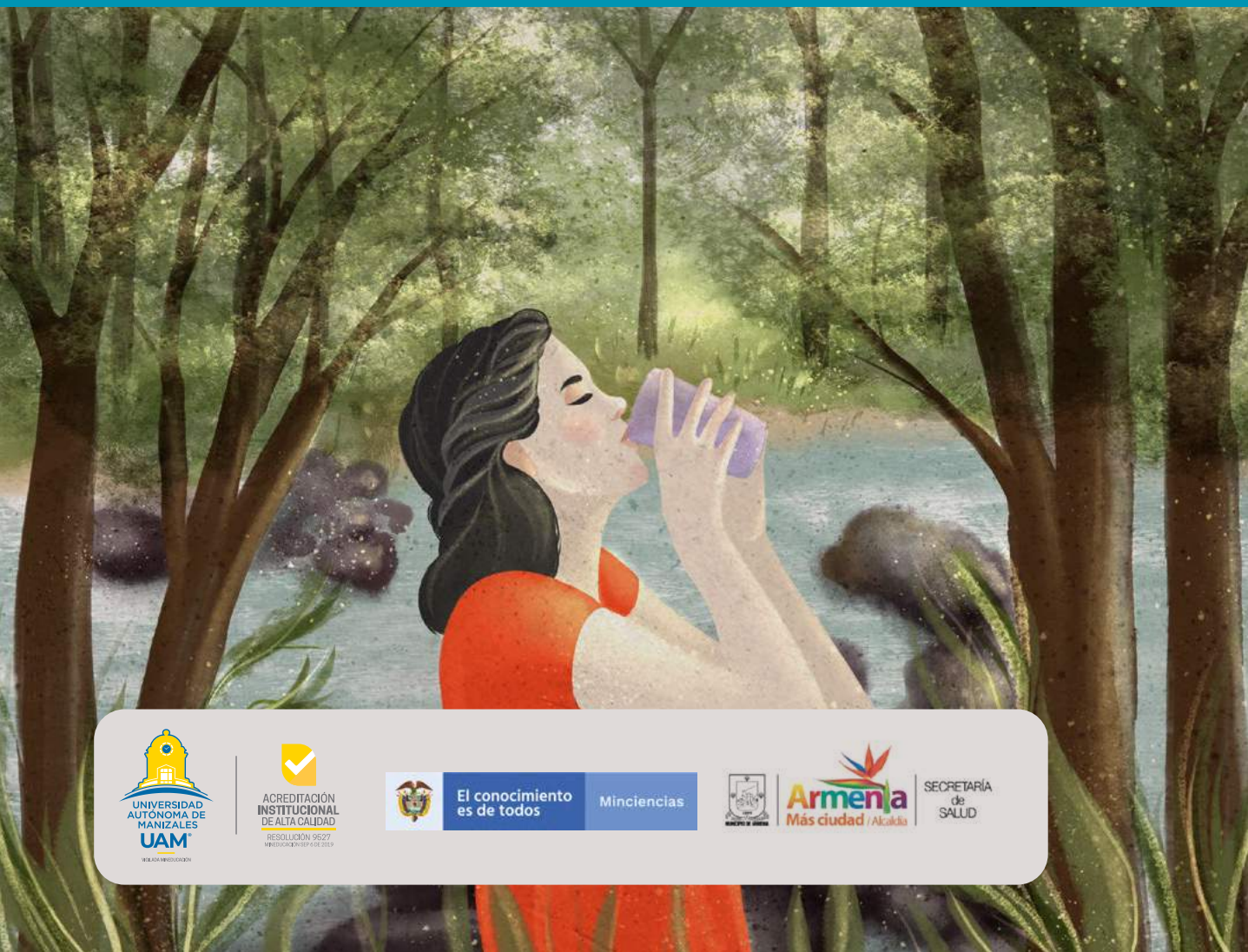


# Aplicación del modelo de fuerzas motrices para la caracterización de la salud ambiental

Olga Lucía Ocampo López · Dora Cardona Rivas · Paula Tatiana González Pérez · María del Pilar Cerezo Correa ·  
Olga Lucía Cifuentes Aguirre · Paula Andrea Aristizábal Vélez · Liliana Quintero Álvarez ·  
Diana Andrea García Chamorro · Alejandra María Restrepo Franco · Andrea Patricia Cuesta Mosquera ·  
Sebastián Gómez Mejía · Paola Cecilia Giraldo Ramírez · Jenny Paola Ríos Hernández



El conocimiento es de todos

Minciencias



Armenia  
Más ciudad /Alcalde

SECRETARÍA de SALUD

### **OLGA LUCÍA OCAMPO LÓPEZ**

Docente Asociada perteneciente al departamento Mecánica y Producción, e investigadora Senior de los grupos de investigación Diseño Mecánico y Desarrollo Industrial y Desarrollo Regional Sostenible de la Universidad Autónoma de Manizales. Ingeniera Química de la Universidad Nacional de Colombia -sede Manizales. Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia -sede Bogotá. Especialista en Ingeniería Ambiental con énfasis en Sanitaria de la Universidad Nacional de Colombia -sede Manizales. Maestría en Ingeniería – Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia -sede Manizales. Doctorado en Ingeniería de la Universidad Nacional de Colombia - sede Manizales. Correo electrónico: olocampo@autonoma.edu.co

### **DORA CARDONA RIVAS**

Investigadora adscrita al departamento de Ciencias Básicas Biológicas y al grupo de investigación Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Licenciada en Bacteriología y Laboratorio Clínico de la Universidad Católica de Manizales (UCM). Epidemióloga de Campo, Instituto Nacional de Salud (INS)-Centro de Control de Enfermedades de Atlanta (CDC). Magister en Desarrollo Educativo y Social de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN)-Centro Internacional de Desarrollo Humano (CINDE). Doctora en Ciencias Sociales: Niñez y Juventud de la Universidad de Manizales (UM)-CINDE. Correo electrónico: dcrivas@autonoma.edu.co

### **PAULA TATIANA GONZÁLEZ PÉREZ**

Docente adscrita al departamento Salud Pública e investigadora del grupo de investigación Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Odontóloga de la Universidad Autónoma de Manizales. Especialización en Epidemiología de la Universidad Andina. Maestría en Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: Tatiana.gonzalez@autonoma.edu.co

### **MARÍA DEL PILAR CEREZO CORREA**

Coordinadora de la Maestría de Salud Pública, Coordinadora de la Especialización Salud Pública Virtual, Investigadora del grupo de investigación Salud Pública y Docente del Programa de Odontología adscrita al Departamento Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Odontóloga de la Universidad Autónoma de Manizales. Especialización en Investigación y Docencia Universitaria, Auditoría en Salud de la Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: mapice@autonoma.edu.co

### **OLGA LUCÍA CIFUENTES AGUIRRE**

Coordinadora departamento Salud Pública e investigadora del grupo de investigación Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Odontóloga de la Universidad Autónoma de Manizales. Especialización en Estudios Socio Humanísticos con Énfasis en Proyectos Educativos y Culturales de la Universidad Autónoma de Manizales. Maestría en Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: olucif@autonoma.edu.co

### **PAULA ANDREA ARISTIZÁBAL VÉLEZ**

Docente adscrita al departamento de Salud Pública e investigadora del grupo de investigación Salud Pública, Universidad Autónoma de Manizales. Terapeuta Respiratoria de la Universidad Católica de Manizales. Especialización en Salud pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Maestría en Salud pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico: paulaaristizabal@autonoma.edu.co

### **LILIANA QUINTERO ÁLVAREZ**

Medica Epidemióloga de la Secretaría de Salud de Armenia, Oficina de Salud Pública, Alcaldía de Armenia-Quindío. Investigadora del grupo de investigación Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Médica Cirujana de la Facultad de Medicina, Universidad de Quindío. Maestría en Epidemiología del Instituto de Medicina Tropical Pedro Kouri de la Habana Cuba. Correo electrónico: lquintero@armenia.gov.co

### **DIANA ANDREA GARCÍA CHAMORRO**

Docente del departamento Salud Pública e investigadora adscrita al grupo de investigación Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Fisioterapeuta de la Universidad Autónoma de Manizales. Especialización en Salud Pública de la Universidad Autónoma de Manizales. Maestría en Salud Pública- Universidad Autónoma de Manizales.

Correo electrónico: dianagarcia@autonoma.edu.co

### **ALEJANDRA MARÍA RESTREPO**

Joven Investigadora. Estudiante de la Maestría en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales. Ingeniera Mecánica de la Universidad Autónoma de Manizales. Correo electrónico:

Alejandra.restrepof@autonoma.edu.co

### **ANDREA PATRICIA CUESTA MOSQUERA**

Consultora. Estudiante de Doctorado en Ciencias Naturales con énfasis en Meteorología, desarrollando investigación en propiedades ópticas y físicas de aerosoles contaminantes del aire, en la Universität Leipzig, Leipzig, Alemania. Maestría en Ingeniería- Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Ingeniera Química. Correo electrónico: apcuestam@unal.edu.co

### **SEBASTIÁN GÓMEZ MEJÍA**

Consultor. Especialista en Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. Correo electrónico: ingenieriasgm@gmail.com

### **PAOLA CECILIA GIRALDO RAMÍREZ**

Consultora. Maestría en Ingeniería de la Universidad Autónoma de Manizales. Ingeniera de Saneamiento y Desarrollo ambiental Universidad Católica de Manizales. Correo electrónico: paola.giraldor@autonoma.edu.co

### **JENNY PAOLA RÍOS HERNÁNDEZ**

Joven Investigadora. Estudiante de la Maestría en Ingeniería Universidad Autónoma de Manizales. Ingeniera de Alimentos Universidad de Caldas. Correo electrónico: jennyp.rios@autonoma.edu.co

COLECCIÓN  
SALUD  
  
INVESTIGACIÓN

# ≡ Aplicación del modelo de fuerzas motrices para la caracterización de la salud ambiental

Olga Lucía Ocampo López · Dora Cardona Rivas · Paula Tatiana González Pérez · María del Pilar Cerezo Correa ·  
Olga Lucía Cifuentes Aguirre · Paula Andrea Aristizábal Vélez · Liliana Quintero Álvarez ·  
Diana Andrea García Chamorro · Alejandra María Restrepo Franco · Andrea Patricia Cuesta Mosquera ·  
Sebastián Gómez Mejía · Paola Cecilia Giraldo Ramírez · Jenny Paola Ríos Hernández



Ocampo López, Olga Lucía

Aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices para la caracterización de la salud ambiental / Olga Lucía Ocampo López [y otros trece]. -- Manizales : UAM, 2021

350 páginas.: ilustraciones, gráficas, mapas (Colección Salud. Investigación)

ISBN: 978-958-5558-20-5

1. Salud ambiental - Colombia. 2. Crecimiento demográfico. 3. Salud personal. 4. Calidad de vida. 5. Mortalidad - Estadísticas - Colombia. 6. Protección del medio ambiente.

