

8.2. Revisiones sistemáticas de literatura

8.2.1. Metodología revisión de literatura: Carga de enfermedad asociada a factores ambientales

8.2.2. Métodos revisión sistemática de la literatura: Efectos del cambio climático en la salud humana en Colombia

8.3. Evaluar económicamente la mortalidad prematura asociada a factores de riesgo ambiental en Colombia, 2016

8.4. Metodología: revisión estado del arte sobre políticas públicas relacionadas con salud ambiental

8.5. Estudios de caso

8.5.1. Estudio de caso: análisis de la relación entre las acciones antrópicas y el deterioro ambiental en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

8.5.2. Cambia el clima, cambia la comida. Vulnerabilidad y pobreza en la población afrocolombiana del consejo comunitario Bajo Mira y Frontera, Tumaco. Metodología de estudio de caso.

8.5.3. Metodología análisis experiencia intersectorial Consejo Territorial en Salud Ambiental (COTSA) Cali

## 8.1. Estimación de Carga de Enfermedad ambiental en Colombia

Salomé Valencia-Aguirre  
Liliana Hilarión-Gaitán  
Juan Camilo Gutiérrez-Clavijo  
Diana Díaz-Jiménez  
Carlos Castañeda-Orjuela

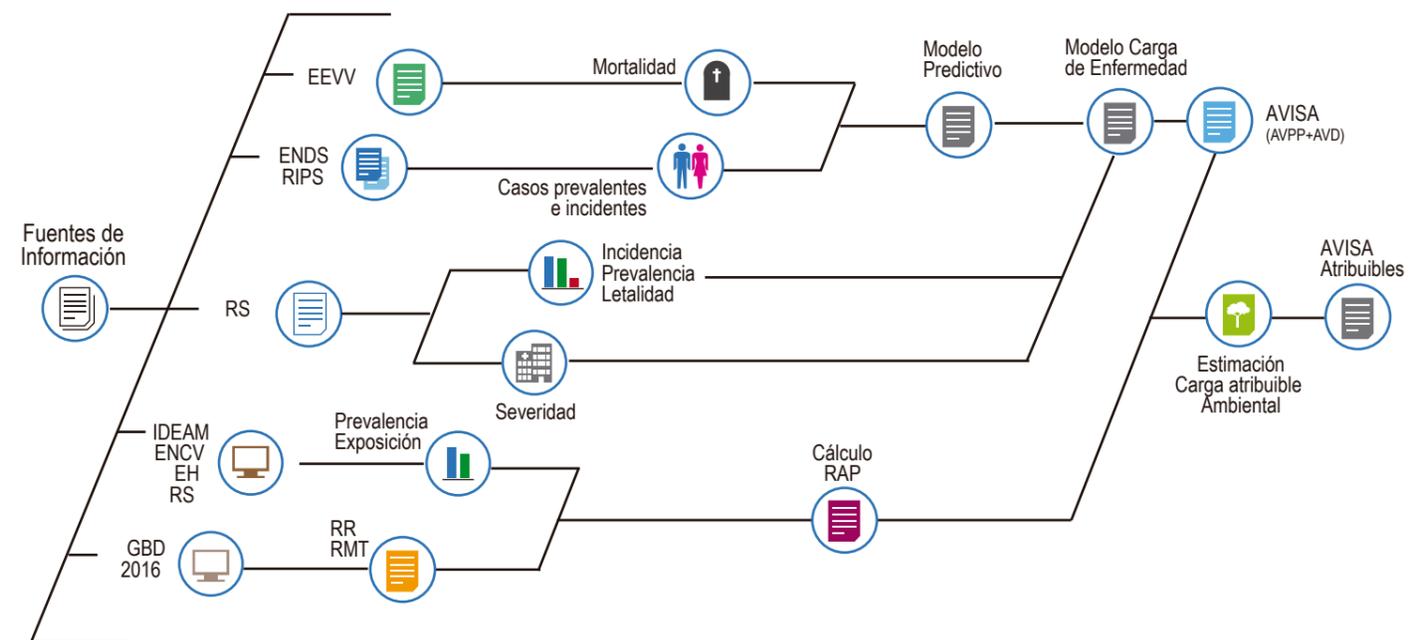
factores de riesgo ambiental desagregados por edad y sexo. El análisis de la información fue realizado a nivel nacional y departamental.

La obtención de estos parámetros dio lugar a la realización del modelo para estimar la carga de enfermedad medida en años de vida saludables perdidos (AVISA), atribuible a cada uno de los factores de riesgo ambiental considerados.

El proceso para estimar la carga de enfermedad por factores de riesgo ambiental en Colombia, año 2016, adoptó la metodología del Estudio Global de Carga de Enfermedad (GBD, por sus siglas en inglés) y combinó diferentes fuentes de información y metodologías de análisis.

La Figura 1 presenta de forma detallada las fuentes de información, el procesamiento y las salidas para esta estimación. El procedimiento partió de la selección de los factores de riesgo ambiental y eventos en salud relacionados, de acuerdo con la evidencia del GBD 2016. Como fuentes de información se utilizaron: Encuestas Nacionales de Demografía y Salud (ENDS), Registros Individuales de Prestación de Servicios (RIPS), Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV), Estadísticas vitales y proyecciones poblacionales del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), registros del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), artículos científicos publicados en revistas indexadas y el propio GBD 2016.

El procesamiento de esta información dio como resultado la generación de parámetros para los eventos seleccionados de: mortalidad, morbilidad, severidad y prevalencia de exposición a los



**Figura 1.** Proceso de estimación de carga de enfermedad ambiental en Colombia, 2016

EEVV = Estadísticas vitales, ENDS = Encuesta nacional de demografía y salud, RIPS = Registros individuales de prestación de servicios, RS = Revisión sistemática, IDEAM = Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, ENCV = Encuesta Nacional de Calidad de Vida, EH = Encuesta Nacional de Hogares, GBD = Estudio de carga de enfermedad 2016, RR = Riesgo Relativo, RMT = Riesgo Mínimo Teórico.

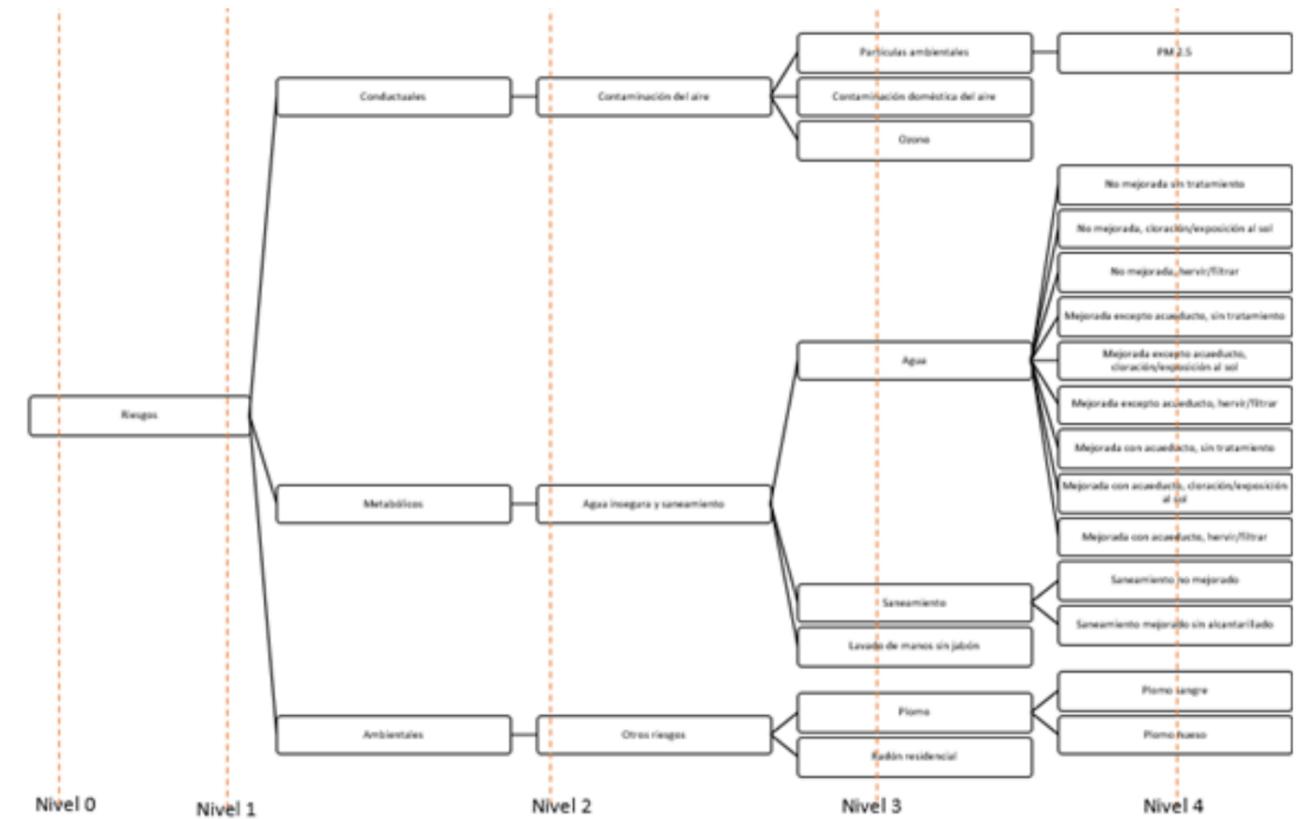
### 8.1.1. Factores de riesgo ambiental y Eventos en salud

#### 8.1.1.1. Factores de riesgo ambiental

El GBD 2016 calculó la proporción de muertes y AVISA que podrían atribuirse a la exposición a un factor de riesgo determinado en 195 países y territorios anidados en 21 regiones, en el periodo 1990-2016. Utilizaron la metodología de la evaluación comparativa de riesgos (CRA, por sus siglas en inglés) que establece una red causal jerárquicamente organizada y permite la cuantificación de riesgos o causas a cualquier nivel (1).

Los hallazgos del GBD establecieron 481 posibles relaciones causales entre factores de riesgo y desenlaces en salud, que cumplieron con los criterios para evidencia convincente o probable de causalidad. Los riesgos relativos (RR) de mortalidad, morbilidad y fuentes de exposición se calcularon a partir de revisiones sistemáticas, encuestas de hogares, censos y datos satelitales. Estos riesgos se estimaron en función de la edad, el sexo, el nivel de exposición y la distribución de la exposición entre los individuos (2).

Para calcular la carga atribuible (número de muertes y AVISA debidos a cada factor de riesgo), el GBD utilizó como referente el nivel mínimo teórico de exposición al factor de riesgo (1). Esta estimación se realizó para 84 grupos de riesgo estratificados en cinco niveles jerárquicos: nivel 0, factores de riesgo combinados; nivel 1, factores ambientales y ocupacionales, metabólicos y de riesgo conductual; nivel 2, riesgos individuales y grupos de riesgo; nivel 3, riesgos únicos; y nivel 4, riesgos desagregados (2). Para este trabajo se utilizaron únicamente los riesgos ambientales que se muestran en la Figura 2.



**Figura 2.** Factores de riesgo ambiental incluidos, según nivel de riesgo en el GBD 2016

Fuente: Global Burden Disease (GBD) (2)

Los factores de riesgo ambiental considerados por este estudio son (2):

- Contaminación ambiental por material particulado (PM por sus siglas en inglés): concentración promedio anual en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de partículas con un diámetro aerodinámico menor de 2,5 micrómetros ( $\text{PM}_{2,5}$ ) en un metro cúbico de aire.
- Contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos: exposición intradomiciliaria a la polución del aire. Se expresa como el porcentaje de hogares que utilizan este tipo de materiales.
- Contaminación ambiental por ozono: concentración máxima de ozono ( $\text{O}_3$ ) expresada como partes por billón (ppb) (3).
- Agua insegura: definida con base en la fuente primaria y tratamiento del agua en el hogar. Las fuentes hídricas se clasifican como mejoradas por acueducto, mejoradas sin acueducto y no mejoradas. El tratamiento se clasifica en cloración/exposición al sol, hervir/filtrar, y no tratamiento. Con estos criterios el GBD construye nueve categorías en relación con la seguridad del agua para consumo del hogar y el porcentaje de hogares en cada una (Tabla 1).

**Tabla 1.** Categorías de seguridad del agua para consumo del hogar, Estudio Global de Carga de Enfermedad, 2016

Categoría	Definición en proporción de hogares que poseen...
No mejorada, sin tratamiento	Una fuente de agua no mejorada y no realizan ningún tipo de tratamiento antes de su consumo
No mejorada, cloración/exposición al sol	Una fuente de agua no mejorada y realizan tratamiento mediante cloración o exposición al sol
No mejorada, hervir/filtrar	Una fuente de agua no mejorada y realizan tratamiento mediante hervir o filtrar el agua
Mejorada excepto acueducto, sin tratamiento	Fuentes de agua mejorada distintas al acueducto y no realizan ningún tipo de tratamiento antes de su consumo
Mejorada excepto acueducto, cloración/exposición al sol	Fuentes de agua mejorada distintas al acueducto y realizan tratamiento mediante cloración o exposición al sol
Mejorada excepto acueducto, hervir/filtrar	Fuentes de agua mejorada distintas al acueducto y realizan tratamiento mediante hervir o filtrar el agua
Mejorada con acueducto, sin tratamiento	Fuentes de agua mejorada por acueducto y no realizan ningún tipo de tratamiento antes de su consumo
Mejorada con acueducto, cloración/exposición al sol	Fuentes de agua mejorada por acueducto y realizan tratamiento mediante cloración o exposición al sol
Mejorada con acueducto, hervir/filtrar	Fuentes de agua mejorada por acueducto y realizan tratamiento mediante hervir o filtrar el agua

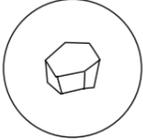
Fuente: *Global Burden Disease, 2016 (2)*

- Saneamiento inseguro: establecido según los mecanismos de disposición de excretas utilizados en el hogar. Se expresa como el porcentaje de hogares en cada categoría:
  - Instalaciones de saneamiento mejoradas con alcantarillado
  - Mejoradas sin alcantarillado
  - No mejoradas
- Lavado de manos: cuenta o no en el hogar con una infraestructura para lavado de manos con agua y jabón.
- Plomo en sangre y hueso: la exposición aguda se define como la concentración en sangre de plomo en  $\mu\text{g}/\text{dL}$ . La exposición crónica es medida como la acumulación ósea en  $\mu\text{g}$  de plomo por gramo de hueso ( $\mu\text{g}/\text{g}$ ).
- Radón residencial: promedio diario de exposición a radón gaseoso en el interior de edificaciones. Medido en Becquerelios (desintegración por segundo) por metro cúbico ( $\text{Bq}/\text{m}^3$ ).

#### 8.1.1.2. Eventos en salud asociados a los factores de riesgo ambiental

El proceso de identificación de factores de riesgo se cruzó con aquellos posibles desenlaces en salud que podrían estar asociados con estos. Para el propósito de este estudio, se consideraron doce eventos en salud (Tabla 2). La Tabla 3 presenta los códigos de diagnóstico de la Clasificación Internacional de Enfermedades versión 10 (CIE-10) considerados para este análisis.