I. Cardona Rivas, Dora. II. González Pérez, Paula Tatiana. III. Cerezo Correa, María del Pilar. IV. Cifuentes Aguirre, Olga Lucía. V. Aristizábal Vélez, Paula Andrea. VI. Quintero Álvarez, Liliana. VII. García Chamorro, Diana Andrea. VIII. Restrepo Franco, Alejandra María. IX. Cuesta Mosquera, Andrea Patricia. X. Gómez Mejía, Sebastián. XI. Giraldo Ramírez, Paola Cecilia. XII. Ríos Hernández, Jenny Paola. XIII. Obando Alzate, Laura V., editora

UAM 613.1 O151

CO-MaBABC

Fuente: Biblioteca Alfonso Borrero Cabal, S.J.

© Editorial UAM- Universidad Autónoma de Manizales

Antigua Estación del Ferrocarril

E-mail: [editorial@autonoma.edu.co](mailto:editorial@autonoma.edu.co)

Teléfono: (56+6) 8727272 Ext. 166

Manizales-Colombia

Miembro de la Asociación de Editoriales Universitarias de Colombia, *ASEUC*

Título: Aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices para la caracterización de la salud ambiental

Colección: Salud

Serie: Investigación

Autores:

Olga Lucía Ocampo López / Dora Cardona Rivas /  
Paula Tatiana González Pérez / María del Pilar Cerezo Correa /  
Olga Lucía Cifuentes Aguirre / Paula Andrea Aristizábal Vélez  
/ Liliana Quintero Álvarez / Diana Andrea García Chamorro /  
Alejandra María Restrepo Franco / Andrea Patricia Cuesta Mosquera  
/ Sebastián Gómez Mejía / Paola Cecilia Giraldo Ramírez /  
Jenny Paola Ríos Hernández

Correos electrónicos:

[olocampo@autonoma.edu.co](mailto:olocampo@autonoma.edu.co) / [dcrivas@autonoma.edu.co](mailto:dcrivas@autonoma.edu.co) /  
[paulatatiana.gonzalez@autonoma.edu.co](mailto:paulatatiana.gonzalez@autonoma.edu.co) /  
[mapice@autonoma.edu.co](mailto:mapice@autonoma.edu.co) / [olucif@autonoma.edu.co](mailto:olucif@autonoma.edu.co) /  
[paulaaristizabal@autonoma.edu.co](mailto:paulaaristizabal@autonoma.edu.co) / [lquintero@armenia.gov.co](mailto:lquintero@armenia.gov.co) /  
[dianagarcia@autonoma.edu.co](mailto:dianagarcia@autonoma.edu.co) / [alejandra.restrepof@autonoma.edu.co](mailto:alejandra.restrepof@autonoma.edu.co) /  
[apcuestam@unal.edu.co](mailto:apcuestam@unal.edu.co) / [ingenieriasgm@gmail.com](mailto:ingenieriasgm@gmail.com) /  
[paola.girdor@autonoma.edu.co](mailto:paola.girdor@autonoma.edu.co) / [jennyp.riosh@autonoma.edu.co](mailto:jennyp.riosh@autonoma.edu.co)

Manizales, enero de 2021

ISBN: 978-958-5558-20-5

Edición y coordinación editorial: Laura V. Obando Alzate

Diseño y Diagramación: Sebastián López Ubaque - [estratosferadesign.com](http://estratosferadesign.com)

Portada: Ana María García Bedoya - [estratosferadesign.com](http://estratosferadesign.com)

Comité Editorial

Iván Escobar Escobar, Vicerrector Académico UAM. Nancy Liliana Mahecha Bedoya *Mg.*, Vicerrectora Administrativa y Financiera. María del Carmen Vergara Quintero *PhD.*, Coordinadora Unidad de Investigación. Laura V. Obando Alzate, Editora y Coordinadora Editorial UAM. Dora Cardona Rivas *PhD.*, representante de la Facultad de Salud. Francy Nelly Jiménez García *PhD.*, representante de la Facultad de Ingenierías. Mónica Naranjo Ruiz *Mg.*, representante de la Facultad de Estudios Sociales y Empresariales. Juliana Acosta López de Mesa *PhD.*, Editora de la revista *Ánfora* y representante del Departamento de Ciencias Humanas. Luisa Fernanda Buitrago Ramírez *Mg.*, Directora de la revista *Araña que Teje*. Wbeimar Cano Restrepo *Mg.*, Coordinador de la Biblioteca. Diego Fernando Noreña Vélez, Asistente Editorial.

## Contenido

Introducción	20
Salud ambiental	24
Carga en salud atribuible a factores ambientales	29
Salud ambiental: Contexto nacional	34
Carga de enfermedad por factores ambientales en Colombia	37
Modelo de fuerzas motrices	42
Bases conceptuales del modelo de fuerzas motrices	43
Indicadores de salud ambiental	46
Metodología	52
Variables	54
Plan de análisis	58
Localización del área de estudio	59
Aplicación del modelo de fuerzas motrices	66
Pasos para la aplicación del modelo de fuerzas motrices	67
Indicadores de fuerza motriz	86
Crecimiento demográfico	87
Categorización de municipios	90
Tipología municipal y entorno de desarrollo	91
Ingreso tributario per cápita	93
Urbanización y ruralidad	95

Indicadores de presión	97
Calidad de vida	98
Cobertura de servicios públicos	106
Cobertura de educación	114
Riesgo de desastres y cambio climático	115
Clima	125
Deforestación	130
Conflictos de uso del suelo	132
Indicadores de estado	150
Ecosistemas estratégicos	151
Cuencas hidrográficas	153
Calidad de aire	174
Calidad de agua potable	178
Residuos sólidos ordinarios	179
Residuos peligrosos	185
Indicadores de Exposición	190
Población urbana y rural	191
Estructura por grupos quinquenales	192
Indicadores de efecto	195
Enfermedades respiratorias crónicas	196
Cáncer	201
Enfermedades transmitidas por vectores	207
Enfermedades intestinales	215
Indicadores de Acción	218
Percepción ciudadana	219
Aseguramiento en salud	224
Inversiones	226
Consejos Territoriales de Salud Ambiental	229



Análisis de Interrelaciones según MFM	232
Fuerza motriz - presión	233
Estado	239
Exposición	245
Efecto	246
Acción	259
Discusión de resultados	261
Modelo de fuerzas motrices	262
Eventos en salud ambiental	263
Componentes de la salud ambiental	277
Acciones o intervenciones	288
Conclusiones y recomendaciones	296
Referencias bibliográficas	306

## Índice tablas

Tabla 1.	Niveles máximos recomendables de contaminantes criterio en el aire OMS	70
Tabla 2.	Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire en Colombia	71
Tabla 3.	Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire para el año 2030 – Normativa colombiana	72
Tabla 4.	Características físicas del agua potable	74
Tabla 5.	Características químicas del agua potable	75
Tabla 6.	Clasificación de nivel de riesgo en salud según el IRCA	75
Tabla 7.	Situación actual (2012) de la regulación de sustancias químicas en Colombia	77
Tabla 8.	Sustancias químicas prohibidas o severamente restringidas	78
Tabla 9.	Indicadores según el MFM para el componente de calidad del aire	79
Tabla 10.	Indicadores según el MFM para el componente de calidad del agua	80
Tabla 11.	Indicadores según el MFM para el componente de saneamiento básico	81
Tabla 12.	Indicadores según el MFM para el componente de residuos sólidos	82
Tabla 13.	Indicadores según el MFM para el componente seguridad química	83
Tabla 14.	Censo de población para los departamentos evaluados	89
Tabla 15.	Indicadores demográficos por género CNPV 2018 y CG 2005	89

Tabla 16. Categorización de municipios en Colombia	90
Tabla 17. Necesidades básicas insatisfechas	101
Tabla 18. Cobertura de acueducto	106
Tabla 19. Cobertura de alcantarillado	109
Tabla 20. Cobertura de aseo	110
Tabla 21. Cobertura de energía eléctrica	112
Tabla 22. Cobertura de gas natural	113
Tabla 23. Área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos, 2016	117
Tabla 24. Eventos de origen socio-natural, 2017	118
Tabla 25. Incendios Forestales, 2017	120
Tabla 26. Precipitación promedio anual	127
Tabla 27. Deforestación, hectáreas	132
Tabla 28. Áreas departamentales por conflicto de tipo minero, 2012	140
Tabla 29. Áreas municipales por conflicto de tipo minero, 2012	141
Tabla 30. Áreas departamentales por conflicto, 2012	142
Tabla 31. Ecosistemas estratégicos, 2016-2017	152
Tabla 32. Subzonas hidrográficas	155
Tabla 33. Cabeceras municipales en Risaralda susceptibles al desabastecimiento en temporada seca	160
Tabla 34. Cabeceras municipales en Caldas susceptibles al desabastecimiento en temporada seca	161
Tabla 35. Cabeceras municipales en Quindío susceptibles al desabastecimiento	163
Tabla 36. Cabeceras municipales en Huila susceptibles al desabastecimiento en temporada seca	164
Tabla 37. Cabeceras municipales en Huila susceptibles al desabastecimiento	165
Tabla 38. Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero	175

Tabla 39.	Contribución en porcentaje a las emisiones de gases de efecto invernadero	175
Tabla 40.	Valores medios del IRCA	178
Tabla 41.	Generación Anual de residuos en Ton	180
Tabla 42.	Generación per cápita de residuos	181
Tabla 43.	Peso unitario de acuerdo con el tipo de residuo según el RAS	183
Tabla 44.	Rellenos sanitarios empleados para la disposición final	184
Tabla 45.	Aprovechamiento de residuos sólidos	185
Tabla 46.	Generación de residuos peligrosos según Informe Nacional RESPEL	186
Tabla 47.	Generación de residuos peligrosos	187
Tabla 48.	Principales corrientes de generación de RESPEL	188
Tabla 49.	Manejo de RESPEL	189
Tabla 50.	Población urbana y rural CNPV 2018	192
Tabla 51.	Indicadores demográficos CNPV 2018 y CG 2005	194
Tabla 52.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por EPOC, 2010-2016	197
Tabla 53.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por asma, 2010-2016	199
Tabla 54.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por cáncer de pulmón, 2010-2016	201
Tabla 55.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por cáncer de estómago, 2010-2016	203
Tabla 56.	Proporciones de morbilidad por melanoma maligno 2010-2016	205
Tabla 57.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por dengue 2010-2016	208
Tabla 58.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por malaria 2010-2016	210
Tabla 59.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por leishmaniasis 2010-2016	212