**Tabla 2.** Factores de riesgo ambiental y desenlaces en salud asociados incluidos en la estimación de carga de enfermedad ambiental en Colombia, 2016

	No mejorado, sin tratamiento	Mejorada con acueducto, cloración/exposición al sol	Enfermedad diarreica
	No mejorado, clorado	Mejorada con acueducto, hervir/filtrar	
	No mejorado, filtrado	No mejorada	
	Mejorado, sin tratamiento (excepto acueducto)	Mejorado (sin alcantarillado)	
	Mejorado, clorado (excepto acueducto)	Alcantarillado (saneamiento mejorado con alcantarillado)	
	Mejorado, filtrado (excepto acueducto)	No lavado de manos	
	Mejorada con acueducto sin tratamiento	Lavado de manos con agua y sin jabón	
	Contaminación ambiental por material particulado (PM 2,5):		Enfermedad respiratoria baja
	Contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos		Cáncer tráquea, bronquios y pulmones
	Contaminación ambiental por ozono		Enfermedad isquémica del corazón
	Exposición a plomo en sangre		Enfermedad cerebrovascular isquémico
	Exposición a plomo en hueso		Enfermedad cerebrovascular hemorrágico
	Radón residencial		EPOC
			Cataratas
			Enfermedad renal crónica debida a diabetes mellitus
			Enfermedad renal crónica debida a la hipertensión
		Enfermedad renal crónica debida a glomerulonefritis	
		Discapacidad intelectual idiopática del desarrollo	

Fuente: Global Burden Disease, 2016 (2)

**Tabla 3.** Listado de códigos CIE-10 según el diagnóstico de enfermedades asociados a factores de riesgo ambiental

Enfermedad	Códigos CIE 10
Enfermedad diarreica	A00-A00.9, A02-A04.1, A04.3, A04.5-A07, A07.2-A07.4, A08-A09.9, R19.7
Enfermedad respiratoria baja	A48.1, A70, B97.4-B97.6, J09-J15.8, J16-J16.9, J20-J21.9, P23.0-P23.4, U04-U04.9
Cáncer tráquea, bronquios y pulmones	C33-C34.9, D02.1-D02.3, D14.2-D14.3, D38.1
Enfermedad isquémica del corazón	I20-I25.9
Enfermedad cerebrovascular isquémico	G45-G46.8, I63-I63.9, I65-I66.9, I67.2-I67.3, I67.5-I67.6, I69.3
Enfermedad cerebrovascular hemorrágico	I60-I62.9, I67.0-I67.1, I68.1-I68.2, I69.0-I69.2
EPOC	J40-J44.9, J47-J47.9
Enfermedad renal crónica debida a diabetes mellitus	E10.2, E11.2, E12.2, E13.2, E14.2
Enfermedad renal crónica debida a la hipertensión	I12-I13.9
Enfermedad renal crónica debida a glomerulonefritis	N03-N06.9
Discapacidad Intelectual*	F70, F79.9, Z81.0
Cataratas*	H25, H26.9, H28, H28.8

Fuente: Lista de códigos CIE mapeados para la lista de causas de fatales y no fatales del estudio de Carga Global de Enfermedad.

\*Estos códigos solo fueron utilizados para el análisis de morbilidad (4)

## 8.1.2. Fuentes de información

### 8.1.2.1 Factores de riesgo

Para obtener las variables de exposición a los factores de riesgo ambiental para Colombia, se realizó una revisión de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ENCV) del DANE y de las bases ambientales del IDEAM. Así mismo, el estudio se apoyó en revisiones sistemáticas de literatura para aquellas variables de exposición que no estuvieran disponibles para Colombia.

### 8.1.2.2 Eventos en salud

Para el análisis de los eventos de morbilidad se utilizó información de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) de 2000, 2005, 2010 y 2015 y de los RIPS. En cuanto a mortalidad, se utilizó como base la información de defunciones del DANE. En ambos casos fue fundamental la proyección de población de 2016 del DANE (5).

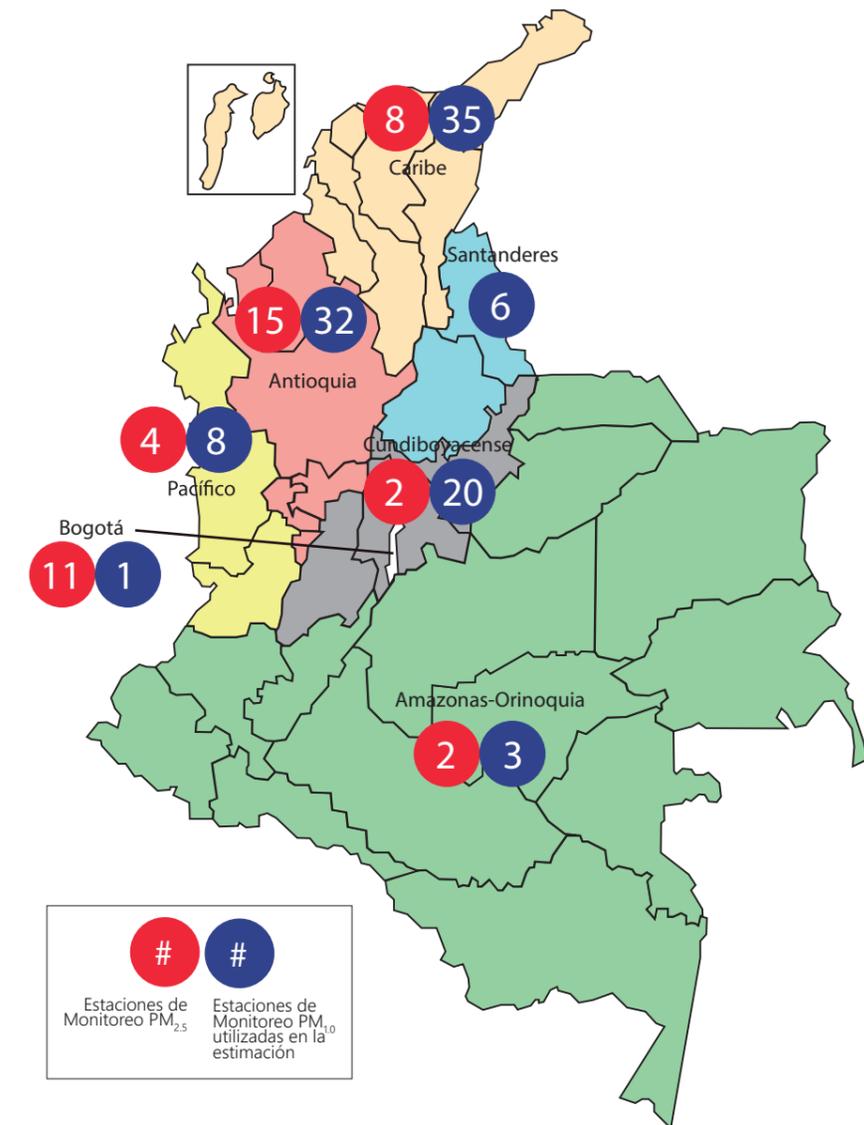
### 8.1.3 Procesamiento de Datos

#### 8.1.3.1. Factores de riesgo ambiental

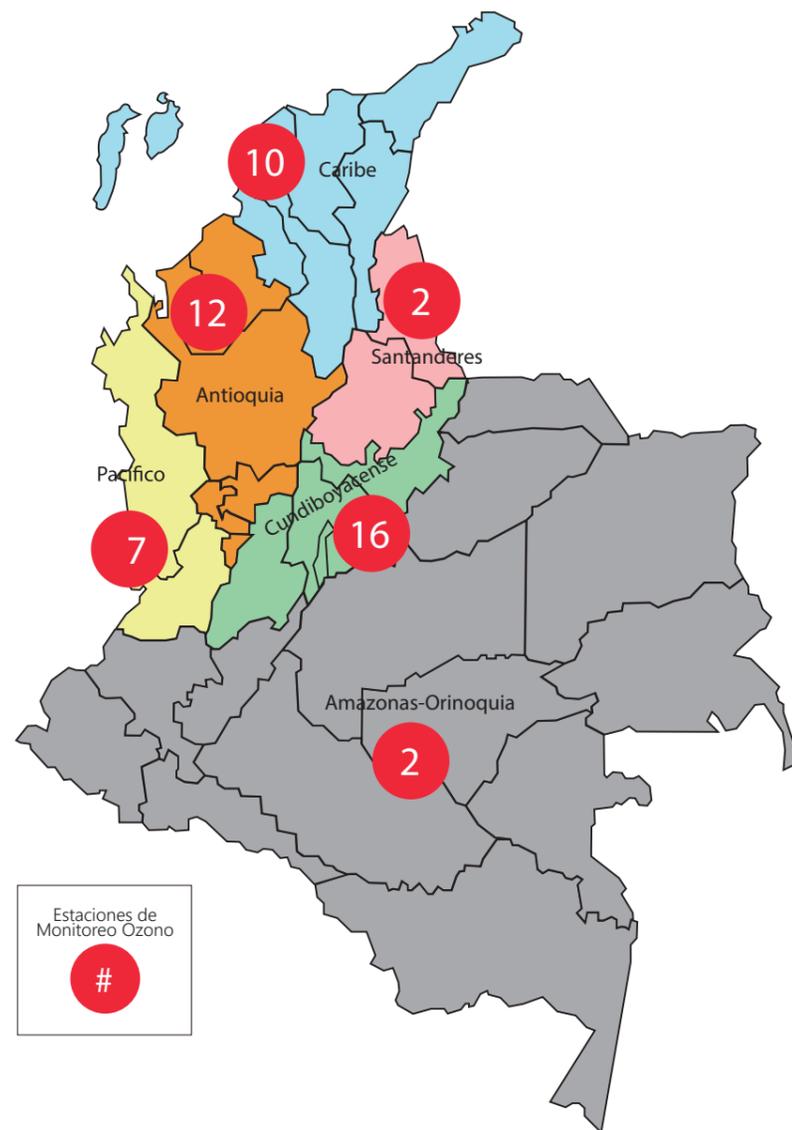
##### 8.1.3.1.1. Contaminación ambiental por material particulado (PM<sub>2,5</sub>) y por ozono

Las bases de datos del IDEAM disponían de la información sobre PM<sub>2,5</sub> brindada por medio de 38 estaciones de monitoreo de aire distribuidas en 10 entidades territoriales. Sin embargo, el objetivo implicaba aumentar la cobertura geográfica, por tal motivo se incluyeron de manera adicional las estaciones que midieron PM<sub>10</sub>, utilizando este indicador para estimar PM<sub>2,5</sub> mediante un modelo de regresión lineal (6,7) (Figura 3). De igual forma, fueron identificadas 49 estaciones en 11 entidades territoriales, con el fin de generar las mediciones de concentraciones máximas de ozono. La distribución de dichas concentraciones fue realizada por grupos de departamentos o grupos de municipios, teniendo en cuenta los datos de las estaciones más cercanas (Figura 4). En ambos casos se seleccionaron los valores de 2016 en estaciones con cincuenta o más mediciones en el año.

En las estaciones que no contaron con información durante el periodo analizado se tomaron los datos de 2015 y 2017 para PM<sub>2,5</sub> y ozono, respectivamente.



**Figura 3.** Zonas geográficas de las concentraciones PM<sub>2,5</sub>  
Fuente: análisis equipo de trabajo Observatorio Nacional de Salud



**Figura 4.** Zonas geográficas de las concentraciones de Ozono  
Fuente: análisis equipo de trabajo Observatorio Nacional de Salud

#### 8.1.3.1.2. Fuentes de agua insegura

La ENCV 2016 (8) sirvió de fuente de información, adaptando las categorías de las preguntas de fuentes y tratamiento de agua para consumo humano del hogar a las planteadas por el GBD 2016 (Tabla 4 y Tabla 5). Se utilizó el factor de expansión de cada hogar al momento de realizar el cálculo del porcentaje de hogares por cada categoría de seguridad del agua en las regiones del país (Amazonas y Orinoquía, Antioquia, Atlántica, San Andrés, Central, Oriental, Pacífica, y Valle del Cauca) (Figura 4).

Así mismo, con el fin de determinar la calidad del agua se estimó un porcentaje ponderado departamental de presencia de coliformes totales a partir del índice de riesgo de calidad del agua municipal IRCA.



**Figura 5.** Distribución regional de las categorías de seguridad del agua  
Fuente: análisis equipo de trabajo Observatorio Nacional de Salud

**Tabla 4.** Categorías de fuentes de agua mejorada y no mejorada de GBD y Encuesta Nacional de Calidad de Vida

Fuente de Agua	GBD-2016	ENCV-2016
No mejorada	Pozo no cubierto Fuente no cubierta Ríos o estanques Agua suministrada por vendedores Agua de camión cisterna	Pozo sin bomba, jagüey Río, quebrada, manantial o Nacimiento Carro tanque Aguatero
Mejorada excepto acueducto	Pozo Pozo excavado cubierto Fuente protegida Fuente de agua pública Recolección de agua lluvia	Pozo con bomba Agua lluvia Pila pública Agua embotellada o en bolsa
Mejorada con acueducto	Conexión de los hogares	Acueducto público Acueducto comunal o veredal

Fuente: Global Burden Disease, Encuesta Nacional de Calidad de Vida, 2016

**Tabla 5.** Categorías de métodos de tratamiento de agua en Encuesta Nacional de Calidad de Vida

Tratamiento de agua (GBD 2016)	ENCV-2016
Sin tratamiento	El agua para beber la usan tal como la obtienen
Cloración/exposición al sol	El agua para beber le echan cloro
Hervir/filtrar	El agua para beber la hierven, utilizan filtros, la decantan o usan filtros naturales, o compran agua embotellada o en bolsa.

Fuente: Global Burden Disease, Encuesta Nacional de Calidad de Vida, 2016

### 8.1.3.1.3. Saneamiento inseguro

La construcción de este indicador utilizó la ENCV 2016. En la generación de los parámetros de exposición fue necesario reclasificar las diferentes categorías asimilándolas a las propuestas por el GBD 2016 (Tabla 6). El indicador se construyó utilizando el factor de expansión de cada hogar.

**Tabla 6.** Categorías saneamiento del hogar de GBD y Encuesta Nacional de Calidad de Vida

Fuente de Agua	GBD-2016	ENCV-2016
No mejorada	Letrina pública o compartida Letrina de pozo abierta Letrina de cubo	Inodoro sin conexión Letrina compartida con personas de otros hogares No tiene servicio sanitario Bajamar
Mejorada excepto acueducto	Conexión a un sistema séptico Letrina de sifón Letrina de pozo simple Letrina de pozo mejorada con ventilación	Inodoro conectado a pozo séptico Letrina de uso exclusivo de las personas del hogar
Mejorada con acueducto	Conexión al alcantarillado	Inodoro conectado a alcantarillado

Fuente: Global Burden Disease, Encuesta Nacional de Calidad de Vida, 2016

### 8.1.3.1.4. Contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos

Este indicador se basó en la ENCV 2016, calculando el porcentaje de hogares que utilizan combustibles sólidos (leña, madera, carbón de leña, carbón mineral, y materiales de desecho (basura y excrementos de bovinos y equinos), a partir de la pregunta: ¿cuáles son los materiales empleados para cocinar?

### 8.1.3.2. Datos de mortalidad 2016

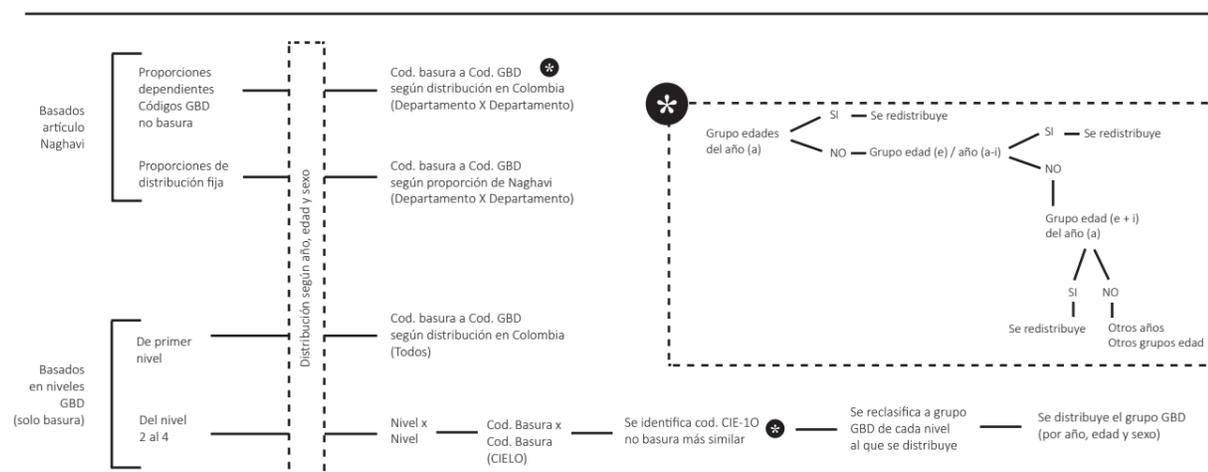
A partir de los casos de muertes para los eventos seleccionados y reportados en la base de defunciones del DANE (5) y la proyección de población para el mismo año se estimaron las tasas específicas de mortalidad para cada evento por departamento, edad y sexo. También se estimaron tasas ajustadas por edad y sexo, a nivel departamental y nacional. La población estándar fue la población OMS 2001 (9), con el ajuste por método directo. Los registros que tenían valores perdidos en las variables sexo y edad, fueron imputados con un modelo de predicción ajustado en una muestra aleatoria del 70%, de los registros completos, y validada con el 30% restante. Se usó la metodología de machine learning con modelos de clasificación de random forest implementados en el lenguaje de programación R con el paquete caret. Las variables predictivas fueron año, municipio, causa de muerte y en el caso de la imputación de edad se incluyó el sexo como variable predictiva. No se imputaron datos en los registros completos.

#### 8.1.3.2.1. Códigos de Basura o causas improbables de muerte

Un aspecto importante para mejorar la comparabilidad de los datos con respecto a las causas de muerte es considerar los denominados códigos basura, es decir, aquellos a los que se asignaron muertes que no pueden o no deben considerarse como la causa subyacente de la misma, por ejemplo: insuficiencia cardíaca, sitio de cáncer mal definido, senilidad, causas externas de lesiones mal definidas o septicemia. Estos deben ser redistribuidos entre las demás causas de muertes existentes (10).

Este proceso implicó una identificación de cada uno de los códigos del CIE-10 y se agruparon según la lista de causas de muerte del GBD (10). Posteriormente, se realizó la redistribución de los códigos basura dentro de las causas de muerte no basura, teniendo en cuenta la proporción de tasas específicas por edad y sexo para cada grupo de causas del GBD y los métodos utiliza-

dos por Naghavi et al (11), relacionados con los códigos basura identificados en dicha publicación. Los demás códigos basura se redistribuyeron, según el nivel definido en el GBD 2016, de forma proporcional acorde a la mortalidad de cada grupo de edad, sexo y año para Colombia. Por ejemplo, los códigos basura de primer nivel se distribuyeron en forma proporcional en todas las causas de muerte, los de segundo nivel, en los códigos no basura de primer nivel del grupo al que pertenecía los CIE-10 más similares, y así sucesivamente (Figura 6). Se programó un código en R, con el fin de realizar la redistribución de forma individual por cada caso de código basura.



**Figura 6.** Diagrama de flujo para la redistribución de los códigos basura, según metodología GBD

Fuente: análisis equipo de trabajo Observatorio Nacional de Salud

### 8.1.4. Revisiones sistemáticas de literatura (RS)

La primera capturó la información sobre la prevalencia de exposición de los factores de riesgo ambiental en los cuales no se contaba con información en fuentes oficiales. La segunda buscaba obtener los parámetros epidemiológicos (incidencia, prevalencia y letalidad) de los eventos de salud considerados.

Para cada RS se definió una pregunta de investigación, incluyendo una sintaxis específica con términos MeSH, no MeSH y operadores booleanos. Así mismo, se establecieron criterios de selección (inclusión y exclusión) (Tabla 7 y Tabla 8). Además, utilizó el motor de búsqueda PubMed. Cuando la búsqueda arrojó más de 200 resúmenes, se estableció una restricción de tiempo (publicaciones posteriores al 2000). En las búsquedas con resultados menores a 40 artículos para Colombia se incluyeron países de América Latina y el Caribe.

La lectura de título y resumen requirió un equipo de cuatro revisores, organizados por pares independientes. En caso de disenso, los revisores independientes debían leer conjuntamente el título y resumen nuevamente para definir si se incluía. Los artículos seleccionados se llevaron a lectura de texto completo, verificando criterios de inclusión y exclusión (Anexos 1-17).

#### 8.1.4.1. Factores de riesgo ambiental

Los términos MeSH utilizados para las búsquedas fueron (Anexo 1): *Radon, Radon Daughters, Lead, Lead Poisoning, Hand Hygiene, Hand Sanitizers, Hand Disinfection, Health Surveys, Behavioral Risk Factor Surveillance System, Population Surveillance, Biosurveillance, Public Health Practice, Public Health Surveillance, Health Status Indicators, Randomized Controlled Trials as Topic, Sentinel Surveillance, Epidemiology, Prevalence, Colombia, excluding North America.*

**Tabla 7.** Criterios de selección de RS de parámetros de factores de riesgo ambiental

Ítems	Revisión factores de riesgo ambiental: Radón, plomo y lavado de manos
Objetivo	Capturar la prevalencia de exposición de radón plomo y lavado de manos en población general.
Pregunta de investigación	¿Cuál es la prevalencia de exposición de radón y plomo en Colombia o América Latina y el Caribe, en población general?
Criterios de inclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Tipo de estudio: descriptivos, analíticos.</li> <li>*Tipo de documento: artículos originales, revisiones sistemáticas y meta análisis.</li> <li>Reporte de información: proporción de los estadios de severidad de la enfermedad.</li> <li>Reporte de información: prevalencia de exposición de radón y plomo (medición en sangre y hueso) en población general.</li> </ul>
Criterios de exclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Estudios con estimaciones provenientes de modelos estadísticos, matemáticos o modelaciones, sin medición directa en la población.</li> <li>* Estudios ocupacionales.</li> <li>* Estudios con medición de plomo en saliva, agua, suelo o animales.</li> <li>* Estudios con medición de radón en volcanes y agua.</li> </ul>

#### 8.1.4.2. Eventos en salud (ocurrencia)

Los términos MeSH utilizados para las búsquedas fueron los siguientes (Anexo 2): *Diarrhea, Infections, Rotavirus Infections, Enterobacteriaceae Infections, Dysentery, Bacillary, Respiratory Tract Infections, Respiratory Tract Diseases, Respiratory Syncytial Virus Human, Respiratory Tract Diseases, Pneumonia, Bronchiolitis, Bronchitis, Lung Neoplasms, Tracheal Neoplasms, Tracheal Diseases, Bronchial Neoplasms, Renal Insufficiency, Kidney Failure, Chronic, Acute Kidney Injury, Renal Insufficiency, Chronic, Glomerulonephritis, Kidney Diseases, Hypertension, Diabetic Nephropathies, Diabetes Mellitus, Pulmonary Disease, Chronic Obstructive, Pulmonary Emphysema, Bronchitis, Chronic, Myo-*

*cardial Ischemia, Myocardial Infarction, Myocardial Ischemia, Stroke, Brain Ischemia, Intracranial Hemorrhages, Intellectual Disability, Cataract, Capsule Opacification, Lens Diseases, Epidemiology, Prevalence, Incidence, Mortality, Hospitalization, Cost of Illness, Colombia, excluyendo North America.*

**Tabla 8.** Criterios selección de revisiones sistemáticas de parámetros epidemiológicos y grados de severidad

Ítems	Revisión parámetros epidemiológicos
Objetivo	Capturar parámetros de incidencia, prevalencia y letalidad para cada uno de los eventos incluidos
Pregunta de investigación	¿Cuál es la prevalencia, incidencia y letalidad en Colombia o América Latina y el Caribe para cada evento?
Criterios de inclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Tipo de estudio: descriptivos, analíticos.</li> <li>*Tipo de documento: artículos originales, revisiones sistemáticas y meta análisis.</li> <li>* Geografía: Colombia o América Latina y el Caribe.</li> <li>* Idiomas: español, inglés, portugués.</li> </ul> Reporte de información: prevalencia, incidencia, letalidad de la enfermedad en población general.
Criterios de exclusión	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Estudios con estimaciones provenientes de modelos estadísticos, matemáticos o modelaciones, sin medición directa en la población.</li> <li>*Estudios de letalidad con una población de estudio menor a 50 pacientes.</li> <li>*Artículos que utilizaron estimaciones de GLOBOCAN o DANE. La fuente DANE se excluyó de la literatura porque los datos del DANE fueron usados en la modelación de carga directamente.</li> </ul>

Una vez obtenidos los parámetros de ocurrencia, se identificó la agrupación por edad y sexo que tenían los estudios, en el caso que esta fuera diferente a la definida por el presente trabajo, un procedimiento de ajuste y expansión de estas variables se generó (10) a partir de las distribuciones de causas de morbilidad en Colombia.

#### 8.1.5. Estimación de las consultas a partir de las Encuestas Nacionales de Demografía y Salud

La metodología para la estimación de consultas por medio de la Encuesta Nacional de Demografía y Salud (ENDS) y el ajuste con los RIPS fue descrita previamente (12). Se utilizaron las ENDS de 2000, 2005, 2010 y 2015. Tomando los pesos muestrales de cada observación se estimó el número de personas que consultaron a los servicios de salud por cada año de la encuesta, departamento, sexo y grupo de edad (<1 año, 1-4, 5-9, 10-14, ... ,75-79, y 80+). La tasa diaria y anual de hospitalización (personas día y personas año) se calculó a través de lo reportado en la pregunta sobre asistencia a servicios médicos durante el último mes para tratamiento de una enfermedad.

Las estimaciones, extrapoladas al total de la población, del número de consultas anuales, se calcularon por medio de la pre-

gunta relacionada con la asistencia al médico en el último mes. Esta estimación se realizó para al menos una consulta al año con base en las respuestas a la pregunta sobre si consultó durante el año. Este ítem no fue incluido en la encuesta del 2000, por lo tanto, se imputó este valor a partir del promedio del número de consultas por persona reportado para los años 2005, 2010 y 2015, por grupo poblacional y departamento.

Al conocer el número de personas consultando al médico por enfermedad, al menos una vez para cada año de las encuestas, por departamento, grupo de edad y sexo, se ajustó un modelo lineal generalizado de tipo poisson con la variable offset de la población. Esto con el fin de predecir el número de consultas en los años intercensales y después de la última encuesta. El modelo, ajustado sobre un 70% de las observaciones, realizó una validación cruzada de este, frente al 30% restante. Para el periodo 2010-2016, se calculó el valor anual de personas consultando por departamento, grupo de edad y sexo.

#### 8.1.5.1 Estimación de la morbilidad a partir del RIPS y ajuste con la ENDS

Partió de la consulta a la herramienta denominada CUBO de información de los RIPS en el Sistema de Información para la Protección Social (SISPRO) del periodo 2010-2016. Se generaron tablas dinámicas para el número de personas consultando cada año, por todas las causas de enfermedad general y para cada evento seleccionado para el análisis. Estas consultas fueron generadas por año, departamento, sexo y grupo quinquenal de edad.

Como ya han hecho hincapié informes previos del ONS (12,13), no todas las consultas realizadas se reflejan en la base de datos de RIPS a través de SISPRO. Se puede ajustar este subregistro por medio de la comparación del número total de consultas registradas en la base de RIPS y el número de personas que han consultado al año por un problema de salud según la ENDS. La combinación de estas dos fuentes permitió estimar un factor de subregistro, a nivel departamental, utilizado para la corrección (factor de expansión) del número real de personas consultando por cada evento de interés, asumiendo que el subregistro no dependió del evento atendido. El número anual de personas consultando al menos una vez fue tomado como el número de casos prevalentes en el periodo de un año si se trataba de una enfermedad crónica e incidentes en el caso de las enfermedades agudas.

De esta forma, se calculó el número de personas consultando por cada evento por departamento, sexo y edad, para los años 2010-2016. Con estos valores y los tamaños poblacionales se estimaron las prevalencias e incidencias anuales para cada enfermedad. Al igual que en el proceso de estimación de consultas por medio ENDS, se utilizó un modelo predictivo, con el fin de estimar las consultas a partir de los RIPS entre 2010-2015 y proyectar el total de consultas en 2016. Se ajustó un modelo lineal generalizado de la familia poisson con la variable población como variable offset. Con el fin de identificar el modelo predictivo de mejor rendimiento se utilizó el enfoque de machine learning. Los modelos se construyeron por enfermedad sobre el 70% de la muestra y se realizó la validación cruzada frente al 30% restante.

### 8.1.6. Riesgo Atribuible Poblacional (RAP)

El RAP se define como la reducción proporcional de la enfermedad o la mortalidad de la población que se produciría si la exposición a un factor de riesgo se reduce a un escenario de exposición ideal alternativo (14,15). El riesgo se puede categorizar con base en cómo se mide la exposición así: dicotómicas, politómica y continuas (2).

Los datos de exposición a los factores de riesgo analizados se tomaron de revisiones sistemáticas, consultas a las bases de datos del IDEAM y encuestas poblacionales (ENCV) (Tabla 9). La información de riesgo mínimo teórico y riesgo relativo (RR) por edad y sexo se obtuvieron del GBD 2016 (2).

**Tabla 9.** Categorías saneamiento del hogar de GBD y Encuesta Nacional de Calidad de Vida

Fuente de Agua	GBD-2016	ENCV-2016
Agua	ENCV	(8)
Saneamiento	ENCV	(8)
Lavado de manos	Artículo Revisión Sistemática	(16)
Plomo en sangre	Artículo Revisión Sistemática	(17)
Plomo en hueso	Artículo Revisión Sistemática	(17)
Radón residencial	Artículo Revisión Sistemática	(18)
Contaminación ambiental por material particulado (PM <sub>2,5</sub> )	IDEAM	(19)
Contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos	ENCV	(8)
Contaminación ambiental por ozono	IDEAM	(8)

Fuente: Global Burden Disease, Encuesta Nacional de Calidad de Vida, 2016

En los casos en los cuales el GBD no presentaba el RR para la información encontrada en Colombia, se realizó una estimación a partir de la metodología descrita en otros estudios. En el caso de radón (20), plomo en hueso (21) y ozono (3) se utilizó el postulado de la relación lineal dosis-respuesta a escala logarítmica, dependiendo del aumento definido en la metodología del GBD así: 1 bq/m<sup>3</sup> (radón), 10 µg/g (plomo en hueso) y 10 ppb (ozono). En cuanto a contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos los RR fueron obtenidos del GBD para los diferentes niveles de exposición de PM<sub>2,5</sub> (2). Debido a que no existe suficiente evidencia sobre la concentración de partículas ambientales relacionadas con el uso de combustibles sólidos en Colombia, se tomó el valor reportado para Perú, (300 ug/m<sup>3</sup> en 2014) (22). Se usó una exposición diferenciada entre sexos, según la evidencia en hombres es de 65% el de las mujeres (23) y se definió que la exposición media a contaminantes sólidos es de 4 horas.