Tabla 60.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por Chagas 2010-2016	214
Tabla 61.	Proporciones de mortalidad y morbilidad por enfermedades intestinales 2010-2016	216
Tabla 62.	Percepción ciudadana: Satisfacción con el servicio de salud, %	219
Tabla 63.	Percepción ciudadana: Transparencia, %	220
Tabla 64.	Aseguramiento en salud, 2018	225
Tabla 65.	Inversión per cápita en gestión ambiental, 2012	227
Tabla 66.	Inversión en gestión de desastres, 2016	228
Tabla 67.	Resultados de análisis integrado por subzonas hidrográficas	240
Tabla 68.	Grado de relación según el coeficiente de correlación	246
Tabla 69.	Correlaciones de eventos con indicadores de fuerza motriz	247
Tabla 70.	Correlaciones de eventos con factores climáticos- altitud	248
Tabla 71.	Correlaciones de eventos con variables climáticas – temperatura	250
Tabla 72.	Correlaciones de eventos con variables climáticas – precipitación	251
Tabla 73.	Correlaciones de eventos con indicadores de sensibilidad al cambio climático	252
Tabla 74.	Correlaciones de eventos con cobertura de servicios públicos en ciudades	254
Tabla 75.	Correlaciones de eventos con servicios públicos para municipios intermedios y rurales	255
Tabla 76.	Correlaciones de eventos con servicios públicos para municipios en categoría rural disperso	256
Tabla 77.	Correlaciones de indicadores de estado-calidad de aire	257
Tabla 78.	Correlaciones de eventos con producción de residuos sólidos	258

Tabla 79.	Estudios de salud ambiental en población colombiana relacionados con calidad de agua y saneamiento	281
Tabla 80.	Estudios de factores de riesgo ambiental en población colombiana relacionados con calidad del aire	282
Tabla 81.	Estudios del impacto del clima en población colombiana	285
Tabla 82.	Acciones según el MFM para el componente de calidad del agua	291
Tabla 83.	Acciones según el MFM para el componente de saneamiento básico	292
Tabla 84.	Acciones según el MFM para el componente de residuos y seguridad química	293
Tabla 85.	Intervenciones para el componente de calidad del aire	294

## ≡ Lista de Figuras

Figura 1. Categorías del modelo de fuerzas motrices	43
Figura 2. Modelo de fuerzas motrices o modelo causa-efecto salud y ambiente	44
Figura 3. Indicadores analizados	55
Figura 4. Mapas de localización del área de estudio	60
Figura 5. División Administrativa de Caldas	61
Figura 6. División Administrativa de Huila	62
Figura 7. División Administrativa de Quindío	63
Figura 8. División Administrativa de Risaralda	64
Figura 9. División Administrativa de Tolima	65
Figura 10. Pasos o momentos de aplicación del modelo de fuerzas motrices	67
Figura 11. Población municipal según CNPV 2018	88
Figura 12. Categorización de municipios	91
Figura 13. Tipología municipal	92
Figura 14. Indicadores del entorno de desarrollo	94
Figura 15. Ingreso Tributario per cápita anual en millones de pesos	95
Figura 16. Indicadores de ruralidad	96
Figura 17. Índice de pobreza multidimensional	99
Figura 18. Necesidades básicas insatisfechas, total y resto	100
Figura 19. Proporción de personas en miseria, total y resto	102
Figura 20. NBI componente vivienda	103

Figura 21. NBI componente hacinamiento	104
Figura 22. NBI Componente servicios	105
Figura 23. Cobertura del servicio de acueducto CNPV2018	107
Figura 24. Cobertura del servicio de alcantarillado	108
Figura 25. Cobertura del servicio de aseo	110
Figura 26. Cobertura del servicio de energía eléctrica	111
Figura 27. Cobertura del servicio de gas natural	113
Figura 28. Cobertura de educación media neta y tasa de analfabetismo	114
Figura 29. Porcentaje del área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos, 2016	116
Figura 30. Porcentaje eventos naturales: sismos y erupciones volcánicas, 2017	117
Figura 31. Eventos de desastres, 2017	119
Figura 32. Incendios forestales, 2017	121
Figura 33. Índice municipal de riesgo de desastres, 2018	122
Figura 34. Amenaza y sensibilidad por cambio climático, 2017	123
Figura 35. Capacidad Adaptativa, Vulnerabilidad y Riesgo por cambio climático, 2017	124
Figura 36. Clasificación Climática Lang, 2012	125
Figura 37. Precipitación media anual, 2012	126
Figura 38. Altitud, temperatura media del aire y clasificación por pisos térmicos	128
Figura 39. Radiación solar promedio	130
Figura 40. Coberturas del suelo y cambios en la cobertura de bosques	131
Figura 41. Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Caldas	133
Figura 42. Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Huila	134
Figura 43. Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Quindío	135



Figura 44. Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Risaralda	136
Figura 45. Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Tolima	137
Figura 46. Explotación anual de oro a nivel departamental	138
Figura 47. Explotación anual de oro a nivel municipal, sin incluir Marmato	138
Figura 48. Explotación anual de plata a nivel departamental	139
Figura 49. Explotación anual de plata a nivel municipal, sin incluir Norcasia	139
Figura 50. Área de proyectos mineros licenciados	141
Figura 51. Conflictos de uso del suelo	143
Figura 52. Estadísticas de producción agrícola en Caldas, 2018	144
Figura 53. Estadísticas de producción agrícola en Huila, 2018	145
Figura 54. Estadísticas de Producción agrícola en Quindío, 2018	146
Figura 55. Estadísticas de producción agrícola en Risaralda	147
Figura 56. Estadísticas de producción agrícola en Tolima, 2018	148
Figura 57. Oferta ambiental y vocación del suelo	149
Figura 58. Ecosistemas estratégicos	152
Figura 59. Zonificación hidrográfica, 2013	154
Figura 60. Rendimiento hídrico - (l/s/km <sup>2</sup> ), ENA 2014	157
Figura 61. Índice de Retención y Regulación Hídrica, ENA 2014	158
Figura 62. Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento hídrico, ENA 2010	159
Figura 63. Índice de Uso de Agua, ENA 2010	169
Figura 64. Indicadores de huella hídrica verde, ENA (2014)	171
Figura 65. Indicadores de huella hídrica azul, ENA (2014)	172
Figura 66. Índice de alteración potencial de la calidad del agua	173
Figura 67. Contaminantes criterio de calidad de aire, PM10, 2015-2017	177

Figura 68. Contaminantes criterio de calidad de aire, PM2.5, 2010-2016	177
Figura 69. Índices de riesgo de agua potable	179
Figura 70. Producción per cápita de residuos sólidos	182
Figura 71. Población urbana y rural	191
Figura 72. Pirámides poblacionales	193
Figura 73. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por EPOC 2010- 2016	198
Figura 74. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por asma 2010- 2016	200
Figura 75. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por cáncer de pulmón 2010- 2016	202
Figura 76. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por cáncer de estómago	204
Figura 77. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por melanoma maligno 2010- 2016	206
Figura 78. Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por dengue 2010- 2016	209
Figura 79. Proporción ajustada de morbilidad por malaria 2010- 2016	211
Figura 80. Proporción ajustada de morbilidad por leishmaniasis 2010- 2016	213
Figura 81. Proporción ajustada de morbilidad por Chagas 2010- 2016	214
Figura 82. Proporción ajustada de morbilidad por enfermedades intestinales 2010- 2016	216
Figura 83. Afiliados al SGSSS	225
Figura 84. Inversión per cápita en gestión ambiental y en gestión del riesgo	227
Figura 85. Proceso de conformación de COTSA	230
Figura 86. Pobreza multidimensional y NBI según la categoría de ruralidad	233
Figura 87. Coberturas de acueducto según categorías de ruralidad	234

Figura 88. Coberturas de alcantarillado según categorías de ruralidad	235
Figura 89. Coberturas de servicios de aseo y gas natural según categorías de ruralidad	235
Figura 90. Coberturas de gas natural según categorías de ruralidad	236
Figura 91. Amenazas por deslizamientos según categorías de ruralidad	237
Figura 92. Índice de riesgo ajustado por capacidades y riesgo por cambio climático según categorías de ruralidad	237
Figura 93. Área de bosques estable y área deforestada según categorías de ruralidad	238
Figura 94. IRCA según categorías de ruralidad, 2018	242
Figura 95. Producción per cápita de residuos según categorías de ruralidad, 2018	243
Figura 96. Contaminante criterio PM10 en ciudades capitales, 2010-2016	244
Figura 97. Población rural según categorías de ruralidad, 2018	245
Figura 98. Inversión per cápita según categorías de ruralidad	259
Figura 99. Afiliados al SGSS	260
Figura 100. Conexiones salud ambiente en ciudades	278

## ☞ Introducción

---

La salud es producto de múltiples y complejas interacciones entre determinantes ambientales, políticos, económicos, sociales y culturales. Estas interacciones varían según el contexto geográfico e histórico, por lo cual es pertinente el análisis a nivel municipal, subregional y departamental para comprender las relaciones y su influencia en la salud humana. Los determinantes ambientales, dados por las interacciones del ser humano con su entorno, son fundamentales en la salud humana, pues definen la situación de salud de las poblaciones. En este sentido, las acciones estructurales e integrales para mejorar la salud deberían enfocarse en los factores determinantes que generan riesgos ambientales.

Comprender las condiciones ambientales del territorio genera información para el conocimiento de estos riesgos, indispensable para establecer las intervenciones dirigidas en el contexto de salud ambiental. La modificación positiva de las determinantes ambientales requiere un análisis detallado, a nivel territorial, que visibilice las realidades locales, facilite la formulación de estrategias efectivas de intervención y promueva la colaboración subregional y regional, pues la unidad de planificación -desde el punto de vista ambiental- es la cuenca hidrográfica, la

cual puede abarcar dos o más departamentos o municipios.

Desde este contexto, la salud ambiental hace parte de las prioridades nacionales señaladas en el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP) 2012-2021. En congruencia, está incluida en la agenda de investigación del Ministerio de Ciencias y priorizada en las algunas agendas departamentales de Ciencia, Tecnología e Innovación.

En el panorama nacional, diversas instituciones tienen a su cargo el análisis de las características ambientales territoriales, tales como Corporaciones Autónomas Regionales (CAR), empresas prestadoras de servicios públicos de agua potable, saneamiento y residuos sólidos; Institutos ambientales, Centros de Investigación y grupos de Investigación de las Universidades, Secretarías de Salud Pública, direcciones territoriales de salud, entre otras. Cada institución emplea la información disponible para la formulación de los Planes Acción Institucional y los Planes de Desarrollo Territoriales; sin embargo, se evidencian debilidades en los análisis integrados del efecto de los factores ambientales en las condiciones de vida de las poblaciones. Si bien hay una aproximación en el proceso de formulación del PDSP, al señalar las principales necesidades de carácter ambiental se requiere la

construcción de conocimiento en el campo de la salud ambiental, vinculando aspectos centrales para la planificación intersectorial.