En los casos donde la exposición tenía más de una categoría, es decir, había diferentes rangos de exposición, como es PM<sub>2,5</sub>, ozono, radón y contaminación del aire en el hogar por combustibles sólidos, se utilizó la siguiente fórmula:

$$RAP = \frac{\sum RR(x) * P(x) - RR(RMT)}{\sum RR(x) * P(x)}$$

Donde:

RR(x): Riesgo relativo en función del nivel de exposición (x)

P(x): Es la proporción de la población (prevalencia) en un grupo de riesgo con un nivel de exposición (x)

RR (RMT): Riesgo mínimo teórico

En casos donde la exposición es dicotómica, como por ejemplo el lavado de manos, se aplicó la siguiente ecuación:

$$RAP = \frac{(P_1 - P_0) * (RR - 1)}{P_1 * (RR - 1) + 1}$$

Donde:

P1 = prevalencia del factor de riesgo en la población

P0 = riesgo mínimo teórico

RR= riesgo relativo del factor de riesgo

Para la prevalencia de exposición de radón, lavado de manos, plomo en sangre y hueso se utilizó un valor para todos los departamentos. La exposición a agua y saneamiento implicó la distribución regional de la ENCV.  $PM_{2,5}$  y ozono requirió una distribución a conveniencia por grupos de departamentos según la cercanía geográfica.

### 8.1.7. Estimación los años de Vida ajustados por Discapacidad (AVISA)

Los AVISA son una medida que combina la mortalidad y la morbilidad, y se presenta como la suma de los años de vida potencialmente perdidos (AVPP) y los años vividos con discapacidad (AVD) derivados de la pérdida de vida saludable. Este indicador permite medir las pérdidas de salud de una población por la mortalidad prematura y la discapacidad asociada a las enfermedades (12,24).

El cálculo de los AVPP implicó retomar la mortalidad del DANE (5), luego de ser ajustada con los códigos basura, en referencia a la tabla de vida del estudio GBD 2016 (Tabla 10) (25), según el grupo quinquenal de edad. Se estimó la diferencia entre la expectativa de vida y la edad agrupada donde ocurrió la muerte. Para evitar sobreestimar la pérdida, se realizó una corrección de mitad de periodo, es decir, que en cualquier rango de edad la muerte ocurrió en promedio a la mitad del periodo. La fórmula para estimar los AVPP fue:

La fórmula para estimar los AVPP fue:

$$AVPP_i = EV_i - (i + k)$$

Donde:

$AVPP_i$  = años de vida potencialmente perdidos para la edad  $i$

$i$  = grupo de edad en el que se estima la pérdida

$EV$  = Expectativa de Vida del grupo de edad

$k$  = factor de ajuste de mitad de periodo (para los menores de 1 año = 0,5; entre 1-4 años = 2; para los demás grupos de edad 2,5 años)

**Tabla 10.** Expectativa de vida y AVPP a mitad de periodo por grupo de edad

GRUPO DE EDAD EN AÑOS	EXPECTATIVA DE VIDA	AVPP POR PERSONA A MITAD DE PERIODO
<1	86,60	86,10
1-4	85,78	83,78
5-9	81,81	79,31
10-14	76,84	74,34
15-19	71,87	69,37
20-24	66,92	64,42
25-29	61,98	59,48
30-34	57,03	54,53
35-39	52,11	49,61
40-44	47,21	44,71
45-49	42,36	39,86
50-54	37,59	35,09
55-59	32,90	30,40
60-64	28,30	25,80
65-69	23,80	21,30
70-74	19,42	16,92
75-79	15,27	12,77
80-84	11,46	8,96

Fuente: Estudio de Carga Global de Enfermedad (25)

Estimar los AVD para una causa en particular en un período de tiempo, requirió considerar la cantidad de casos incidentes (para enfermedades agudas) o prevalentes (para enfermedades crónicas) en ese período; se multiplicó por la duración promedio de la enfermedad y por el peso de discapacidad (que representa la magnitud de la pérdida de salud asociada con el resultado), según el estadio de severidad. Los pesos de discapacidad se miden en una escala de 0 a 1, donde 0 es un estado de salud perfecta y 1 equivalente a la muerte, la mayor discapacidad posible (26). Con siguiente la fórmula:

$$AVD = C * PDe * D$$

Donde:

$C$  = número de casos incidentes (enfermedades agudas) o prevalentes (enfermedades crónicas)

$PDe$  = peso de la discapacidad según el estadio de la enfermedad

$D$  = duración promedio de la enfermedad, en años

Al usar un enfoque de prevalencia, para estimar la carga de enfermedad en patologías crónicas, se asumió una duración de un año y en enfermedades agudas, considerando los días estimados en el estudio de GBD (26) proporcionales a un año.

Al distribuir los casos por severidad se utilizaron diferentes fuentes como se cita a continuación, según el evento: para ACV isquémico, hemorrágico y cardiopatía isquémica cardiaca (27), discapacidad intelectual idiopática (28), EDA (29), infección respiratoria baja (30), EPOC (31), enfermedad renal crónica por diabetes mellitus, hipertensión y glomerulonefritis (32), cáncer de pulmón y cataratas (33).

### 8.1.8. Estimación DALYS atribuibles a factores de riesgo ambiental

Para la estimación de esta medida se multiplicó el RAP de cada uno de los factores de riesgo por el total de los AVISA, según sexo y edad.

$$AVISA_{atr} = AVISA_{TesF} * RAP_R$$

Donde:

$AVISA_{Tes}$  = Total de los AVISA por edad y sexo

$RAP_{FR}$  = Riesgo Atribuible poblacional por Factor de riesgo

En ocasiones la carga de enfermedad atribuible está mediada por una combinación de factores de riesgo, que podrían generar una sobre estimación de esta. Por lo tanto, se realizó una estimación combinada de los factores de riesgo a partir de la siguiente fórmula (2):

$$RAP = 1 - \prod_{i=1}^n (1 - RAP_i)$$

Donde:

$RAP_i$  (RAP de factores de riesgo individuales)

$1 - RAP_i$  (Fracción no atribuible al factor)

El producto  $(1 - RAP_i)$  es la fracción de enfermedad no atribuible a los n factores de riesgo en estudio. Al restarle a uno menos este producto se obtiene la fracción atribuible a los efectos combinados de los n factores de riesgo.

## Referencias

- Murray CJ, Lopez A. On the comparable quantification of health risks: lessons from the Global Burden of Disease Study. *Epidemiology*. 1999;10(5):594–605.
- Global Burden of Disease Study. Methods appendix to Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks:1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. 2016.
- Jerret M, Burnett R, Pope A, Ito K, Thurston G, Krewski D, et al. Long-Term Ozone Exposure and Mortality. *N Eng J Med*. 2009;360(11):1085–95.
- Supplement to: GBD 2016 Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet*. 2017;390:1151–210.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE. Estadísticas vitales.
- Galvis B, Rojas NY. Relación entre PM2.5 y PM10 en la ciudad de Bogotá. *Acta Nov*. 2006;3(2):336–53.
- Echeverri Londoño CA, Maya Vasco GJ. Relación entre las partículas finas (PM2.5) y respirables (PM10) en la ciudad de Medellín. *Rev Ing Univ Medellín*. 2008;6(012):23–42.
- Dirección de Metodología y Producción Estadística- DIMPE, Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. Encuesta Nacional de Calidad de Vida - ENCV 2016. 2016.
- World Health Organization. Age standardization of rates: a new WHO standard. [Internet]. 2010 [cited 2018 Jul 16]. Available from: <http://www.who.int/healthinfo/paper31.pdf>
- Global Burden of Disease Study. Global, regional, and national age-sex specific mortality for 264 causes of death, 1980-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet (London, England)*. 2017;390(10100):1151–210.
- Naghavi M, Makela S, Foreman K, O'Brien J, Pourmalek F LR. Algorithms for enhancing public health utility of national causes-of-death data. *Popul Heal Metr*. 2010;8:9.
- Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud. Carga de enfermedad por Enfermedades Crónicas No Transmisibles y Discapacidad en Colo. *Inf Tec*. 2015;V edición:1–239.
- Instituto Nacional de Salud ONDS. Primer informe ONS, Aspectos relacionados con la frecuencia de uso de los servicios de salud, mortalidad y discapacidad en Colombia, 2011. *Minist salud y Prot Soc*. 2013;Primer inf:48–9.
- World Health Organization (WHO). Metrics: Population Attributable Fraction (PAF).
- Coughlin SS, Benichou J. Estimación del riesgo atribuible en los estudios de casos y controles. 1996.
- Lopez-Quintero C, Freeman P, Neumark Y. Hand washing among school children in Bogotá, Colombia. *Am J Public Health*. 2009;99(1):94–101.
- Osorio García SD, Hernández Flores LJ, Sarmiento R, González Álvarez Y, Perez Castiblanco DM, Barbosa Devia MZ, et al. Prevalencia de mercurio y plomo en población general de Bogotá 2012/2013. *Rev Salud Pública*. 2014;16(4):621–8.
- Canoba A, Lopez FO, Arnaud MI, Oliveira AA, Neman RS, Hadler JC, et al. Indoor radon measurements in six Latin American countries. *Geofis Int*. 2002;41(4):453–7.
- (IDEAM). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) - Indicadores ambientales. 2016.
- Darby S, Hill D, Auvinen A, Barros-Dios JM, Baysson H, Bochicchio F, et al. Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies. *Br Med J*. 2005;330(7485):223–6.
- Navas-Acien A, Schwartz BS, Rothenberg SJ, Hu H, Silbergeld EK, Guallar E. Bone lead levels and blood pressure endpoints: A meta-analysis. *Epidemiology*. 2008;19(3):496–504.
- World Health Organization- WHO. WHO Global Ambient Air Quality Database (update 2018). *Air pollution*. 2018. p. 1.
- Burnett RT, Arden Pope C, Ezzati M, Olives C, Lim SS, Mehta S, et al. An integrated risk function for estimating the global burden of disease attributable to ambient fine particulate matter exposure. *Environ Health Perspect*. 2014;122(4):397–403.
- Alvis N, Valenzuela MT. Los QALYs y AVISA como indicadores sintéticos de salud. *Vol. 138, Revista médica de Chile*. 2010. p. 83–7.
- Global Burden of Disease Study 2016 (GBD 2016). Reference Life Table [Internet]. [cited 2018 Oct 2]. Available from: <http://ghdx.healthdata.org/gbd-2016>
- GBD 2016 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators &, Looker K (2017). Global, regional, and national incidence, prevalence, and years lived with disability for 328 diseases and injuries for 195 countries, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016 [Internet]. *Lancet*. 2017 [cited 2018 Sep 24]. p. 390(10100), 1211-1259. Available from: 10.1016/S0140-6736(17)32154-2
- Burstein R, Fleming T, Haagsma J, Salomon JA, Vos T, Murray CJL. Estimating distributions of health state severity for the global burden of disease study. *Popul Health Metr*. 2015;13(1).
- Vos T, Flaxman AD, Naghavi M et al. Supplementary appendix. Years lived with disability (YLDs) for 1160 sequelae of 289 diseases and injuries 1990–2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. *Lancet* 2012; 380: 2163–96. 2012.
- Global Burden of Disease Study. Supplementary Appendix. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of diarrhoea in 195 countries: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Vol. 3099*. 2016.
- Global Burden of Disease Study. Supplementary Appendix. Estimates of the global, regional, and national morbidity, mortality, and aetiologies of lower respiratory infections in 195 countries, 1990–2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. 2016;3099(18):1990–2016.
- Pérez N, Murillo R, Pinzón C HG. Smoking Attributable Costs of Lung Cancer, COPD, and AMI in Colombia (A PAHO Multicentric Project). *Rev Colomb Cancerol*. 2008;11(571):241–9.
- Fondo Colombiano de Enfermedades de alto costo. Situación de la enfermedad renal crónica, la hipertensión arterial y la diabetes mellitus en Colombia. Bogotá; 2016. 1-112 p.
- Global Burden of Disease Study. Supplementary Online Content. The state of US health, 1990-2010: burden of diseases, injuries, and risk factors. 2013.

## 8.2 Revisiones sistemáticas de literatura

### 8.2.1. Carga de enfermedad asociada a factores ambientales

Gina Alexandra Vargas-Sandoval  
Karol Patricia Cotes-Cantillo  
Carlos Andrés Castañeda-Orjuela

La revisión sistemática de literatura tuvo el propósito de sintetizar los resultados de estudios que analizaron la carga de enfermedad asociada a factores de riesgo ambiental en la población colombiana. Los factores de riesgo ambiental incluidos son los definidos por el estudio de Carga Global de la Enfermedad (GBD por sus siglas en inglés) de 2016 (1): agua potable, saneamiento, lavado de manos, material particulado (PM, por sus siglas en inglés), contaminación del aire intradomiciliario, ozono ambiental, radón y plomo.

La búsqueda utilizó el motor de búsqueda de PubMed y, para la literatura gris, repositorios de entidades gubernamentales relacionadas con ambiente y salud. En las tablas 1 a 4 presenta la sintaxis de la búsqueda definida para cada factor de riesgo ambiental. La búsqueda de la literatura también se realizó por control de referencias de los artículos incluidos en el presente análisis.

Una primera selección de artículos fue realizada mediante la revisión de título y resumen por pares independientes. Los disensos

fueron resueltos por consenso informal. Los artículos preseleccionados fueron obtenidos para lectura en texto completo con el propósito de verificar los criterios de selección. Se incluyeron estudios publicados a partir del año 2000; en inglés, español o portugués, realizados en población colombiana; que calcularon medidas de asociación entre los factores de riesgo ambiental definidos para esta revisión y desenlaces en salud como morbilidad, mortalidad o carga de enfermedad en humanos. Adicionalmente, se precisaron criterios de inclusión específicos para cada factor ambiental (Tabla 5), en consideración a las definiciones establecidas por el GBD (1). Fueron excluidos estudios descriptivos, modelamientos predictivos y revisiones de tema.

**Tabla 5.** Criterios de inclusión específicos según factores ambientales

Factor de riesgo ambiental	Criterios de selección
Agua potable	Análisis de exposición a fuentes de agua mejorada o no mejorada, según fuente (conexiones domiciliarias o públicas, pozos, ríos o estanques, recolección de agua de lluvia, agua embotellada o del camión cisterna) o tratamiento domiciliario del agua (filtración, cloración, tratamiento solar, hervirla o no tratada) para consumo en el hogar.
Saneamiento	Análisis de exposición de inodoro no mejorado o mejorado en hogares (sanitarios con conexión al sistema de alcantarillado, tanques sépticos o letrina de pozo, letrinas cerradas, inodoros secos, letrinas abiertas o suspendidas, no disposición de instalaciones sanitarias)
Lavado de manos	Análisis de exposición al acceso de instalaciones de lavado de manos con agua y jabón disponibles.
Material particulado	Análisis de exposición a contaminación del aire ambiental en términos de partículas PM <sub>10</sub> o PM <sub>2,5</sub> en el ambiente
Contaminación del aire intradomiciliario	Análisis de exposición al uso de combustibles sólidos para la cocción de alimentos como carbón, madera, estiércol, residuos agrícolas.
Ozono	Análisis de exposición a contaminación del aire por ozono.
Radón	Análisis de la exposición a gas de radón en el aire interior.
Plomo	Análisis de la exposición aguda (en sangre) y prolongada (acumulación en hueso) a plomo.

Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud

La extracción de la información se realizó mediante un formato de captura previamente validado, que incluía variables generales de los estudios como año de publicación, tipo de estudio (exploratorio o analítico), diseño, municipios o departamentos, serie temporal, grupos de edad y fuentes de información (primaria o secundaria). En adición, fueron extraídas las medidas de asociación: razón de prevalencias (RP), Odds Ratio (OR) o riesgo relativo (RR) entre el factor ambiental y los desenlaces en salud considerados. En caso de que el artículo no publicara medidas de asociación, estas fueron estimadas a partir de las medidas de frecuencia entre expuestos y no expuestos disponibles en el documento.

La evaluación de la calidad de los estudios se hizo adaptando una herramienta para definir la validez en la medición de la exposición al factor ambiental; suficiencia de la intensidad y tiempo de exposición y población de estudio de al menos 100 participantes (Tabla 6). Lo anterior con base en la adaptación de los criterios de estudios previos (2,3) y de la escala Newcastle–Ottawa (4). La extracción de la información fue verificada por un segundo revisor.

**Tabla 6.** Evaluación de la calidad de estudios incluidos en el presente análisis

1. Validez en la medición de la exposición al factor ambiental
<b>Válida</b> si la determinación de la exposición se hace con base en registros o entrevistas estructuradas. Por ejemplo, bases de datos de ventas o uso de productos, mediciones del medio ambiente, mediciones en tejidos humanos o entrevistas estructuradas.
<b>Incierta</b> si la determinación de la exposición se hace con base en auto reporte, entrevistas no cegada del estado de caso / control o no se describe en el artículo.
2. Suficiencia de la intensidad y tiempo de exposición para producir los desenlaces del estudio
<b>Argumentado</b> Si el estudio argumenta la exposición y tiempo de latencia como suficientes para producir los desenlaces analizados.
<b>No argumentado</b> Si el estudio no argumenta o los argumentos no son convincentes, de la exposición y tiempo de latencia como suficientes para producir los desenlaces analizados.
3. Población de estudio de al menos 100 participantes
Muestra $\geq$ 100 individuos analizados
Muestra $<$ 100 individuos analizados

Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud

La síntesis de resultados se basó en la descripción numérica de las características generales de los estudios y las definiciones de exposición para cada factor de riesgo ambiental y los desenlaces descritos según agrupación de GBD (1). Posteriormente, se describieron los estimadores de asociación entre cada factor de riesgo ambiental y el desenlace en salud en términos de su consistencia en el sentido de la asociación, teniendo en cuenta que estimadores para OR o riesgos relativos superiores a uno se iden-

tificaron como factores de riesgo y valores inferiores a uno como factores protectores. Desenlaces no consistentes fueron aquellos que reportaron simultáneamente estimadores de asociación mayores y menores que el valor nulo (uno) en más de un estudio, por lo que la evidencia al respecto no es clara respecto a la existencia de asociación y el sentido de esta. De manera contraria, un desenlace consistente fue aquel que, en varios estudios, sus estimadores de asociación reportaron el mismo sentido. Desenlaces evaluados solo en un estudio, fueron descritos sin evaluar su consistencia.

La información se presenta por medio de forestplot sin meta-análisis, en consideración a la variabilidad de la definición de la exposición entre los diferentes estudios de un mismo factor de riesgo ambiental. Con base en los forestplot, se describe la asociación entre cada factor de riesgo ambiental evaluado y desenlace, según el sentido y significancia estadística de los estimadores de asociación.

## Referencias

1. GBD 2016 Risk Factors Collaborators E, Afshin A, Abajobir AA, Abate KH, Abbafati C, Abbas KM, et al. Global, regional, and national comparative risk assessment of 84 behavioural, environmental and occupational, and metabolic risks or clusters of risks, 1990-2016: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016. *Lancet (London, England)* [Internet]. 2017 Sep 16 [cited 2018 Mar 2];390(10100):1345–422. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28919119>
2. Rothman KJ, Greenland S, Lash TL. *Modern epidemiology*. Third edit. Lippincott-Raven; 2012. 758 p.
3. Wolf J, Prüss-Ustün A, Cumming O, Bartram J, Bonjour S, Cairncross S, et al. Systematic review: Assessing the impact of drinking water and sanitation on diarrhoeal disease in low- and middle-income settings: systematic review and meta-regression. *Trop Med Int Heal* [Internet]. 2014 Aug [cited 2018 Feb 27];19(8):928–42. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24811732>
4. Ottawa Hospital Research Institute [Internet]. [cited 2018 Mar 13]. Available from: [http://www.ohri.ca/programs/clinical\\_epidemiology/oxford.asp](http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp)

**Tabla 1.** Términos de búsqueda por campo

Campo	Numeración	Términos
Población colombiana	#1	("Colombia"[Title/Abstract] OR "Colombia"[Mesh] OR colombians[Title/Abstract])
Agua potable	#2	("Drinking Water"[Mesh] OR "Water Resources"[Mesh] OR "Water Wells"[Mesh] OR "Water Quality"[Mesh] OR "Water Purification"[Mesh] OR "Water Supply"[Mesh] OR "Water Pollution"[Mesh] OR "Water Pollutants"[Mesh] OR "Water Microbiology"[Mesh] OR "Fresh Water"[Mesh] OR "Groundwater"[Mesh] OR "Waterborne Diseases"[Mesh] OR "Saline Waters"[Mesh] OR "Mineral Waters"[Mesh] OR standpipe*[Title/Abstract] OR "Water Quality"[Mesh] OR "Rivers"[Mesh] OR "Ponds"[Mesh] OR "Borehole"[Title/Abstract] OR ("piped"[Title/Abstract] OR "pipes"[Title/Abstract] OR "supply"[Title/Abstract] OR "Bottled"[Title/Abstract] OR "tanker"[Title/Abstract] OR "tank"[Title/Abstract] OR "Chlorine"[Mesh] OR "solar"[Title/Abstract] OR boil*[Title/Abstract] OR "filter"[Title/Abstract] OR "disinfection"[Title/Abstract] OR "treatment"[Title/Abstract] OR untreat*[Title/Abstract] OR no treat*[Title/Abstract] OR treat*[Title/Abstract] OR "improved"[Title/Abstract] OR "unimproved"[Title/Abstract] OR "potable"[Title/Abstract] OR "unpotable"[Title/Abstract] OR dug well*[Title/Abstract] OR "spring"[Title/Abstract] OR "springs"[Title/Abstract] OR Rainwater[Title/Abstract] OR Rain[Title/Abstract] AND (water[Title/Abstract] OR "Water"[Mesh]))
Saneamiento	#3	("Drainage, Sanitary"[Mesh] OR "Sanitation"[Mesh] OR "Toilet Facilities"[Mesh] OR "Toilet Training"[Mesh] OR "Bathroom Equipment"[Mesh] OR "pit latrine"[Title/Abstract] OR "latrine"[Title/Abstract] OR latrine*[Title/Abstract] OR toilet*[Title/Abstract] OR "sewer"[Title/Abstract] OR "drainage"[Title/Abstract] OR "Sewage"[Mesh] OR "Waste Water"[Mesh] OR flush*[Title/Abstract] OR "sewage"[Title/Abstract] OR "sewerage"[Title/Abstract] OR ("open"[Title/Abstract] AND "defecation"[Title/Abstract]) OR ((feces[Title/Abstract] OR faeces[Title/Abstract] OR fecal[Title/Abstract] OR faecal[Title/Abstract] OR excre*[Title/Abstract] OR waste[Title/Abstract]) AND (disposal[Title/Abstract] OR manag*[Title/Abstract] OR service*[Title/Abstract]))
Lavado de manos	#4	("Hand Hygiene"[Mesh] OR "Hand Sanitizers"[Mesh] OR "Hand Disinfection"[Mesh] OR handwash*[Title/Abstract] OR "handwashing"[Title/Abstract] OR "hand washing"[Title/Abstract] OR ((hand[Title/Abstract] OR hands[Title/Abstract]) AND wash*[Title/Abstract]))
Material particulado	#5	("Air Pollution, Indoor"[Mesh] OR "Air Pollution"[Mesh] OR "Air Pollutants"[Mesh] OR "Particulate Matter"[Mesh] OR "Air Filters"[Mesh] OR "Filtration"[Mesh] OR "Air Pollution"[Mesh] OR "Air Pollutants"[Mesh] OR "Air"[Mesh] OR (pollut*[Title/Abstract] OR contaminat*[Title/Abstract] OR quality*[Title/Abstract] OR pm[Title/Abstract] OR particle*[Title/Abstract] OR (particulate*[Title/Abstract] AND (mater*[Title/Abstract] OR matter*[Title/Abstract])) AND air[Title/Abstract]))
Aire intradomiciliario	#6	((("Air Pollution, Indoor"[Mesh] OR "Feces"[Mesh] OR "Fossil Fuels"[Mesh] OR "Coke"[Mesh] OR "Coal"[Mesh] OR "Carbon"[Mesh] OR "Soot"[Mesh] OR "Wood"[Mesh] OR "Charcoal"[Mesh] OR "Manure"[Mesh] OR coal[Title/Abstract] OR wood[Title/Abstract] OR charcoal[Title/Abstract] OR dung[Title/Abstract] OR (agricultural[Title/Abstract] AND residue*[Title/Abstract]) OR (solid*[Title/Abstract] AND cook*[Title/Abstract] AND fuel*[Title/Abstract])) AND ("Cooking"[Mesh] OR cook*[Title/Abstract]))
Ozono ambiental	#7	("Stratospheric Ozone"[Mesh] OR "Ozone Depletion"[Mesh] OR ozone*[Title/Abstract] OR O3[Title/Abstract])
Radom	#8	("Radon"[Mesh] OR "Radon Daughters"[Mesh] OR radon* OR radom* OR rn[Title/Abstract])
Plomo	#9	("Lead"[Mesh] OR "Lead Poisoning"[Mesh] OR lead[Title/Abstract])

**Tabla 2.** Sintaxis de búsqueda en PubMed según factor de riesgo ambiental

Campo	Términos
Factor de riesgo ambiental	Sintaxis
Agua potable	#1 AND #2
Saneamiento	#1 AND #3
Lavado de manos	#1 AND #4
Material particulado	#1 AND #5
Aire intradomiciliario	#1 AND #6
Ozono ambiental	#1 AND #7
Radom	#1 AND #8
Plomo	#1 AND #9

**Tabla 3** Términos de búsqueda en literatura gris según factor de exposición ambiental

Factor de riesgo ambiental	Términos de búsqueda
Agua potable	Agua, acueducto
Saneamiento	Alcantarillado, saneamiento
Lavado de manos	Lavado de manos
Material particulado	Calidad, aire, material particulado, PM
Aire intradomiciliario	Combustibles, sólidos, cocción, carbón, madera
Ozono ambiental	Ozono
Radom	Radom
Plomo	Plomo
Desenlaces en salud	Salud, enfermedad, morbilidad, mortalidad

**Tabla 4.** Entidades gubernamentales consultadas en literatura gris

Entidad	Enlace
Ministerio de Salud y Protección Social	<a href="https://www.minsalud.gov.co/Paginas/default.aspx">https://www.minsalud.gov.co/Paginas/default.aspx</a>
Instituto Nacional de Salud	<a href="https://www.ins.gov.co/Paginas/Inicio.aspx">https://www.ins.gov.co/Paginas/Inicio.aspx</a>
Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible	<a href="http://www.minambiente.gov.co/">http://www.minambiente.gov.co/</a>
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales	<a href="http://www.ideam.gov.co/">http://www.ideam.gov.co/</a>
Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John Von Neumann	<a href="https://iiap.org.co/">https://iiap.org.co/</a>
Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas Sinchi	<a href="https://www.sinchi.org.co/">https://www.sinchi.org.co/</a>
Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andreis –INVEMAR	<a href="http://www.invemar.org.co/">http://www.invemar.org.co/</a>
Agencia Nacional de Licencias Ambientales –ANLA	<a href="http://www.anla.gov.co/">http://www.anla.gov.co/</a>



### 8.2.2. Efectos del cambio climático en la salud humana en Colombia

Luz Ángela Chocontá-Piraquive

La revisión narrativa tuvo por objetivo identificar y describir la evidencia científica publicada sobre los efectos del cambio climático en la salud humana en Colombia. Esta incluyó la exploración de artículos científicos y literatura gris sobre investigaciones realizadas para evaluar la asociación o impacto del cambio climático en la salud humana en Colombia.

La búsqueda se llevó a cabo en las bases de citas PubMed/Medline, Lilacs, Scielo y Google académico con combinaciones de los términos “*cambio climático*”/“*Climate Change*”[Mesh]” y “*Colombia*”. La búsqueda de literatura gris se realizó en los repositorios de las universidades con programas de posgrado en salud pública o epidemiología (Tabla 1) y del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social y el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) usando el término “*clima*”. Por último, fue implementada una exploración cruzada de referencias en los artículos seleccionados para lectura completa.

Los criterios de inclusión fueron estudios realizados en población colombiana que examinaran variables relacionadas con el clima, como temperatura, precipitación, humedad, y aquellas relacionadas con el fenómeno del niño o ENSO (oscilación del sur El Niño). Dichas variables debían estar evaluadas en relación con la salud de la población. Se incluyeron estudios originales tanto descriptivos como analíticos y revisiones sistemáticas publicados en español, inglés o portugués. Los criterios de exclusión fueron artículos que no correspondían a estudios originales como editoriales, estados del arte, comentarios y guías o lineamientos.

Posterior a la búsqueda inicial, el revisor evaluó los resultados por título y resumen para verificar los criterios de inclusión y exclusión. En la segunda fase de lectura del texto completo el revisor verificó nuevamente los criterios, los documentos seleccionados fueron incluidos en un formato en el cual se extrajeron las variables principales usadas para la síntesis de la evidencia como la información de identificación y tipo de documento, objetivo, periodo de estudio, variables climáticas y de desenlace en salud, métodos y resultados. El diseño del formato fue pilotado por medio de cinco artículos seleccionados aleatoriamente, lo que llevó a que se hicieran nuevos ajustes para la lectura de los documentos y extracción de los datos.

La identificación implicó extraer la información de autores, revista, año, título y objetivo completo tal cual fue redactado. La categorización de los artículos dividió aquellos que analizaban o no un desenlace en salud, para posteriormente registrar todos los desenlaces usados como variable dependiente. Asimismo, se extrajo la información sobre las variables de exposición usadas para los análisis, es decir, todas las variables atmosféricas relacionadas con el tiempo y el clima: temperatura, precipitación, humedad, presión, o variables compuestas como índices. Además de registrar el periodo de estudio total, incluyendo las proyecciones a futuro.

Teniendo como base las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre el monitoreo e investigación en cambio climático se crearon variables para categorizar los documentos, de acuerdo con la inclusión de otras variables explicativas, además del clima, y si se especificaron fuentes de incertidumbre de los resultados. Debido a la amplia variabilidad de la metodología, los resultados se extrajeron según si encontraron o no una asociación entre las variables del clima y los desenlaces en salud.

El estudio describe los hallazgos de manera narrativa, de acuerdo con los desenlaces analizados, y diferenciando los que abordaron la variabilidad climática de los que analizaron específicamente el cambio climático. Estos últimos fueron descritos individualmente. Los resultados se presentan en una tabla que incluye todos los artículos y en gráficos que describen la distribución de algunas variables, por ejemplo, el campo de estudio o los factores climáticos analizados.

**Tabla 1.** Repositorios de universidades consultados para la búsqueda de literatura

Universidad	Página web
Universidad Nacional de Colombia	<a href="http://www.bdigital.unal.edu.co/">http://www.bdigital.unal.edu.co/</a>
Universidad del Rosario	<a href="http://repository.urosario.edu.co/">http://repository.urosario.edu.co/</a>
Universidad de Antioquia	<a href="http://bibliotecadigital.udea.edu.co/">http://bibliotecadigital.udea.edu.co/</a>
Pontificia Universidad Javeriana	<a href="http://www.javeriana.edu.co/educon/repositorio">http://www.javeriana.edu.co/educon/repositorio</a>
Universidad de los Andes	<a href="https://uniandes.edu.co/investigacion-y-repositorio">https://uniandes.edu.co/investigacion-y-repositorio</a>
Fundación Universitaria del Área Andina	<a href="http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/handle/123456789/47">http://digitk.areandina.edu.co/repositorio/handle/123456789/47</a>
Universidad del Valle	<a href="http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/99">http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/99</a>
Universidad del Norte	<a href="http://manglar.uninorte.edu.co/">http://manglar.uninorte.edu.co/</a>
Universidad autónoma de Manizales	<a href="http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/">http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/</a>
Universidad del Bosque	<a href="http://biblioteca.unbosque.edu.co/">http://biblioteca.unbosque.edu.co/</a>

*Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud*

### 8.3. Evaluar económicamente la mortalidad prematura asociada a factores de riesgo ambiental en Colombia, 2016

Nelson J. Alvis-Zakzuk  
Diana Díaz-Jiménez  
Carlos Castañeda-Orjuela

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS), los Años de Vida Potencialmente Perdidos (AVPP) se obtienen de la sumatoria de todos los individuos que mueren por una causa específica, de acuerdo con su expectativa de vida (1,2). Dicho indicador busca dilucidar la importancia relativa de las causas de defunción más importantes de mortalidad prematura y su principal uso está relacionado a la planificación y definición de prioridades en salud (1,2).

El presente análisis valoró económicamente la mortalidad por causas asociadas a factores de riesgo ambiental, medida en AVPP, por medio de la estimación de Años Productivos de Vida Potencialmente Perdidos (APVPP) (3).

La valoración económica de la mortalidad se realizó mediante la estimación de costos indirectos relacionados con la pérdida de productividad. Dicho tipo de costos pueden producirse por el lucro cesante asociado a la morbilidad y mortalidad. En este estudio solo se valoró los costos indirectos generados por las muertes ocurridas antes de cumplir la expectativa de vida.

La fuente primaria de información está dada por las muertes reportadas por el DANE para 2016, con causa básica de muerte, según el CIE-10, de los siguientes grupos asociadas a factores de riesgo ambiental y descritos en la sección 8.1 del informe:

- Enfermedades diarreicas
- Cáncer de tráquea, bronquios y pulmón
- Cardiopatía isquémica
- Infecciones respiratorias bajas
- Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
- Accidente cerebrovascular
  - Isquémico
  - Hemorrágico y otros no isquémicos
- Enfermedades renales crónicas debidas a:
  - Diabetes mellitus
  - Hipertensión
  - Glomerulonefritis

#### Análisis

Siguiendo la metodología desarrollada en los Informes Técnicos 3 y 9 del Observatorio Nacional de Salud (ONS) (3,4), se estimaron los costos de la pérdida de productividad por mortalidad prematura, mediante el cálculo de los APVPP, para cada causa asocia-

da a los factores de riesgo ambiental seleccionados, y posteriormente los costos relacionados con dicha pérdida.

Los APVPP se valoraron teniendo en cuenta el periodo de tiempo productivo de las personas en Colombia, que va desde los 18 hasta 57 años para mujeres y hasta 62 para los hombres (5). Esta fue la fórmula utilizada:

$$APVPP_i = \begin{cases} E_p - 18 & \text{si } em < 18 \\ E_p - (iEgm + k) & \text{si } em > 18 \end{cases}$$

$E_p$  = edad de pensión (según sexo del individuo)  
 $em$  = edad de muerte (ajustada por mitad de periodo<sup>1</sup>)  
 $iEgm$  = Edad de inicio del grupo de edad de muerte  
 $k$  = factor de ajuste de mitad de ciclo  
 (para los menores de 1 año = 0,5; entre 1-4 años = 2; para los demás grupos de edad 2,5)

Los APVPP resultantes para las causas mencionadas fueron multiplicados por la fracción atribuible a los factores de riesgo ambiental considerada en la sección 4.1 del presente informe, con el fin de obtener la carga económica resultante por la exposición a factores de riesgo ambiental.

El costo de los APVPP se estimó en pesos colombianos de 2016, ajustados con una tasa de descuento del 3%, según el año en que ocurrió la pérdida. La tasa de descuento permite solucionar el problema de las preferencias temporales de los individuos. En el sentido que, para las personas, incluso en un mundo con cero inflación (no aumenta el nivel de precios cada año) y sin tasas de interés bancarias, sería una ventaja, además de una decisión racional, recibir beneficios monetarios inmediatamente en lugar de incurrir en costos o recibirlos en el futuro (6). Entonces, se utilizó la tasa de descuento de 3%, con el fin de obtener resultados comparables a nivel internacional.

La carga económica asociada a factores de riesgo ambiental fue estimada, a partir de la modelación de los siguientes escenarios:



Mejor escenario (menor pérdida, o piso), donde cada APVPP se valora según el Salario Mínimo Anual (SMA), que se calculó teniendo en cuenta el salario mínimo mensual de 2016, que fue de \$689.455 (7).

Escenario promedio, correspondiente a la productividad media del país evaluada como el Producto Interno Bruto per cápita ( $PIB_{pc}$ ) de 2016, \$17.721.387 (8).

Peor escenario (mayor pérdida, o techo), correspondiente al umbral de eficiencia definido por la Organización Mundial de la Salud de tres  $PIB_{pc}$  de 2016, \$53.164.161 (8).

**Pero ¿por qué escoger estos escenarios para valorar la mortalidad prematura asociada a factores de riesgo ambiental? A continuación algunas razones:**

1. Si se hiciera a inicio de periodo se subestimaría la carga, y si se hiciera al final se sobreestimaría, por esta razón se realiza el ajuste a mitad de periodo.

### **El salario mínimo como común denominador de la estructura de ingresos en Colombia**

Actualmente en Colombia el salario mínimo representa alrededor del 86,2% del salario mediano nacional y el 57,3% de la media de los salarios de la población ocupada del país (9). Estos valores indican que un gran porcentaje de las personas que trabajan devengan ingresos inferiores al salario mínimo legal establecido (9). De forma preocupante, estas estadísticas se ubican entre las más altas del mundo y son superiores a las de todos los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (9).

Este escenario parte del supuesto de que todas las personas muertas en el período gastaban por lo menos un salario mínimo legal o devengaban al menos un ingreso igual a un salario mínimo mensual de ingresos, sin prestaciones sociales. Por estas razones, se escogió el salario mínimo como escenario de “menor pérdida” o piso. Además, por haber sido utilizado en otros estudios que realizan estimaciones similares a las aquí presentadas (3,4,10,11).

### **El PIB<sub>pc</sub> como umbral de eficiencia en la evaluación económica de intervenciones sanitarias**

Primero que todo, el PIB<sub>pc</sub> es una medida de la producción total de un territorio en términos de su número de habitantes y se calcula como la división del valor de todos los bienes y servicios que se producen en dicho territorio (PIB) entre su población total para un periodo específico. Es considerado también como un indicador de bienestar, en términos que a un mayor PIB<sub>pc</sub>, mayor bienestar de la población<sup>2</sup>; por ejemplo, el PIB<sub>pc</sub> en dólares de 2017 de Luxemburgo fue de US\$104.103, el de Estados Unidos fue de US\$59.531, y el de Burundí fue de US\$320 (12).

2. Esta medida debe utilizarse con precaución, porque al ser una medida resumen se deja afectar por valores extremos, pudiendo enmascarar el verdadero nivel de bienestar de los sectores de población ubicados en dichos extremos. Sin embargo, en una medida internacionalmente aceptada como indicador del nivel de bienestar de la población.

La elección del PIB<sub>pc</sub> como umbral de eficiencia económica, ha sido tradicionalmente utilizada en economía de la salud para definir a partir de qué nivel de ingresos es socialmente rentable acceder a nuevas intervenciones sanitarias que mantengan y mejoren la salud de la población. La iniciativa CHOICE (*Choosing Interventions that are Cost-Effective*, en inglés) de la OMS define que las intervenciones en salud son muy costo-efectivas cuando el costo por DALY evitado (o QALY ganado) (13) es menor a un PIB<sub>pc</sub>, entre 1-3 PIB<sub>pc</sub> las considera como costo-efectivas, y mayores a tres PIB<sub>pc</sub> se concluye que no son costo-efectivas (14). Durante muchos años los umbrales de uno y tres PIB<sub>pc</sub> han sido citados en salud global. Estos intentan reflejar el valor monetario de los beneficios de los individuos, basados en sus preferencias de gastar en salud vs. gastar en otros bienes y servicios (15).

Estos valores, conocidos y empleados en el área de la economía de la salud específicamente de la evaluación económica de intervenciones sanitarias, fueron definidos en 2001 por la Comisión de Macroeconomía y Salud (CMH, en inglés). Dicha comisión ilustra que cada año de vida es valorado como hasta tres veces las “ganancias” por habitante, las cuales reflejan el valor del tiempo de ocio en adición con el consumo de mercado, el efecto de la longevidad y los dolores y sufrimientos causados por las enfermedades (16). La CMH aproxima “las ganancias” o los ingresos utilizando el ingreso nacional bruto (INB) per cápita, el cual es muy similar al PIB<sub>pc</sub>. El INB o PIB son utilizados para escalar el valor de un año de vida en términos de ingresos. Esto se podría representar como un multiplicador constante, el cual asume cambios proporcionales. Por ejemplo: una diferencia de uno por ciento en el ingreso equivaldría a una diferencia de uno por ciento en el valor anual de la vida. La CMH reporta sus resultados analíticos utilizando un PIB<sub>pc</sub> como una estimación “muy conservadora” del valor anual de la vida (15,16).

Teóricamente la CMH referencia cuatro estudios que realizan abordajes similares que sirvieron de bases para definir los umbrales de eficiencia que hoy en día se utilizan a nivel mundial en la mayoría de los países, especialmente en aquellos en vías de desarrollo. El primero es Cutler y Richardson (17), quienes aplican un valor por año de vida de US\$100.000, en dólares de 1990, como su valor de referencia en los Estados Unidos, basado en Tolley *et al.* (18), el cual es aproximadamente cuatro veces el PIB<sub>pc</sub> de EE. UU. para ese año. La segunda referencia es de KM Murphy y R Topel (19), quienes utilizan un modelo de ciclo de vida que combina expectativas teóricas con la investigación del valor

estadístico de una vida y datos sobre los ingresos, el consumo y la esperanza de vida de EE. UU. a diferentes edades, con el fin de estimar el valor del aumento de la vida útil. Encuentran que el valor presente de un cambio de un año en la esperanza de vida es de US\$150.000-200.000, en dólares de 1992. Este rango es aproximadamente de 6-8 veces el PIB<sub>pc</sub> de los EE. UU. Como referencias teóricas determinantes en la definición de estos umbrales se encuentran también a G. Becker *et al.* (20) y Philipson y Soares (21), quienes están estrechamente relacionados. Ambos estudios calculan el ingreso total para las comparaciones entre países, donde el ingreso incluye tanto el PIB<sub>pc</sub> como el valor de la esperanza de vida. Cada uno se basa en un modelo de ciclo de vida para estimar el valor por año de vida, pero ninguno proporciona una media ni un valor mediano que pueda compararse con los valores de los otros estudios.

Lo presentado anteriormente fundamenta el por qué la CMH define estos valores como límites de eficiencia económica. Ahora bien, en Colombia según la Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares del DANE (2016-2017) (22), realizada por primera vez en las 32 ciudades capitales y en seis municipios priorizados, el promedio de ingresos totales mensuales por perceptor de ingresos es de \$1.252.000, para las cabeceras de \$1.419.000 y en los centros poblados y rurales dispersos de \$641.000. Esta estructura de ingresos resulta coherente con los escenarios seleccionados para el análisis de carga económica, especialmente cuando el PIB<sub>pc</sub> mensual en Colombia sería de \$1.476.782, valor cercano a los ingresos promedios del país según el DANE.

En síntesis, los escenarios seleccionados guardan correspondencia con la estructura de ingresos del país, así como permiten comparaciones internacionales al seguir las recomendaciones de la OMS para la estimación de costos indirectos. Lo anterior permitió valorar las pérdidas económicas por la mortalidad prematura asociada a factores de riesgo ambiental, en términos de un rango que sensibiliza la pérdida de productividad asociada a estas muertes.