En este sentido, la Universidad Autónoma de Manizales, con el apoyo de Colciencias, desarrolló una investigación de tipo ecológico con el objetivo de caracterizar la salud ambiental en los municipios de 5 departamentos de la región central de Colombia (Caldas, Quindío, Risaralda, Huila y Tolima) para la planificación, seguimiento, monitoreo y evaluación del PDSP. Dicha investigación contempló entre sus objetivos específicos: 1. Caracterizar las condiciones ambientales de los 137 municipios de los departamentos de Caldas, Quindío, Risaralda, Huila y Tolima. 2. Cuantificar la carga de enfermedad de los eventos relacionados con agua, aire, seguridad química y saneamiento básico.

En Colombia, la Dimensión de salud ambiental del PDSP plantea la intervención de los determinantes ambientales para promover una mejor calidad de vida de las generaciones presentes y futuras. Para tal efecto, recomienda la aplicación del Modelo de Fuerzas Motrices (MFM) (Corvalán et al., 1999) que es una Metodología que permite al gobierno, tanto nacional, como departamental y municipal, caracterizar los factores determinantes, identificar actores y sectores competentes, y plantear acciones de carácter preventivo y correctivo.

Según el Ministerio de Salud y Protección Social & la Organización Panamericana de la Salud (2014), en el MFM, los determinantes pueden ser de orden estructural, intermedio y proximal. Los primeros incluyen los factores de nivel superior que afectan el ambiente y están relacionados con asuntos macroeconómicos, políticos y sociales que influyen en el modelo de desarrollo. Los segundos comprenden factores de

nivel intermedio o meso que causan exposiciones diferenciales, tales como el ordenamiento territorial. Los terceros son factores que causan exposiciones más directas a las personas. Este modelo evidencia la cadena de articulación entre factores ambientales y afectaciones a la salud; en consecuencia, permite identificar acciones estructurales dirigidas a controlar las fuerzas motrices y las presiones que ocasionan el deterioro ambiental. Este modelo comprende, a su vez, seis categorías o niveles de actuación: Fuerza motriz, Presión, Estado, Exposición, Efecto y Acción.

Este libro presenta los resultados de la aplicación del MFM en los departamentos: Caldas, Quindío, Risaralda, Huila y Tolima. Hace parte de los resultados del proyecto *Salud Ambiental en 5 departamentos de la región Central de Colombia*, financiado por la Convocatoria Colciencias 777-2017 Modalidad I. El libro expone los principales resultados de la caracterización de las condiciones ambientales y algunos resultados del impacto en la salud, ilustrados por los indicadores de efecto.

Para profundizar en el componente de carga de enfermedad, se sugiere la revisión del libro titulado: *Carga de enfermedad por variables ambientales y costos de la atención en salud* que presenta en detalle otros resultados de esta investigación.

La investigación de tipo ecológico fue realizada mediante el análisis de fuentes secundarias y se basó en indicadores que pudieran expresarse a escala municipal. La caracterización ambiental de los componentes: agua, aire, saneamiento y seguridad química se realizó con base en contaminantes criterio e indicadores establecidos por la reglamentación colombiana, la Organización Mundial de la Salud (OMS) y las agencias internacionales reconocidas como *Environmental Protection Agency* (EPA). Las

fuentes de información fueron principalmente secundarias, a partir de las bases de datos del Departamento Nacional de Planeación (DNP), de la Dirección Nacional de Estadística (DANE), de la Federación de Municipios, de las CAR, del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) y de la Bodega de datos del Ministerio de Salud y Protección Social (SISPRO). Las fuentes primarias fueron constituidas por la información proporcionada por funcionarios responsables de la salud ambiental y de la gestión ambiental en los municipios y/o departamentos.

Este libro, inicialmente, aborda los principales conceptos en torno a la salud ambiental y el MFM; luego, describe la metodología y sugiere un método de aplicación del modelo para los componentes de calidad del aire, calidad del agua, saneamiento básico, residuos sólidos y seguridad química. A continuación, se presentan los resultados de los indicadores clasificados, según el modelo, como indicadores de Fuerza Motriz, Presión, Estado, Exposición, Efecto y Acción.

El libro brinda elementos para comprender mejor la caracterización ambiental en el territorio, en el contexto de salud ambiental, dado que el enfoque de fuerzas motrices facilita la priorización de indicadores para el seguimiento y control y la definición de estrategias de intervención para mejorar las condiciones de salud ambiental, a escala departamental y municipal. Finalmente, el análisis integrado de la dimensión salud ambiental con la aplicación del MFM, permite la priorización de acciones e intervenciones para el mejoramiento de la toma de decisiones en salud ambiental, con base en la mejor evidencia disponible.

☞ Salud ambiental



---

La salud ambiental es un concepto que ha evolucionado y adquirido diversos significados (Ordoñez, 2000). En 1993, en una reunión consultiva de la OMS, celebrada en Sofía (Bulgaria), se propuso la siguiente definición: La salud ambiental abarca aquellos aspectos de la salud humana determinados por factores ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales; comprende, además, la teoría y práctica de evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar de forma adversa la salud (OMS, 1993). Definición similar a la que se encuentra en la página web de la OMS (2020).

Sin embargo, el concepto de salud ambiental surge desde el pronunciamiento de la Organización de las Naciones Unidas -ONU- (1992), que señala la íntima relación entre medio ambiente y salud: “Sin una población sana el desarrollo racional no es posible. La mayoría de las actividades de desarrollo afectan al medio ambiente en una forma que a menudo causa o exacerba los problemas de salud. Al mismo tiempo, la falta de desarrollo tiene efectos negativos sobre la salud de muchas personas” (p.10).

El Programa 21 estaba enfocado en la atención de las necesidades de atención primaria de la salud, la lucha contra las enfermedades transmisibles, la solución de los problemas de salud en las zonas urbanas, la disminución de los riesgos de salud causados por la contaminación ambiental y la protección de los grupos vulnerables como los lactantes, las mujeres, los pueblos indígenas y las personas más pobres (ONU, 1992).

En 2002, la declaración de los Ministros de Medio Ambiente y Salud de las Américas en Ottawa, reafirmó los compromisos establecidos en la Carta Panamericana sobre Salud y Medio Ambiente en Desarrollo Sostenible y el respectivo Plan de Acción de Washington de 1995; esta declaración estableció la necesidad de un trabajo conjunto entre los sectores de la salud y del medio ambiente para la definición de los problemas, la identificación de las soluciones e iniciativas con la participación de los sectores público y privado (PNUMA, OPS, OMS, 2009). En sentido similar, ha sido el pronunciamiento de numerosas cumbres y procesos multilaterales que han tenido por objetivo pensar y promover una nueva forma de desarrollo.

Emerge, entonces, el concepto de salud ambiental que intenta integrar estos dos componentes de la vida humana; según la División de Salud y Ambiente de la OPS, comprende dos vertientes programáticas: medio ambiente o saneamiento básico y los efectos a la salud.

El término salud ambiental ha sido recientemente valorado como un componente fundamental del desarrollo. Vincula de forma estrecha aquellos aspectos de la salud humana, incluyendo la calidad de vida que está relacionada con diversos factores externos que engloban los factores ambientales, que podrían incidir en la salud (OMS, 2020). Incorpora, por tanto, los problemas de salud asociados al ambiente, teniendo en cuenta que éste puede ser favorable o desfavorable sobre el individuo.

La salud ambiental es también considerada como un concepto general que incorpora aquellos planteamientos o actividades que tienen que ver con los problemas de salud asociados con el ambiente, teniendo en cuenta que el ambiente humano abarca un contexto complejo de factores y elementos de variada naturaleza que actúan favorable o desfavorablemente sobre el individuo. Por eso, la problemática de la salud ambiental es de gran complejidad en tanto que incluye también factores sociales, culturales, económicos y políticos prevalentes a la naturaleza de numerosos factores ambientales (Corey, 1995).

En Colombia, la salud ambiental es definida como el área de las ciencias que abarca la interacción y los efectos en la salud humana del medio en que habitan las personas (DNP, 2008); comprende el estudio de la interacción entre seres humanos y los factores biológicos, físicos, químicos y sociales que se localizan en el medio que habitan. Abarca, por tanto, prácticas

de uso, manejo, apropiación y utilización de los componentes ambientales, tales como: flora, fauna, suelo, agua y atmósfera, dado que las prácticas inadecuadas generan consecuencias negativas en la salud de las personas (Ministerio de Salud y Protección Social & OPS, 2014).

El documento de política CONPES 3550 establece los 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. Este documento de política define la salud ambiental como “el área de las ciencias que trata la interacción y los efectos, que, para la salud humana, representa el medio en el que habitan las personas” (DNP, 2008, p.2).

Según el CONPES 3550, la salud ambiental es un componente esencial de la salud pública y es un determinante de carácter estructural, en el marco del desarrollo sostenible. En este sentido, esta visión es más holística porque incluye no sólo los agentes físicos, químicos o biológicos; sino también otros factores relacionados con el cambio global, como el cambio climático, la pérdida de la biodiversidad y la deforestación (DNP, 2008).

Por otra parte, el PDSP 2012-2021 contempla la Dimensión en Salud Ambiental y la define como el “Conjunto de Políticas, planificadas y desarrolladas de manera transectorial, con la participación de los diferentes actores sociales, que busca favorecer y promover la calidad de vida y salud de la población, de las presentes y futuras generaciones, y materializar el derecho a un ambiente sano, a través de la transformación positiva de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales, bajo el enfoque de las fuerzas motrices” (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013, p.169).

La relación entre la salud y el ambiente está lejos de ser sencilla (Stone & Morris, 2010). Los aspectos del ambiente se combinan e interactúan de maneras complejas frente a los daños a la salud, el bienestar y la seguridad. Sandín y Sarria (2007), señalan que los efectos de los factores ambientales pueden ser inmediatos o diferidos en función de la naturaleza de la exposición y están influenciados por factores como la edad, el género y la genética.

Smith (2013), clasifica los factores ambientales de interés en salud ambiental como: 1) químicos: antibióticos, productos de desinfección, aguas residuales, gases, hidrocarburos halogenados, metales y elementos traza, nanopartículas, contaminantes orgánicos persistentes, derivados del petróleo, productos farmacéuticos y de aseo personal y residuos sólidos; 2) físicos: campos electromagnéticos, ruido, material particulado, radiación y luz ultravioleta; 3) biológicos: algas nocivas, microorganismos, zoonosis.

Estos factores ambientales también pueden ser clasificados como (Prüss-Üstün et al., 2003; Osorio, 2009): 1) Biológicos: bacterias, virus, protozoarios, toxinas, hongos, alérgenos; 2) químicos: orgánicos e inorgánicos que incluyen metales pesados, plaguicidas, fertilizantes, bifenilos policlorados, dioxinas, furanos; 3) físicos: mecánicos y no mecánicos (ruido, vibraciones, radiaciones ionizantes y no ionizantes, calor, iluminación, microclima; 4) Psicosociales: estrés, tabaquismo, alcoholismo, conductas sexuales riesgosas, drogadicción y violencia.

Sin embargo, esta clasificación incluye factores del estilo de vida. Según la OMS (2020), la salud ambiental está relacionada sólo con los factores físicos, químicos y biológicos externos de una persona y queda excluida cualquier comportamiento no relacionado con el medio

ambiente. Los determinantes ambientales están fuera del control individual; pero no es siempre fácil identificarlos porque el medio ambiente en el que se vive juega un papel importante en muchas de las conductas y decisiones individuales que tienen relación con la salud (Steeland & Savitz, 1997)

Stone & Morris (2010) afirman que los aspectos físicos del ambiente, por ejemplo, pueden contribuir a comportamientos saludables e influyen en la forma de pensar; por tanto, afectan los niveles de estrés y la capacidad de resiliencia, lo cual puede conducir a problemas psicosociales y a influenciar, tanto procesos biológicos como de comportamiento, importantes en el mecanismo de unión con la salud, en general, y la seguridad, en particular. Para Morris et al. (2006), la relación entre los aspectos ambientales y el estilo de vida indica que la manipulación del medio ambiente es una opción, aún sin explotar en las sociedades occidentales, en el tratamiento de problemas de salud contemporáneos, relacionados con problemas psicosociales.

El monitoreo ambiental de diversos aspectos como la calidad del agua, la calidad del aire, los niveles del ruido, la recolección y disposición de residuos sólidos y peligrosos, según los protocolos establecidos por las autoridades e instituciones de salud y ambientales competentes, es fundamental para la gestión en salud ambiental debido a que los principales problemas son producidos por las sustancias nocivas y contaminantes en el aire, agua y suelo, como sustancias gaseosas (dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, ozono y compuestos orgánicos volátiles), compuestos orgánicos persistentes, metales pesados (como plomo, mercurio, níquel y vanadio, entre otros), material particulado (principalmente PM10 y PM2.5) y agentes microbianos, entre otros (Caravanos et al., 2014).

Existe evidencia científica de que los efectos adversos y cambios en el ambiente pueden afectar la salud. Por tanto, las intervenciones y mejoras en lo ambiental, local y global, tienen beneficios en la salud y el bienestar (Kovats & Buttler, 2012; Horwitz & Finlayson, 2011; Prüss-Üstün, 2006, Thomson et al., 2004). Sin embargo, frecuentemente las decisiones en salud ambiental no hacen uso de la mejor información y evidencia disponible (Hunter, 2009); en la planificación urbana, por ejemplo, que es central para la salud y el desarrollo e influye en la calidad del ambiente y el estilo de vida (Shafie et al., 2013).

Tomando como punto de partida estos riesgos ambientales, la OMS define las intervenciones en salud ambiental como las modificaciones físicas o naturales del ambiente que se llevan a cabo para mejorar o proteger la salud (WHO, 2006); por tanto, incluye una serie de acciones programáticas, de iniciativas directas y cambios específicos tecnológicos y de comportamiento establecidos por una serie de políticas (Rehfuess & Bartram, 2013). Por ejemplo, políticas o programas para el control de los riesgos por contaminación del aire y sus potenciales efectos en la salud humana (Makri & Stilianakis, 2008).

Según la Organización Panamericana de la Salud (OPS, 2010), la salud ambiental comprende dos vertientes programáticas: Saneamiento básico y calidad ambiental. El saneamiento básico comprende las actividades relacionadas con el mejoramiento de las condiciones básicas que afectan la salud: abastecimiento de agua potable, disposición de excretas y residuos sólidos, y viviendas. Los componentes operativos del saneamiento básico consideran: Cobertura, disponibilidad y accesibilidad, mejora y preservación de la calidad del agua; cobertura en la recolección, disponibilidad y accesibilidad para

los residuos sólidos; y, finalmente, higiene en las viviendas. Se tienen, además, otras actividades del saneamiento básico como: legislación, laboratorios, desarrollo de recursos humanos, capacidad gerencial, participación social, desarrollo de centros cooperantes, uso eficiente de recursos, aspectos económico-financieros, aspectos de políticas como privatización y descentralización (OPS, 2010).

Por otra parte, la calidad ambiental considera el impacto que genera el desarrollo en la contaminación ambiental, con posibles efectos sobre la salud pública. Los componentes operativos son: Calidad del agua, que incluye aguas superficiales y aguas subterráneas; Calidad del aire exterior e indoor; Sustancias peligrosas; Residuos peligrosos y especiales (OPS, 2010).

La OMS ha establecido diferentes protocolos y guías para la evaluación, al igual que indicadores para el abordaje de los impactos y efectos del ambiente en la salud y el desarrollo de la dimensión de salud ambiental, evidenciando diferentes ejemplos de aplicación (WHO, 2009ab).

La evaluación de los impactos sirve como herramienta para la construcción colaborativa del conocimiento, para la formulación de políticas, la planificación y la solución de los conflictos asociados (Gómez et al., 2014). Los procedimientos para la evaluación de los impactos ambientales en la salud han sido desarrollados y adoptados en diferentes estudios (Assmuth & Jari, 2015; Lee et al., 2013), pero se sugieren análisis integrados que facilitan la evaluación de los riesgos (Assmuth et al., 2010).

Las evaluaciones en salud ambiental abarcan un análisis sistemático para apoyar a la toma de decisiones sobre las cuestiones relacionadas con el medio ambiente y la salud; en consecuencia, varios enfoques se han desarrollado y aplicado.

Entre los enfoques emergentes se encuentran: el aumento de la participación entre la evaluación y la gestión, con las partes interesadas; el esfuerzo para enmarcar las evaluaciones, de acuerdo con las necesidades específicas de política práctica; la integración de múltiples beneficios y riesgos; la incorporación explícita de hechos científicos y las declaraciones de valor en la evaluación (Pohjola et al., 2012). Estas revisiones sistemáticas en salud ambiental no sólo deben buscar, extraer y evaluar la información sobre el impacto directo, sino sintetizar y establecer estrategias para la intervención y mejora del sistema en el marco de la política (Rehfuess & Bartram, 2013).

Como puede observarse, hay diferentes y complementarias perspectivas para el análisis de la salud ambiental -dada su complejidad y la red de relaciones que está inmersa en la interacción ambiente-sociedad-, lo que la hace un objeto de conocimiento y desarrollo de gran relevancia en el contexto nacional e internacional.

## Carga en salud atribuible a factores ambientales

---

El Informe sobre la salud en el mundo, publicado por vez primera en 1995, es la principal publicación de la OMS. Varios de estos informes evidencian la carga en salud por factores ambientales.

Según la OMS, algunos de los riesgos ambientales se vinculan con la pobreza y el desarrollo como: la falta de acceso a los servicios de abastecimiento de agua potable y alcantarillado, servicios de limpieza urbana, vivienda, contaminación intradomiciliaria por combustión de carbón, petróleo o leña; estos riesgos son llamados tradicionales. Por otra parte,

los riesgos denominados modernos que están relacionados con la contaminación del agua, la industria intensiva, la agricultura intensiva, la contaminación atmosférica vehicular e industrial, la contaminación radiactiva, entre otros.

Las poblaciones de las naciones de bajos y medios ingresos están expuestas a mayores riesgos que pueden afectar su salud, debido a factores ambientales como: la contaminación del aire, de los suelos y las aguas; el agotamiento de los recursos naturales, el deterioro de los ecosistemas, el suministro de alimentos no inocuos y otras condiciones relacionadas con la pobreza que incluyen entornos insalubres, hacinamiento, falta de nutrición y atención de salud. Estos riesgos ambientales están relacionados con la rápida industrialización, la urbanización, los problemas en el uso del suelo y de recursos (Sharon et al., 2003).

En 2002, la OMS en su informe sobre salud en el mundo enfocado a reducir los riesgos y promover una vida sana, revela que cada año mueren más de tres millones de menores de cinco años por enfermedades relacionadas con el medio ambiente (OMS, 2002). Puntualiza, además, que entre los factores ambientales de riesgo para los niños se encuentran el agua y aire contaminados, la carencia de saneamiento adecuado, los riesgos de toxicidad, los vectores de enfermedades, la radiación ultravioleta y los ecosistemas degradados (OMS, 2002). El informe también plantea que los riesgos y la contaminación ambiental en países en vía de desarrollo contribuyen a la mortalidad, la morbilidad y la discapacidad en los niños, por enfermedades respiratorias agudas, enfermedades diarreicas, traumatismos físicos, intoxicaciones, infecciones perinatales y Enfermedades Transmitidas por Vectores (ETV).

Este informe alerta, además, cómo la exposición a riesgos ambientales para la salud puede comenzar antes del nacimiento, dado que el plomo en el aire, el mercurio en los alimentos, así como otras sustancias químicas, pueden tener efectos a largo plazo, que generan infertilidad, abortos espontáneos y defectos de nacimiento. Es así como la exposición de las mujeres a plaguicidas, disolventes y contaminantes orgánicos persistentes puede afectar a la salud del feto (OMS, 2002).

La OMS (2004), en el Informe de Estado de Salud en el Mundo, reportó que casi una cuarta parte de la carga mundial de morbilidad es atribuible a factores ambientales modificables y que estos contribuyen a la carga de morbilidad en 85 categorías de las 102 enfermedades principales, grupos de enfermedades y traumatismos que enfrenta hoy el mundo.

Las enfermedades con mayor carga atribuible a factores ambientales, según la OMS (2004), son: diarrea, infecciones respiratorias inferiores, “otras” lesiones no intencionales y malaria. La morbilidad causada por los riesgos ambientales es desproporcionadamente alta en los países en desarrollo, en relación con los países desarrollados. Esto obedece a las variaciones en el tipo de exposición a riesgos ambientales y a las dificultades en el acceso a la atención primaria de la salud. Por ejemplo, aproximadamente el 20 % de las infecciones respiratorias inferiores son atribuibles a causas ambientales en los países desarrollados; y en los países en desarrollo, ese porcentaje llega hasta 42 %.

Según la OMS (2004), a escala global se le atribuye al agua y al saneamiento básico 3.1% de las muertes (1.7 millones) y 3,7% de los Años de Vida Perdidos Ajustados por Discapacidad (AVAD). El agua no apta para el consumo humano y el saneamiento básico insuficiente son

las principales causas de enfermedades como la diarrea, la filariasis linfática, la esquistosomiasis, el tracoma, la infección por nemátodos intestinales, entre otras enfermedades; cada una con una contribución causal del medio ambiente mayor al 25%; de igual manera, se le atribuye el 88% de las enfermedades diarreicas y el 94% de carga de morbilidad por diarrea (OMS, 2004). Las mejoras en el abastecimiento de agua podrían reducir entre 6% y 21% la morbilidad por diarrea; mientras que en el saneamiento disminuye la morbilidad por diarrea (32%); por otra parte, las medidas de higiene pueden reducir el número de casos de diarrea hasta 45% (OMS, 2004).