## Referencias

- PAN AMERICAN HEALTH ORGANIZATION. Conjunto de datos expandidos y opcionales para las Enfermedades Crónicas No Transmisibles, violencia y lesiones [Internet]. 2009. Available from: <http://www1.paho.org/hq/dmdocuments/2009/violenceinjurydatasetES.pdf>
- Castaño A, Correa J, Alvis L, Alvis N. Valoración económica de la mortalidad en la Región Caribe de Colombia, 2004-2008. *Semest Económico*. :155-80.
- Instituto Nacional de Salud- Observatorio Nacional de Salud. Tercer Informe ONS: Mortalidad evitable en Colombia para 1998-2011. Imprenta Nac Colomb Bogotá, DC, Colomb. 2014;
- Instituto Nacional de Salud- Observatorio Nacional de Salud. Consecuencias del Conflicto Armado en Salud en Colombia. (Noveno Informe Técnico (Pag. 240). Bogotá, D.C., 2017.).
- Senado de la República de Colombia. Ley 797 de 2003 [Internet]. [cited 2018 Nov 11]. Available from: [http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley\\_0797\\_2003.html](http://www.secretariassenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0797_2003.html)
- Drummond MF, Sculpher MJ, Claxton K, Stoddart GL, Torrance GW. *Methods for the economic evaluation of health care programmes*. Oxford university press; 2015.
- Ministerio de Trabajo. Decreto número 2552 de 2015 [Internet]. 2015 [cited 2018 Sep 26]. Available from: [http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO 2552 DEL 30 DE DICIEMBRE DE 2015.pdf](http://wp.presidencia.gov.co/sitios/normativa/decretos/2015/Decretos2015/DECRETO%202552%20DEL%2030%20DE%20DICIEMBRE%20DE%202015.pdf)
- Banco de la República- Colombia. PIB total y por habitante [Internet]. [cited 2018 Sep 26]. Available from: <http://www.banrep.gov.co/es/pib>
- Fedesarrollo. Informe mensual del mercado laboral: Productividad y Salario Mínimo. Enero 2018 [Internet]. Available from: <https://www.fedesarrollo.org.co/sites/default/files/imlenero.pdf>
- Alvis N, Correa J, Carcamo A. La mortalidad por sida y su impacto económico en Cartagena de Indias , Colombia , 1995-2000. *Biomédica*. 2002;(22):303-16.
- Alvis N, Alvis L. Costos económicos de la mortalidad evitable en Cartagena, Colombia, 2000-2005. 2009;11(6):970-8.
- The World Bank. GDP per capita (current US\$) [Internet]. [cited 2018 Nov 11]. Available from: [https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?year\\_high\\_desc=false](https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?year_high_desc=false)
- Alvis N, Valenzuela MT. Los QALYs y DALYs como indicadores sintéticos de salud. *Rev Med Chil*. 2010;138:83-7.
- Baltussen RMP, Adam T, Tan-Torres Edejer T, Hutubessy RCW, Acharya A, Evans DB, et al. Making choices in health: WHO guide to cost-effectiveness analysis. 2003;
- Robinson LA, Hammitt JK, Chang AY, Resch S. Understanding and improving the one and three times GDP per capita cost-effectiveness thresholds. *Health Policy Plan*. 2017;32(1):141-5.
- Sachs JD. Commission on Macroeconomics and Health (2001) *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development*. Geneva World Heal Organ.
- Cutler DM, Richardson E, Keeler TE, Staiger D. Measuring the health of the US population. *Brookings Pap Econ Act Microeconomics*. 1997;1997:217-82.
- Tolley G, Kenkel D, Fabian R. *Valuing health for policy: An economic approach*. University of Chicago Press; 1994.
- Murphy K, Topel R. The economic value of medical research [Internet]. Available from: <http://faculty.chicagobooth.edu/kevin.murphy/research/murphy&topel.pdf>
- Becker G, Philipson T, Soares R. Growth and mortality in less developed nations. Unpubl manuscript, Univ Chicago. 2001;
- Philipson T, Soares R. Human capital, longevity, and economic growth: a quantitative assessment of full income measures. Manuscript, Univ Chicago. 2001;
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. Encuesta Nacional de Presupuestos de los Hogares ENPH [Internet]. [cited 2018 Nov 11]. Available from: <http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/enph/presentacion-enph-2017.pdf>

## 8.4. Revisión estado del arte sobre políticas públicas relacionadas con salud ambiental

Fabio Escobar

La metodología basada en la identificación de fuentes documentales reconoce un documento como cualquier material textual o escrito que no fue preparado específicamente para responder a las preguntas del investigador, sino que necesita ser ubicado y entendido en su contexto social. Está sujeta a los criterios de: autenticidad (su contenido y su origen son genuinos), credibilidad y representatividad (representa el conjunto de documentos relevantes para el estudio) y significado (contenido claro y comprensible) para garantizar la calidad de la información (1).

Estos documentos constituyen instrumentos de política pública alrededor de la salud ambiental, instrumentos definidos como los medios y las estrategias utilizadas por el Estado para prevenir, mitigar o resolver los problemas que lo demandan. Dichas herramientas son dispositivos normativos, de gestión y recursos básicos (2). Esta revisión solo consideró los mecanismos normativos como leyes, decretos y reglamentos que autorizan una política pública y definen su orientación, alcances, responsabilidades, roles y atribuciones necesarias para su puesta en marcha (2). La revisión documental cubrió un horizonte temporal desde la década de los años setenta, cuando comenzó a permear el tema de la salud y su relación con el ambiente en las agendas políticas y de-

cisiones gubernamentales o legislativas para regular o establecer reglas de juego en relación con la interacción entre salud y ambiente. La búsqueda e identificación de los documentos se orientó a partir del Conpes 3550 de 2008 (3) y fue apoyada en Google por medio del título. Adicionalmente, mediante la estrategia de bola de nieve, cada documento permitió identificar otras publicaciones pertinentes para la revisión.

Los documentos fueron revisados de acuerdo a la consideración en su contenido de acciones relacionados con el ambiente y su impacto en salud. Además, se tomó en cuenta la perspectiva sectorial o intersectorial de los mismos reflejando, también, el papel de la salud ambiental en las agendas políticas de estos sectores, especialmente el sanitario y el ambiental, los cuales han sufrido cambios institucionales importantes que se describen en los resultados. La tabla 1 refleja el resultado de la revisión mostrando los principales instrumentos normativos con los que cuenta el país en materia de salud ambiental, clasificados de acuerdo a su vigencia en la actualidad.

**Tabla 1.** Resumen de los diferentes instrumentos de política relacionados con la salud ambiental en Colombia

Instrumentos de política	Vigente
Ley 9 de 1979 Código Sanitario Nacional	Sí
Ley 99 de 1993 Sistema Nacional Ambiental – Creación MADS	Sí
CONPES 3550 de 2008 Lineamientos para Formulación PISA	Sí
Plan Nacional de Salud Ambiental 2000 – 2010	No
Plan Decenal de Salud Pública 2012- 2021	Sí
Plan Nacional de Salud Pública 2007 – 2010	No
Metas y Estrategias de Colombia para el Logro de los ODM 2015	No
Conpes 3344 de 2005 Lineamientos para Formulación Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire	No
Política Nacional de Cambio Climático	Sí
Lineamientos generales para la conformación y operación de mesas técnicas de la Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental 2017	Sí
Decreto 2972 de 2010 Creación Comisión Técnica Nacional Intersectorial para la Salud Ambiental	Sí
Constitución Política de Colombia: artículos 49, 81 y 366	Sí
Decreto-Ley 2811 de 1974 Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente	Sí
Ley 430 de 1998 Prohibición de Desechos Peligrosos	Sí
Ley 629 de 2000 aprobación de Colombia al Protocolo de Kyoto “Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático”	Sí
Ley 29 de 1992 aprobación de Colombia al Protocolo de Montreal (1987) relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono	Sí
Ley 253 de 1996 aprobación de Colombia al Convenio de Basilea (1989) sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación.	Sí
Ley 1159 de 2007 aprobación de Colombia al Convenio de Rotterdam (1998) sobre consentimiento informado previo para plaguicidas y productos químicos peligrosos comercializados internacionalmente	Sí
Ley 994 de 2005 y Ley 1196 de 2008 aprobación de Colombia al Convenio de Estocolmo (2001) sobre contaminantes orgánicos persistentes	Sí

*Fuente: elaborado por el ONS*

## Referencias

1. Uddin J. Documentary Research Methods: New Dimensions. Indus J Manag Soc Sci. 2010;4(1):1–14.
2. Isuani FJ. Instrumentos de políticas públicas. Factores claves de las capacidades estatales. DAAPGE. 2012;12(19):51–74.
3. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Conpes 3550. Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química. Bogotá D.C: Departamento Nacional de Planeación; 2008.

## 8.5. Estudios de caso

---

### 8.5.1. Análisis de la relación entre las acciones antrópicas y el deterioro ambiental en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM).

Andrea García Salazar

El presente trabajo indaga la relación entre el medio ambiente y la salud, privilegiando el uso de herramientas cualitativas de investigación, para lo cual se eligió como técnica global de investigación el “*estudio de caso*” (1). Primero, se realizó una selección de casos, de manera paralela se creó un marco teórico con el fin de argumentar y comprender la información recabada en campo, en un ejercicio cíclico, en el cual la etnografía y la información recabada alimenta el ejercicio teórico y viceversa.

#### **Selección de casos**

El interés en la problemática ambiental de la CGSM surge luego de rastrear las múltiples problemáticas ambientales en Colombia, haciendo uso de la información compilada en el Atlas de Justicia Ambiental (2). La elección de este caso en particular permite indagar el impacto negativo de los modelos económicos extractivistas del medio ambiente y explorar si estos impactos tienen o no relación con afectaciones a la salud en la población colindante.

La CGSM es un territorio compuesto por un ecosistema extenso de aproximadamente 3800 km<sup>2</sup>, en el cual viven 3 poblaciones palafíticas, sumadas a los municipios que colindan con el cuerpo cenagoso. Este ecosistema, central para el bienestar de la Sierra Nevada de Santa Marta, tiene una relación simbiótica con el río Magdalena y el mar Caribe, es decir, que comporta relaciones extensas con diferentes ecosistemas del Caribe colombiano, de allí la importancia de indagar este caso.

#### **Construcción del marco teórico**

En el análisis de la información, los servicios ecosistémicos fue la referencia teórica usada, los cuales ingresan en la teoría medioambiental en el año 2005, a partir de “*La Evaluación de los Ecosistemas del Milenio*” (3,4) que consolida la postura según la cual las acciones humanas repercuten en los servicios; y enfatiza la importancia que el cuidado y la protección de los ecosistemas tiene para el bienestar y la salud de la población, en 4 ejes: la regulación, el aprovisionamiento, el sostenimiento y los culturales. Trabajo de campo y análisis de resultados

En concordancia con lo anterior se realizó un ejercicio de observación del espacio o etnografía, entrevistas semiestructuradas y

se hicieron fotografías que evidencian la problemática ambiental, esto en el marco de diversas visitas de campo a los municipios SitioNuevo, Tasajera y Palermo por vía terrestre, y los corregimientos de Nueva Venecia y Bocas de Cataca, por vía fluvial, recorriendo así varios puntos de la CGSM. Este trayecto contó con el acompañamiento de líderes comunitarios y autoridades académicas.

Se realizaron entrevistas a líderes comunitarios, representantes de entidades estatales, personal sanitario y autoridades académicas presentes en la zona, toda información fue otorgada previo consentimiento, pleno conocimiento del tema que se indagó y los participantes lo hicieron de manera voluntaria. El objetivo, al realizar entrevistas semiestructuradas, era indagar acerca de las relaciones de poder, diálogos y vínculos que desde lo político, económico y comunitario se gestan en el contexto de las afectaciones ambientales, teniendo en cuenta los saberes locales en relación con el medio ambiente y la salud de la población.

A partir de las entrevistas (Tabla 1) se encontraron temas comunes en cuanto a las acciones antrópicas, el deterioro ambiental, los problemas de salud y la alimentación, y temas específicos que por lo general obedecen al rol (autoridad ambiental, líder comunitario, académico) de cada sujeto entrevistado. De esto surgieron unas categorías inductivas interrelacionadas que son alimentadas por la literatura consultada previamente, estas son: la relación particular entre el modelo de desarrollo colombiano con las acciones antrópicas en la CGSM; las afectaciones ambientales vinculadas a las acciones humanas; el rol del Estado colombiano en el cuidado de la CGSM; y el vínculo entre el bienestar de la población de la CGSM y la región con las afectaciones ambientales.

**Tabla 1.** Personas entrevistadas

Personas entrevistadas	Número
Líderes comunitarios	3
Pescadores	2
Entidades estatales	6
Institutos de investigación	1
Personal sanitario	1
Autoridades académicas	3

Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud

## Referencias

1. Strauss A, Corbin J. Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada [Internet]. 2002. 341 p. Available from: [http://books.google.es/books/about/Bases\\_de\\_la\\_investigaci?n\\_cualitativa.html?id=TmgvTb4tiR8C&pgis=1](http://books.google.es/books/about/Bases_de_la_investigaci?n_cualitativa.html?id=TmgvTb4tiR8C&pgis=1)
2. Colombia | EAtlas [Internet]. [cited 2018 Jul 31]. Available from: <https://ejatlas.org/country/colombia>
3. Ministerio de Ambiente Y Desarrollo Sostenible M, Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt H. Biodiversidad y servicios ecosistémicos en la planificación y gestión ambiental urbana. 2017;
4. Duraiappah AK, Naeem S, Agardy T, Ash NJ, Cooper HD, Díaz S, et al. Ecosystems and human well-being [Internet]. Vol. 5, Ecosystems. 2005. 1-100 p. Available from: <http://www.who.int/entity/globalchange/ecosystems/ecosys.pdf%5Cnhttp://www.loc.gov/catdir/toc/ecip0512/2005013229.html>



### 8.5.2. Ciclos naturales y culturales. Herramientas para el análisis de los efectos del cambio climático en poblaciones étnicas

Elkin Daniel Vallejo- Rodríguez  
Aldo Iván Parra- Sánchez

El cambio climático es uno de los principales retos que enfrenta la humanidad en el siglo XXI (1,2). Es generado, en gran medida, por acciones humanas (2), con efectos en diferentes esferas de la vida cotidiana de las poblaciones (1), una de ellas es la soberanía alimentaria (3). Desde lo mencionado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), la pérdida de cultivos, la dificultad para acceder a agua potable y el aumento de plagas son situaciones que incidirán en la desnutrición debido al cambio climático (4). Si bien es cierto que el cambio climático afecta y afectará a todo el planeta, también es reconocido que existen poblaciones que tendrán mayores afectaciones debido a que sus modos de subsistencia están mucho más ligados al medio ambiente (5). Esto lleva a entender que existen elementos culturales que permean la relación de los grupos humanos con el clima y, por tanto, con el cambio climático (1).

En este contexto, la investigación buscó identificar, desde las percepciones y conocimientos de la comunidad afrocolombiana del

Consejo Comunitario Bajo Mira y Frontera (CCBMF) del municipio de Tumaco, en el departamento de Nariño, los posibles impactos del cambio climático en la soberanía alimentaria de esta población. Para esto se optó por una aproximación mixta, dando un lugar preponderante al conocimiento local en el marco de un diálogo horizontal (6-9).

#### Recolección de información

Esta investigación realizó un análisis analítico-descriptivo (9-11). Para esto optó por la utilización de herramientas de recolección de información de corte participativo, (11) con el fin de identificar desde las percepciones de la comunidad afrocolombiana del Consejo Comunitario Bajo Mira y Frontera, su posición frente a los impactos del cambio climático y su relación con la soberanía alimentaria, sus causas y a su vez las formas en que esta población enfrenta dichos impactos.

La fase de recolección de información se dividió en dos etapas: la primera de preparación y revisión documental; la segunda, la salida de campo a terreno. La primera etapa consistió de una revisión de documentos y literatura sobre el cambio climático, las poblaciones étnicas y la seguridad alimentaria. A partir de esta,

categorías deductivas fueron generadas (8) para la construcción de las guías utilizadas en los talleres participativos. Esta guía pretendió indagar sobre conceptos de etnoecología (1), el porqué del cambio climático (12) y las estrategias de adaptación y mitigación implementadas por las comunidades.

Para la segunda fase, una herramienta metodológica denominada calendario ecológico fue aplicada para identificar las percepciones de la comunidad. Este instrumento permite integrar diferentes métodos dirigidos a la identificación de los ciclos estacionales asociados a elementos ambientales, socio-culturales y biológicos. De igual forma, ayuda a la integración y la presentación del contexto que busca combinar factores ecológicos, biológicos y sociales de una comunidad a través de ciclos anuales, en un diseño innovador y socialmente inclusivo. Así, obtiene como resultado una figura en la cual es posible ver, por ejemplo, los tipos de cultivos realizados en un mes específico, el clima, las actividades sociales e incluso identificar de qué se enferman las personas durante ese periodo de tiempo (6). La información recopilada se organiza sistemáticamente en períodos de tiempo, registrando factores ecológicos, biológicos y culturales que influyen en numerosos resultados de salud (6,11).