En 2006, la OMS evaluó los efectos del medio ambiente en la salud mediante la estimación de la carga de morbilidad asociada a factores ambientales en las principales categorías de enfermedades y afecciones notificadas. Algunas estadísticas mundiales relacionadas con la carga en salud por condiciones ambientales fueron (OMS, 2006):

- El 23% de las enfermedades y el 24% de las muertes fueron desencadenadas por factores ambientales.
- Para los países en desarrollo la mortalidad atribuible a causas ambientales fue de 25%, y en los desarrollados de 17%, lo que hace presumir la incidencia del medio ambiente en los entornos de pobreza. Este porcentaje alcanza un 36% para los niños entre 0 y 14 años.
- La contaminación del aire exterior e interior produjo el 41% de las infecciones en vías respiratorias inferiores.

- Más de 90% de los casos de diarrea estuvieron relacionados con determinantes ambientales.
- La exposición a sustancias químicas da cuenta de más del 25% de las intoxicaciones y el 5% de los casos de enfermedades como cáncer, desórdenes neuropsiquiátricos y enfermedades vasculares a nivel mundial.

Los efectos en la salud de las sustancias químicas peligrosas son complejos; según la OMS, pueden incidir en: Enfermedades pulmonares y respiratorias por exposición a COV, Plomo, PCB, Dioxinas, Cloro, Azufre entre otras; Cáncer por exposición a sustancias carcinógenas; Malformaciones congénitas y trastornos reproductivos por exposición a Plomo, Mercurio, PCBs, etc; Trastornos del sistema inmunitario por exposición a metales y emisiones contaminantes peligrosas; enfermedades cardiovasculares y hematológicas por exposición a metales pesados; Toxicidad renal y hepática por exposición a metales pesados o COPs; Efectos sobre el sistema nervioso por metales, disolventes, plaguicidas organofosforados; Alteraciones endocrinas por exposición a dioxinas, PCBs, DDT, pesticidas y plastificantes.

En 2007, el informe sobre la salud en el mundo se enfocó en los adelantos realizados en medio siglo para alcanzar la seguridad sanitaria. Este informe evidencia algunos riesgos crecientes como brotes de enfermedades, epidemias, accidentes industriales, desastres naturales y otras emergencias de salud que pueden convertirse en amenazas para la seguridad sanitaria mundial (OMS, 2007).

En 2010, la OMS presentó las siguientes estadísticas relevantes sobre el medio ambiente y la prevención de enfermedades que destacan el

impacto de los factores ambientales en la salud pública:

- Si el medio ambiente fuera más saludable, cada año se podrían evitar hasta 13 millones de defunciones.
- En los niños menores de cinco años, un tercio de las enfermedades son causadas por factores ambientales como la insalubridad del agua y la contaminación del aire.
- Cada año se podría salvar la vida a cuatro millones de menores de cinco años – la mayoría en los países en desarrollo– previniendo riesgos ambientales como el agua insalubre y la contaminación del aire.
- En los países en desarrollo, las principales enfermedades de origen medioambiental son las enfermedades diarreicas, las infecciones de las vías respiratorias inferiores, los traumatismos involuntarios y la malaria.
- Un mejor saneamiento del medio permitiría evitar 40% de las muertes por malaria, 41% de las muertes por infecciones de las vías respiratorias inferiores y 94% de las muertes por enfermedades diarreicas (las tres causas principales de mortalidad en la niñez en todo el mundo).
- En los países menos adelantados, un tercio de las muertes y las enfermedades se deben directamente a causas ambientales.
- En los países desarrollados, un medio ambiente más saludable permitiría reducir considerablemente la incidencia de cánceres, enfermedades cardiovasculares, asma,

infecciones de las vías respiratorias inferiores, enfermedades osteomusculares, lesiones por accidentes de tránsito, intoxicaciones y ahogamientos.

- Los factores ambientales influyen en 85 de las 102 categorías de enfermedades y traumatismos enumeradas en el Informe sobre la salud en el mundo.
- Una gran parte de esas muertes, enfermedades y discapacidades podrían evitarse mediante intervenciones bien focalizadas como el fomento del almacenamiento seguro del agua doméstica, una mayor higiene, y la utilización de combustibles más limpios y seguros.
- Otras intervenciones que pueden contribuir a la salubridad del medio son las siguientes: aumentar la seguridad de los edificios; promover el uso y manejo seguros de las sustancias tóxicas en el hogar y en el lugar de trabajo; y gestionar mejor los recursos hídricos.

En la mayoría de los países latinoamericanos y del Caribe, según la OPS (2010) los servicios de salud son predominantemente asistenciales con acciones preventivas limitadas; sólo en los últimos años han surgido iniciativas multisectoriales dirigidas a disminuir la carga de enfermedad, atribuibles a estilos de vida malsana y a pesar de conocer poco a poco los efectos de salud asociados a problemas ambientales y sociales, la corrección de los mismos es insuficiente y siguen siendo de gran preocupación para los gobiernos.

Las estadísticas sanitarias de la OMS son una mirada sobre el estado de la salud mundial; inicialmente se realizó seguimiento al

cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), pero desde el 2016 se ha hecho énfasis en el monitoreo del progreso para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

A pesar de los progresos hacia el cumplimiento de los ODM, siguen los retos en términos de reducción de la mortalidad materna e infantil, la mejora de la nutrición, y un mayor progreso contra las enfermedades infecciosas como el VIH/sida, la tuberculosis, la malaria, las enfermedades tropicales desatendidas y la hepatitis (WHO, 2016). El análisis de la situación también proporciona evidencia sobre la importancia de abordar los problemas de salud ambiental, pues según las estadísticas relacionadas con el agua, el saneamiento y la calidad del aire, aún quedan grandes retos para reducir los riesgos para la salud (WHO, 2016).

En 2019, las estadísticas sanitarias revelan cómo en los países de bajos ingresos muchas muertes prematuras están asociadas a factores ambientales. Pero también indican que, en los países de ingresos más altos, las muertes se asocian frecuentemente a factores ambientales o estilos de vida poco saludables (WHO, 2019).

En materia de calidad de aire exterior, la OMS (WHO, 2019) estima que, a nivel mundial, 9 de cada 10 personas que viven en áreas urbanas expuestas a la contaminación del aire por material particulado inferior a 2.5 micras (PM<sub>2.5</sub>), pues la concentración supera 10 µg / m<sup>3</sup>, nivel recomendado por la guía de calidad del aire de la OMS (2005).

En relación con el aire indoor, la proporción de la población mundial con dependencia primaria de combustibles y tecnologías limpias ha aumentado progresivamente y en 2017 alcanzó una cobertura del 92% en la región de las Américas; sin embargo, 3000 millones



de personas todavía cocinan con combustibles y tecnologías contaminantes, poniendo su salud en riesgo, especialmente en la Región de África, donde solo 17% usa principalmente combustibles limpios (WHO, 2019).

Debido a sus roles domésticos y de cuidado, las mujeres, particularmente aquellas en entornos de bajos recursos, son más vulnerables a los riesgos; es así como las mujeres y niños en las zonas rurales soportan la mayor carga de muerte debido a los altos niveles de carbono negro producido por la quema ineficiente de combustibles sólidos en viviendas sin ventilación (WHO, 2019).

Según la OMS (WHO, 2019), una mala calidad del aire se asocia con un mayor riesgo de accidente cerebrovascular, enfermedades del corazón, cáncer de pulmón y enfermedades respiratorias agudas y crónicas. Es así como la contaminación del aire fue responsable de 7 millones de muertes en 2016; se presentan diferencias significativas en las tasas de mortalidad ajustadas por sexo, con casi 30% más de mortalidad en hombres que en mujeres, que reportan tasas de 128,5 y 101,1, por 100000 habitantes, respectivamente.

En relación con el agua potable y saneamiento básico, el informe de estadísticas sanitarias (WHO, 2019) reporta que en 2015 el 71% de la población mundial consumió servicios de agua potable y el 39% utiliza servicios de saneamiento seguros; estos porcentajes han aumentado progresivamente desde el año 2000, cuando las cifras eran del 61% y 29%, respectivamente.

A nivel mundial, en 2016, agua potable insegura, saneamiento inseguro y falta de higiene fueron responsables de casi 0,9 millones de muertes, incluidas más de 470000 muertes de niños menores de 5 años por Diarrea (WHO, 2019). Las tasas brutas de mortalidad disminuyen

sustancialmente con el aumento del nivel de ingreso nacional y nivel de desarrollo (WHO, 2019). Por esta razón, el informe (WHO, 2019) recalca la necesidad de una mayor inversión para garantizar el agua, saneamiento e higiene para todos (WASH).

Por otra parte, en materia de intoxicaciones, según la OMS (WHO, 2019), se observan tendencias geográficas y económicas similares para las tasas brutas de mortalidad debidas a intoxicaciones no intencionales en 2016. Los niños menores de 5 años y los ancianos, mayores de 70 años, tienen más probabilidades de morir por exposición a sustancias químicas como pesticidas y monóxido de carbono. Es así como este grupo concentra el 37% de las 107000 muertes causadas por envenenamientos no intencionales. Las intoxicaciones han sido mayores, a nivel mundial, en hombres que en mujeres, y la relación H / M global cayó de 1,7 en 2000, a 1,3 en 2016 (WHO, 2019).

Finalmente, las estadísticas sanitarias 2019 concluyen que la susceptibilidad al impacto en la salud de la exposición a los riesgos ambientales varía entre hombres y mujeres, y entre niños y adultos, porque está influenciada por factores biológicos y sociales. Dependiendo de los tipos de sustancias contaminantes, la capacidad desintoxicante varía entre hombre y mujeres. Otra diferencia clave es que el porcentaje de grasa en el cuerpo (generalmente más alta en las mujeres), que genera un mayor riesgo de almacenar contaminantes ambientales en los tejidos. Sin embargo, la evidencia sigue siendo insuficiente para comprender las causas subyacentes de las diferencias observadas. Las brechas de investigación aún deben cerrarse y falta un mayor análisis de riesgos ambientales (WHO, 2019).

## Salud ambiental: Contexto nacional

---

Colombia, desde el año 2000, con el Plan Nacional de Salud Ambiental (PLANASA) buscó dar respuesta a los compromisos internacionales adquiridos entre los Ministros de Salud de las Américas. La operacionalización del PLANASA 2000-2010 se planteó en el marco del Plan de Desarrollo de la década y en el Plan de Atención Básica (PAB). El Plan se orientó hacia la disminución de los riesgos ambientales con la provisión de agua potable, disposición segura de aguas residuales y excretas, desechos sólidos, y realizó un diagnóstico sobre la situación de los componentes de la Salud Ambiental (OPM, 2001).

Teniendo en cuenta este diagnóstico, el documento CONPES 3550 (DNP, 2008) establece los lineamientos para la formulación de la Política Integral de Salud Ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad y de agua y seguridad química, y sugiere que la respuesta al abordaje de los problemas ambientales debe considerar no sólo el enfoque de los determinantes, sino también el enfoque poblacional y de gestión social del riesgo.

El CONPES 3550 (DNP, 2008) sugiere usar como marco de referencia los factores determinantes de la salud que incluyen determinantes estructurales de carácter social, económico, político, ambiental, tecnológico y de biología humana, algunos relacionados entre sí. Estas relaciones dan lugar a factores determinantes intermedios que generan condiciones de vida deficientes, riesgos y peligros ambientales, y cambios en los estilos de vida y comportamiento, con efectos o resultados en la salud humana.

Este documento de política plantea, además, el abordaje de los problemas ambientales desde diferentes enfoques y estrategias. Destaca la necesidad de la articulación del sector salud, con otros sectores como: ambiente, trabajo, agricultura, educación, comercio, transporte, entre otros, con el fin de que la planeación estatal tenga en cuenta las consecuencias del deterioro ambiental en la formulación de planes y programas dirigidos a frenar y a contrarrestar dicho deterioro. Por otra parte, aborda el contexto internacional y presenta diversas categorías o componentes de la salud ambiental (DNP, 2008):

- Agua potable, saneamiento básico en higiene: fuentes de agua superficial, transporte y almacenamiento, agua subterránea, tratamiento de agua, desinfección, distribución de agua, calidad de agua, agua para industrias, gestión y tecnología, políticas de tarifa, recolección y transporte de aguas residuales, eliminación de excretas, recolección y manejo de aguas lluvias.
- Recursos hídricos y contaminación: manejo de cuencas, hidrogeología, contaminación de aguas, tratamiento y eliminación de aguas residuales, efluentes industriales; conservación, reciclaje y reutilización de agua, tarifas.
- Desechos sólidos y protección del suelo: normas; recolección y transporte de desechos sólidos; tratamiento y eliminación de desechos sólidos; manejo de desechos sólidos industriales; reciclaje, reducción, reutilización; contaminación del suelo.

- Contaminación atmosférica: normas, monitorización, contaminación de aire exterior, controles de las emisiones de fuentes fijas y móviles, contaminación del aire interior.
- Inocuidad de los alimentos: normas, higiene de los alimentos, enfermedades producidas por los alimentos, uso de plaguicidas, control de mataderos.
- Salud y seguridad ocupacional: toxicología ocupacional, peligros y riesgos ocupacionales, contaminantes del lugar de trabajo, ergonomía, seguridad industrial y agroindustrial.
- Seguridad química y desechos peligrosos: toxicología ambiental, manejo de sustancias químicas peligrosas, plaguicidas, residuos peligrosos, residuos hospitalarios.
- Entornos de vivienda y espacios saludables: higiene en la vivienda, de edificios públicos y áreas recreativas, reparación, desarrollo.
- Control de vectores y salud pública veterinaria: manejo de vectores en la salud pública, artrópodos y roedores, control de zoonosis.
- Radiación ionizante y no ionizante: manejo de desechos radioactivos; fuentes radioactivas en servicios de salud, industriales; campos electromagnéticos y salud.
- Contaminación por ruido: ruido industrial, por transporte, y por otras fuentes.
- Turismo y salud ambiental: playas, alojamiento de turistas, piscinas de natación, controles portuarios de salud.
- Planificación urbana y uso del suelo: políticas de desarrollo urbano y rural, evaluación de impacto ambiental.
- Seguridad en el transporte: prevención de accidentes.
- Calidad de medicamentos: bioseguridad en los laboratorios.
- Aspectos ambientales globales: cambio climático, energía y ambiente, contaminación transfronteriza, gestión ambiental.
- Desastres naturales: prevención y mitigación de desastres tecnológicos y naturales.

En ciudades como Bogotá se han incluido diferentes líneas de intervención en materia de salud ambiental como: 1) Aire, ruido y radiación electromagnética; 2) Calidad de agua y saneamiento básico; 3) Seguridad química; 4) Alimentos sanos y seguros; 5) Medicamentos seguros; 6) Cambio climático; 7) Hábitat, espacio público y movilidad. Es así como el observatorio ambiental de Bogotá propuso los siguientes indicadores en materia de salud ambiental: Notificaciones ERA (SERA); Notificaciones por intoxicación con plaguicidas, solventes, metales pesados y otras; Intoxicación intramural por monóxido de carbono; Cobertura de vacunación canina antirrábica; Índice de Riesgo para el Consumo de Agua Potable (IRCA); Número de incidentes tecnológicos que involucran materiales peligrosos; Prevalencia de Sibilancias (silbidos de pecho) en menores de 5 años, debido al material

particulado; Tasa de Mortalidad por Enfermedad Diarreica Aguda (EDA) en niños menores de 5 años; Tasa de mortalidad por neumonía en menores de 5 años; Tasa de mortalidad infantil.

La agenda del Plan de Salud Pública 2007-2010 (Ministerio de Protección Social, 2007) estuvo representada por: salud mental, salud ambiental, salud oral, prevención y control de las enfermedades no transmisibles y discapacidad.

El PDSP establece la salud ambiental como una dimensión prioritaria en el país y para ello define los siguientes objetivos (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013, p.170):

- *Promover la salud de las poblaciones que por sus condiciones sociales son vulnerables a procesos ambientales, mediante la modificación positiva de los determinantes sociales, sanitarios y ambientales, fortaleciendo la gestión intersectorial y la participación comunitaria y social en el nivel local, regional, nacional e internacional.*
- *Promover el desarrollo sostenible a través de tecnologías y modelos de producción más limpia y consumo responsable, articulado a las políticas, procesos de desarrollo social, político y económico, en el ámbito nacional y territorial.*
- *Atender de forma prioritaria las necesidades sanitarias y ambientales de las poblaciones vulnerables, con enfoque diferencial.*
- *Contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de la población colombiana mediante la prevención, vigilancia y control sanitario.*

El PDSP 2012-2021 acoge los Lineamientos del CONPES 3550 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. No obstante, la Dimensión de Salud Ambiental del PDSP establece sólo dos componentes: *1. Hábitat Saludable* y *2. Situaciones de salud relacionadas con condiciones ambientales*.

El componente de *Hábitat Saludable* busca actuar sobre los determinantes sociales de la salud, en entornos cotidianos tales como: vivienda, entornos educativos, entornos comunitarios saludables, entornos de trabajo y ecosistemas estratégicos saludables (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Para la intervención en la dimensión y el componente, se posiciona la gestión intersectorial, la participación social y la intervención de los determinantes sanitarios y ambientales, para el cumplimiento de los objetivos y metas de la dimensión.

El componente de *Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales* pretende acciones sectoriales e intersectoriales que permitan incidir en situaciones de interés en salud pública, mediante la intervención positiva de los factores, riesgos y daños de orden social, sanitario y ambiental, para modificar la carga ambiental de la enfermedad (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013). Para este componente se señala estrategias como: la Atención Primaria en Salud, la Educación, la Investigación, el fortalecimiento de la Vigilancia en Salud Pública y el Observatorio de Salud Ambiental OSA.

Cada uno de estos componentes tienen establecidos objetivos, metas y estrategias en el PDSP. Las metas comprenden riesgos tradicionales en salud ambiental y algunos casos obedecen a rezagos o deudas históricas como acceso a agua potable y saneamiento básico; sin embargo, otras metas relacionan determinantes ambientales, considerados modernos, que son producto de la urbanización acelerada, la

producción y el consumo insostenible y el cambio climático, entre otros aspectos ambientales globales (Ministerio de Salud y Protección Social, 2013).

## Carga de enfermedad por factores ambientales en Colombia

El CONPES 3550 (DNP, 2008), al igual que PLANASA (OPS, 2001), describe las reuniones e iniciativas internacionales que ponen en la agenda de los gobiernos la problemática ambiental. Además, presenta el diagnóstico de los problemas de salud atribuibles a las condiciones ambientales reportados por la OMS (World Health Organization, 2004), el cual estima que la carga en salud atribuible a las condiciones ambientales en Colombia es del 17%, aunque se señala la existencia de subregistro. Según este reporte los factores que incrementan los niveles de vulnerabilidad y exposición de la población tienen impacto significativo en la carga de enfermedad y se reportan para Colombia 46000 defunciones al año atribuibles a condiciones ambientales (DNP, 2008).

Con base en el estudio del Banco Mundial (Larsen, 2004), el CONPES 3550 (DNP, 2008) destaca los factores ambientales que más contribuyen a muertes prematuras en Colombia, como la contaminación del aire en exteriores e interiores y las condiciones del agua, saneamiento e higiene, que varían dependiendo de las diferencias socioeconómicas del país, y la localización geográfica.

En el caso de Colombia, la contaminación del aire producida solamente por el material particulado representó un costo para la salud equivalente al 0,8% del PIB del año 2004. El

costo más alto está representado en las 6000 vidas que se pierden debido a la contaminación del aire urbano y en las 1100 que mueren de manera prematura por la exposición a la contaminación domiciliar, resultado del uso de leña, carbón y otros combustibles sólidos para cocinar. Hay que considerar, que la mitad de los colombianos habita en zonas urbanas donde viven más de 100.000 personas, lo que contribuye a que se dé una mayor concentración en estos espacios de la contaminación y las enfermedades que afectan las vías respiratorias (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

Los costos para la economía colombiana asociados a la contaminación atmosférica urbana e intradomiciliar; los servicios deficientes de abastecimiento de agua, saneamiento e higiene; los desastres y la degradación de los suelos; ascienden al 3,7% del PIB, los cuales recaen con mayor peso sobre los segmentos vulnerables de la población, especialmente en niños menores de 5 años, lo cual se refleja principalmente en el aumento de la mortalidad y la morbilidad, lo mismo que en la disminución de la productividad (Larsen, 2004).

El promedio del costo anual por la carga en la salud atribuible a la calidad del aire en exteriores, asociado a material particulado menor a 10 micras en Colombia, representa el 0.8% del PIB (1.5 billones de pesos). El costo anual en salud, atribuible a la calidad del aire en interiores por el uso de combustibles tradicionales sólidos, es de 415000 millones de pesos, lo que representa casi el 0.3% del PIB, de acuerdo con lo señalado por Sánchez-Triana et al. (2007).

Según el estudio de Larsen (2004), el costo anual atribuible a las condiciones del agua, saneamiento e higiene en Colombia representa aproximadamente el 1.1% del PIB. De estas cifras, cerca del 70% (0.77% del PIB) es atribuible a los

impactos en la salud (mortalidad y morbilidad) y el 30% restante es atribuible a costos de prevención (consumo de agua embotellada, filtrado doméstico del agua y hervido doméstico para su potabilización).

En el caso de Colombia, existe una relación directa entre la tasa de mortalidad en menores de 5 años, y las coberturas de acueducto y alcantarillado (DNP, 2008). Por otra parte, el informe de lineamientos de la política para el control de la contaminación hídrica presenta la evaluación económica de los efectos de esta contaminación en el país; los costos en salud equivalen a 0.14% de PIB 2007 que corresponden al 1.3% del PIB agrícola o al 0,92% del PIB industrial (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).