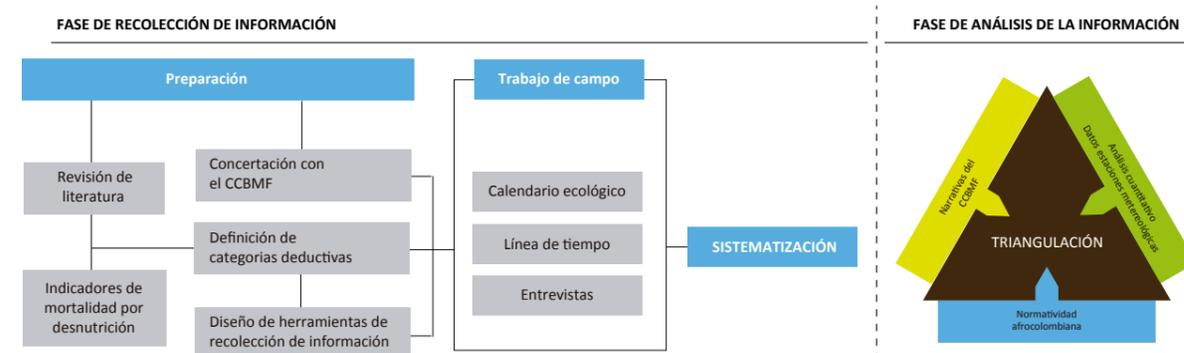
La aplicación del calendario ecológico fue concertada con el consejo comunitario y contó con la participación, acompañamiento y asesoría de la junta directiva del mismo, que definió los cuatro asentamientos a visitar, uno por cada zona que compone el territorio del CCBMF. La visita a estos asentamientos permitió obtener un panorama más completo del territorio y de los impactos del cambio climático en la soberanía alimentaria. El trabajo incluyó los asentamientos de Nueva Unión, San Isidro, Congal y Guabal.

En cada una de estas comunidades se realizó un taller participativo (11) donde se congregaron varios miembros de la comunidad, tanto hombres como mujeres de diferentes grupos etarios, con el fin de generar un espacio participativo, donde diversas visiones respecto al cambio climático pudieran ser representadas. El desarrollo de los talleres optó por la formación de grupos con diversidad de sexo y edad, para al final del mismo realizar una plenaria donde cada grupo presentara el resultado del trabajo y así llegar a una coconstrucción (7) de los calendarios ecológicos por cada asentamiento. En paralelo a los talleres participativos, se realizaron algunas entrevistas grupales a personas representativas de la comunidad en cada uno de los asentamientos trabajados.

La línea de tiempo, otra herramienta utilizada en la recolección de información (11), permite reconstruir, desde la memoria colectiva, la historia comunitaria a través de los acontecimientos o momentos más relevantes (11). Así, fueron identificados sucesos que se relacionan con el cambio climático y la soberanía alimentaria, en específico con la posibilidad de conseguir y cultivar alimentos. Una reunión con algunos miembros de la junta de gobierno del consejo comunitario Bajo Mira y Frontera (CCBMF) permitió acceder a esta información. Este grupo contó con la presencia de hombres y mujeres de diferentes edades, donde se destacó la presencia de adultos mayores, fundamentales en cualquier proceso de reconstrucción de memoria (11).

La línea del tiempo inicia desde la reconstrucción de los momentos más antiguos recordados por las personas, con respecto a los modos de subsistencia, acceso y producción de alimentos. También incluye los eventos que la comunidad señala como importantes en relación con el ambiente y la salud. El proceso indagó sobre la constitución del consejo comunitario y la lucha por los derechos de la población del Bajo Mira.

Finalmente, y en el marco de los métodos mixtos de investigación, se optó por la búsqueda y recolección de información cuantitativa sobre mortalidad por desnutrición en el municipio de Tumaco, con el fin de tener elementos para realizar el contraste y posterior triangulación con la información recolectada en campo, mediante las herramientas cualitativas antes mencionadas. La información cuantitativa se recolectó de las estadísticas vitales generadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).



**Figura 1.** Flujograma metodología por fases

Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud

## Fase de análisis

La revisión a profundidad de las entrevistas y videos obtenidos en el trabajo de campo permitió la selección de algunos fragmentos como soporte testimonial en los resultados. Dicho ejercicio mostró la necesidad de articular las nociones de vulnerabilidad y riesgo con el concepto base de soberanía alimentaria, para así dar cuenta de los resultados obtenidos en los talleres y los datos sobre mortalidad por desnutrición, de 1998 a 2016, de las estadísticas vitales del DANE (13). El resultado de los talleres fue condensado para levantar una línea de tiempo y obtener los calendarios ecológicos, preservando la grafía propia de la comunidad en la digitalización.

El proceso de análisis, desde una perspectiva de métodos mixtos, buscó poner en diálogo lo cualitativo y lo cuantitativo (8,9), así se indagó por información hidrometeorológica oficial como una forma de contrastar los testimonios obtenidos en campo. Estos datos brindan las medidas de precipitación y temperatura en la región del CCBMF que toma regularmente el IDEAM desde 1968. Si bien los datos son de acceso público, no habían sido objeto de análisis y por ello este reporte constituye un avance en el estudio del cambio climático en la región del CCBMF. Los datos fueron procesados con el software R versión 3.5.0, que permitió generar las gráficas correspondientes.

Dentro de esta fase de análisis fue importante complementar la línea de tiempo coconstruida (7) con la comunidad. Para ello se cotejó la normatividad dirigida a poblaciones afrocolombianas nacionales en materia de cuestiones territoriales, ambientales y de derechos de comunidades negras, esto con el fin de tener una mirada más amplia de la situación pasada y presente de la población del CCBMF y contextualizar varios episodios descritos en los talleres dentro de un marco histórico nacional.

## Referencias

1. Ulloa A (Editora). *Perspectivas Culturales del Clima*. Instituto Latinoamericano para una sociedad y un derecho alternativos Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. 2011. 578 p.
2. IPCC. *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change* [Internet]. Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. 2014. 1454 p. Available from: <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/>
3. Gordillo G, Méndez O. *Seguridad y Soberanía Alimentaria*. (Documento base para discusión). FAO; 2013. p. 1–37.
4. Confalonieri U, Menne B, Akhtar R, Ebi KL, Hauengue M, Kovats RS, et al. Human Health. In: *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. 2007. p. 391–431.
5. Salick J, Byg A. *Indigenous people and climate change*. Salick J, Byg A, editors. Oxford: Tyndall centre for climate change research; 2007.
6. Santo Domingo AF, Castro-Díaz L, González-Urbe C, The Wayúu Community of Marbacella, The Bari Community of Karikachaboquira. *Ecosystem Research Experience with Two Indigenous Communities of Colombia: The Ecohealth Calendar as a Participatory and Innovative Methodological Tool*. *Ecohealth*. 2016;13(4):687–97.
7. Charron D. *La investigación de ecosalud en la práctica. Aplicaciones innovadoras de un enfoque ecosistémico para la salud*. 1st ed. Charron D, editor. Mexico. D.F: Plaza y Valdes; 2014.
8. Bonilla-Castro E, Rodríguez N. *Más allá del dilema de los métodos: la investigación en ciencias sociales*. 2da edició. Norma, editor. Bogotá D.C; 2005.
9. Valles M. *Técnicas cualitativas de investigación social. Reflexión metodológica y práctica profesional*. primera. Madrid: Editorial Síntesis; 1999. 430 p.
10. Amezcua M, Gálvez Toro A. Los modos de análisis en investigación cualitativa en salud: perspectiva crítica y reflexiones en voz alta. *Rev Esp Salud Pública*. 2002;5(76):423–36.
11. Geilfus F. *80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo y evaluación*. San José: IICA; 2002. 217 p.
12. Echeverri JÁ. *Pueblos indígenas y cambio climático: el caso de la Amazonía colombiana*. *Bull l'Institut français d'études Andin*. 2009;38(38 (1)):13–28.
13. Departamento Administrativo Nacional de Estadística. *Estadísticas vitales* [Internet]. [cited 2018 Sep 4]. Available from: [http://formularios.dane.gov.co/Anda\\_4\\_1/index.php/catalog/MICRODATOS#\\_r=&collection=&country=&d-type=&from=1973&page=4&ps=&sk=&sort\\_by=title&sort\\_order=&to=2016&topic=&view=s&vk](http://formularios.dane.gov.co/Anda_4_1/index.php/catalog/MICRODATOS#_r=&collection=&country=&d-type=&from=1973&page=4&ps=&sk=&sort_by=title&sort_order=&to=2016&topic=&view=s&vk)

A photograph of a residential street. In the foreground, there is a blue car with license plate BPD-912. Behind it, a red car is parked. To the right, a large tree with dense green foliage stands next to a concrete path. The scene is brightly lit, suggesting daytime.

### 8.5.3. Experiencia intersectorial Consejo Territorial en Salud Ambiental (COTSA) Cali

Fabio Escobar-Díaz  
Paula Castillo-Santana

#### 8.5.3. Experiencia intersectorial Consejo Territorial en Salud Ambiental (COTSA) Cali

Fabio Escobar  
Paula Castillo

##### Diseño metodológico

El estudio tuvo una orientación cualitativa basada en la realización de entrevistas individuales semiestructuradas y grupos focales; de forma complementaria se usó información documental pertinente para adicionar o validar en algunos casos los resultados encontrados a partir de las técnicas orales. Las entrevistas son entendidas como conversaciones incentivadas y guiadas por el investigador que tiene como finalidad la búsqueda de conocimiento sobre un determinado tema; fue semiestructurada porque contó con unos temas para abordar con los participantes que fueron formulados libremente y sin un orden predefinido (1). Los grupos focales son entrevistas dirigidas a un grupo pequeño de personas en torno a un tema específico, enriquecidas gracias a que incentivan a los participantes a recordar eventos y profundizar en las respuestas más allá de lo que se lograría con una sola persona (2).

##### Selección del caso de análisis

Este análisis siguió el método del estudio de caso, basado en una mirada cualitativa. Un tipo de investigación que estudia un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto en la vida real (3). Estos estudios no pretenden hacer una generalización estadística sino examinar a profundidad el hecho o fenómeno social. Para la selección del caso, se partió de criterios iniciales como: experiencia territorial (departamental o municipal) que tuviera un Consejo Territorial en Salud Ambiental (COTSA) formalmente constituido y que contara con alguna trayectoria intersectorial reconocida.

Después de consultas con entidades de la Comisión Técnica Intersectorial en Salud Ambiental (CONASA), como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Salud y Protección Social, fue seleccionada la experiencia intersectorial del municipio de Cali, debido al reconocimiento nacional por su trayectoria que inició antes de la formalización del COTSA en 2016 e incluso antes de la aprobación del Conpes 3550 de 2008. La estrategia de escuelas saludables impulsada por la Dirección Territorial de Salud de esta ciudad, incorporó actores de otras instituciones y sectores, favoreciendo el diálogo intersectorial.

## Recolección de información

La Dirección Territorial de Salud de Cali apoyó la realización de los contactos y la organización del trabajo de campo en esta ciudad. Se hicieron 19 entrevistas y grupos focales que comprendieron miembros de la mesa directiva (Presidente del COTSA 2018) y de las tres mesas técnicas (Calidad del Aire, Calidad del Agua, Zoonosis y ETV) y el Comité de Entornos que representa a entidades como las Secretaría de Salud Pública Municipal, el Departamento Administrativo de Planeación, de Gestión del Medio Ambiente, Empresas Municipales de Cali, Corporación Valle del Cauca, la Universidad del Valle, Bomberos Voluntarios, empresas privadas y organizaciones sin ánimo de lucro como la Empresa Metropolitana de Aseo de Cali- EMAS Cali y Museo MULI. Además de reunir un grupo focal con el Comité Comunitario de las comunas 11 y 12 que pertenece al Comité de Entornos para la Vida. La tabla 1 muestra los actores participantes del análisis.

**Tabla 1.** Personas entrevistadas

Personas entrevistadas	Número
Público	Secretaría de Salud Pública Municipal (SSPM)
	Departamento Administrativo de Gestión del Medio Ambiente (DAGMA)
	Secretaría de Salud Pública Municipal (SSPM)
	Corporación Valle del Cauca (CVC)
	Departamento Administrativo de Planeación Municipal (DAPM)
	Secretaría de Gobierno, Convivencia y Seguridad Ciudadana
	Empresas Municipales de Cali (EMCALI)
	Subsecretaría Territorios de Inclusión, Oportunidades (TIOS)
Academia	Secretaría Departamental de Salud del Valle
Sociedad civil	Universidad del Valle
	Cuerpo de Bomberos Voluntarios
	Entidades Protectoras de Animales
	Fundación Zoológico de Cali
	Comunidad (Comité comunitario comunas 11 y 12)
Privado	Operadores del Servicio Público de Aseo (Empresa Metropolitana de Aseo de Cali-EMAS Cali)

Fuente: elaboración equipo Observatorio Nacional de Salud

El diseño del cuestionario flexible de preguntas fue ajustado de acuerdo con las características de los entrevistados, teniendo en cuenta si eran del sector salud, de otros sectores o de la comunidad. Fue semiestructurado conforme a los siguientes componentes:

Contexto: percepción de la relación salud y ambiente, aportes de solución de problemas ambientales con impacto en salud.

Enfoques y procesos: participación en la experiencia intersectorial, intereses y expectativas en el COTSA, actores influyentes, recursos y estrategias, alianzas y actores influyentes.

Impactos: resultados percibidos, desafíos de la experiencia intersectorial, lecciones aprendidas, opciones de mejoramiento.

## Sistematización y análisis de la información

Estrategias desarrolladas: *a.* Transcripción de las entrevistas que fueron grabadas con el consentimiento previo de los participantes; *b.* Familiarización con las transcripciones, a través de su lectura o re-lectura; *c.* Codificación mediante el uso de un etiqueta o código con una palabra o frase y con el que se pueden clasificar todos los datos para su comparación; *d.* Desarrollo y aplicación de un marco analítico, por medio de un matriz en Microsoft Excel organizada por casos (filas) y códigos (columnas), colocando en cada celda fragmentos textuales relevantes y que permitieran el análisis sobre las categorías empleadas en las transcripciones para su agrupación; *e.* Interpretación de los datos (4). Las categorías para la interpretación de los resultados y el informe de análisis fueron: identificación conjunta de problemas y objetivos, capacidades resolutorias y técnicas, competencias extraterritoriales, logros y resultados, participación de actores e iniciativas intersectoriales.

## Referencias

1. Batthyány K, Cabrera M. Metodología de la investigación en Ciencias Sociales: apuntes para un curso inicial. Montevideo: Universidad de la República; 2011.
2. Flick U. An introduction to qualitative research. London: Sage Publications; 2009.
3. Yin RK. Case Study Research: design and methods. Thousand Oaks: Sage Publications; 2009.
4. Gale NK, Heath G, Cameron E, Rashid S, Redwood S. Using the framework method for the analysis of qualitative data in multi-disciplinary health research. BMC Med Res Methodol [Internet]. 2013;(13):117. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24047204> <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3848812>



GOBIERNO  
DE COLOMBIA



INSTITUTO  
NACIONAL DE  
SALUD

---

Instituto Nacional de Salud  
Avenida calle 26 No. 51-20 - Zona 6 CAN. Bogotá, D.C.  
Tel: (57+1) 220 7700 ext 1269-1485  
Línea Gratuita: 018000 113 400