El Grupo técnico-científico del Instituto Nacional de Salud (2020) identifica y desarrolla estrategias de vigilancia relacionadas con situaciones y factores de riesgo ambiental que generan impactos en salud; constituye, además, el soporte para el desarrollo del Sistema Unificado de Salud Ambiental, como sistema de gestión del conocimiento para la toma de decisiones e intervenciones en salud pública.

Por su parte, el boletín semanal epidemiológico de las enfermedades de notificación obligatoria, el Instituto Nacional de Salud (INS, 2018) presenta el Informe Quincenal Epidemiológico Nacional (IQEN) que es una publicación disponible desde el 2001 hasta el 2018 y busca difundir trabajos que contribuyen a ampliar los conocimientos en epidemiología y salud pública; incluye: estudios de brotes, otros estudios de campo (ensayos de campo y ensayos comunitarios); artículos e informes finales de investigaciones epidemiológicas (estudios descriptivos, de prevalencia, de casos y controles, de cohortes, experimentales y ecológicos, entre

otros); y las evaluaciones de sistemas de vigilancia. Para el año 2018 se reportan publicaciones en: Alerta temprana, medición de riesgo, vigilancia sanitaria y ambiental; virus de la rabia y zoonosis; leptospirosis; malaria; ETA, diarrea y rotavirus; evaluación del riesgo ambiental y efectos en salud de la emergencia de la ola invernal; cáncer en menores de 18 años por tipo de ruralidad. Para el año 2017, se incluyen artículos de enfermedades asociadas al clima, temperatura y precipitación atmosférica; intoxicaciones por sustancias químicas; gestión del riesgo y emergencias en desastres; EDA, entre otros.

El INS (2020) presenta, además, el Boletín de Clima y Salud desde el 2017, una publicación mensual del sector salud y ambiente que brinda información relevante a las personas, familias y comunidades para estar preparadas, adaptadas y resilientes al clima. El boletín presenta alertas hidrológicas de deslizamientos, inundaciones; la estimación de la predicción de la precipitación para el mes en evaluación, y los posibles efectos y recomendaciones en la salud para Infección Respiratoria Aguda (IRA), leptospirosis, ETV, Malaria, EDA, Accidento ofídico, Escorpionismo, golpes de calor, inocuidad de alimentos.

La EDA, según el INS (2020) se caracteriza por tres o más deposiciones en 24 horas, reducción de la consistencia habitual y una duración inferior a 14 días. La información epidemiológica asociada a EDA está disponible en el portal del INS (2020), en los boletines por semana epidemiológica e informes especializados. Para 2019 se reportaron 3427898 casos a nivel nacional, con una tasa de morbilidad por EDA de 68 por 1000 habitantes; con una proporción de incidencia mayor en las mujeres (54%) que en hombres (46%). Los niños menores de 1 año y entre 1 a 4 años, al igual que los adultos mayores de 80 y más años, son los más predispuestos

a desarrollar la enfermedad y a presentar complicaciones que pueden llevar a la muerte.

La IRA, tal como lo establece el INS (2020), comprende aquellas enfermedades del sistema respiratorio causadas por microorganismos virales, bacterianos, entre otros. Para el 2019, se reportaron 6706324 consultas externas y de urgencias en el país; 223424 hospitalizaciones en sala general y 21444 hospitalizaciones en UCI.

En Enfermedad similar a la Influenza e IRA Grave (ESI- IRAG), el INS (2020) reportó 6124 casos, con una mayor incidencia en hombres (54,4%). Entre los virus respiratorios reportados en 2019 por el INS, se encontraron: VSR, parainfluenza, Adenovirus, A(H1N1)pdm09, A(H3N2), Bocavirus, Coronavirus, Flu B, Rinovirus, HMPV, Enterovirus, Flu A.

La hepatitis A es una enfermedad causada por el virus de la hepatitis A (VHA) que se trasmite cuando una persona no infectada y no vacunada come o bebe algo contaminado por heces de una persona infectada (INS, 2020). En 2019 se reportaron 4177 casos a nivel nacional, con una incidencia de 7,53 por 100.000 habitantes. Se presenta más en hombres (62,7%) que en mujeres (37,3%) y una mayor incidencia en jóvenes entre 15 y 19 años, y entre 20 y 24 años.

Las principales ETV en el país son: Fiebre Amarilla, Malaria, Dengue, Leishmaniasis, Chagas, Tracoma; el 85% del territorio nacional está situado por debajo de los 1600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y presenta condiciones climáticas, geográficas y epidemiológicas aptas para la transmisión de ETV (INS, 2020).

La Fiebre amarilla es una enfermedad viral, infecciosa, usualmente aguda y de gravedad variable; es transmitida al ser humano por la picadura del mosquito *Aedes aegypti* y otros mosquitos de los géneros *Aedes*, *Haemagogus* y *Sabethes*. En 2019 se presentaron 22

notificaciones, con una mayor incidencia en hombres (54,5%) y en áreas selváticas (45,5%) (INS, 2020).

La Malaria o paludismo es una enfermedad infecciosa de origen parasitológico febril aguda; el parásito *Plasmodium* se transmite a través de la picadura de mosquitos hembra del género *Anopheles*. En 2019 se reportaron 78513 casos, de los cuales 1341 fueron de malaria complicada; el índice parasitario por 1000 habitantes fue: Anual (IPA) 9,78; Anual Vivax (IVA) 4,75; Parasitario falciparum (IFA) 4,92. La incidencia fue mayor en hombres (57,7%), área rural (48,2%) y en afrocolombianos (44,1%) (INS, 2020).

El Dengue es una enfermedad viral febril aguda. El virus del dengue se transmite por mosquitos hembra principalmente de la especie *Aedes aegypti* y, en menor grado, de *Aedes albopictus*. En 2019 se presentaron 127553 casos de Dengue, 50,7% con signos de alarma y 1,1% de dengue grave. La mayor incidencia se presenta en hombres (51,4%), en el área urbana (80,8%) (INS, 2020).

Las Leishmaniasis son enfermedades infecciosas que afectan la piel, mucosas y vísceras; se dan por el parasitismo de los macrófagos por un protozoo flagelado del género *Leishmania*, que llega al organismo por la picadura de un insecto flegotomíneo hembra de la familia *Ptychodidae* del género *Lutzomyia* (INS, 2020). En 2019 se notificaron 5105 casos; la mayor incidencia se presenta en hombres (76%), en áreas rurales (75,5%), y en jóvenes y adultos de 15 a 44 años (67,2%) (INS, 2020).

La Enfermedad de Chagas es una enfermedad infecciosa producida por el parásito protozoo *Trypanosoma cruzi*; se transmite por contacto con heces de insectos triatomíneos infectados conocidos como pitos o chinches (INS, 2020). De Chagas (agudo) se notificaron 236 casos, con

una mayor incidencia en hombres (65,7%) (INS, 2020).

El Tracoma es una queratoconjuntivitis producida por los serotipos A, B, Ba y C de la *Chlamydia trachomatis*, y es la primera causa de ceguera infecciosa en el mundo. Para el período 2017- 2018 se notificaron 2 registros, todos los casos de pertenencia étnica indígena, localizados en Amazonas y Guaviare (INS, 2020).

Las Zoonosis son enfermedades que comparte el hombre con los animales vertebrados y generan un impacto tanto para la salud pública como para la producción pecuaria; entre estas se encuentran: Accidente Ofídico, animales ponzoñosos, agresiones por animales potencialmente transmisores de rabia, Brucelosis, Enfermedades prionicas, Encefalitis equinas, Leptospirosis, Peste, Rabia, Tifus (INS, 2020).

La Leptospirosis es una enfermedad zoonótica bacteriana, febril producida por la *Leptospira interrogans*, bacteria del orden *Spirochaetales*, de la familia *Leptospiraceae*, que afecta a humanos y a un amplio rango de animales, incluyendo mamíferos, aves, anfibios, y reptiles (INS, 2020). En 2019 se presentaron 2567 casos, 65,8% en hombres, 49,1% reportaron contacto con perros y 53,6% con roedores (INS, 2020).

El accidente ofídico es la lesión resultante de la mordedura de una serpiente; en el caso de ofidios venenosos, se puede producir inoculación de veneno generando ofidiotoxicosis, lesiones en los tejidos, provocando alteraciones fisiopatológicas locales o sistémicas. En 2019 se notificaron 5603 casos, la mayoría fue por vipéridos (65%), con mayor incidencia en hombres (71,1%), en el área rural (73,7%) y en agricultores (42,5%).

Las Intoxicaciones por Sustancias Químicas son consideradas como una causa de morbilidad importante y de discapacidad; en Colombia se vigilan los siguientes eventos: Intoxicación por

Plaguicidas, Medicamentos, Metanol, Metales Pesados, Solventes, Sustancias Psicoactivas, Monóxido de Carbono e Intoxicación por Otras Sustancias Químicas. En 2019 se notificaron 22699 intoxicaciones, representando una incidencia de 45,1 por 100.000 habitantes; los mayores casos se evidencian en hombres (59,3%), menores de 18 años (37,3%), en el hogar (54,2%) y por la vía de exposición oral (62,2%) (INS, 2020).

Enfermedades Transmitidas por Alimentos (ETA): El INS (2020) realiza vigilancia epidemiológica de las ETA que permitan su control y prevención, con el fin de evitar las consecuencias perjudiciales que derivan de las enfermedades y los daños provocados por los alimentos o por el deterioro de los mismos, para la salud y la economía. Con las diferentes instituciones nacionales responsables, busca minimizar los riesgos y asegurar que los alimentos sean inocuos y aptos para el consumo humano. En 2019 se notificaron 967 brotes con 11222 casos de ETA, la mayoría en hombres (53,2%), en los hogares (49,4%) y los principales grupos alimenticios implicados fueron en proporción: queso (19,6%), alimentos mixtos (15,4%), carnes y productos cárnicos (12,8%), mezclas de arroz (12,8%), comidas rápidas (8,1%). Los principales agentes etiológicos identificados fueron *Escherichia coli* y *Staphylococcus aureus* (INS, 2020).

El Grupo técnico-científico del INS (2020) desarrolla estudios de evaluación de riesgos como soporte para el Sistema de Medidas Sanitarias y Fitosanitarias del país. Sus reportes se presentan en conceptos técnicos, entre los cuales se tienen: acrilamida (INS, 2012) y poli acrilamida en panela (INS, 2011), caracol africano (INS, 2017), colistina (INS, 2016), consumo de pez



león (INS, 2015), melanina en preparados líquidos (INS, 2011).

El INS realiza evaluaciones de riesgo en inocuidad de alimentos y se reportan evaluaciones de listeria en queso (INS, 2010) y cárnicos (INS, 2015); mercurio en peces (INS, 2015); peligros biológicos (INS, 2010) y químico en leche cruda (INS, 2010); *Staphylococcus aureus* (INS, 2010), Aflatoxina B1 en arepa de maíz (INS, 2015).

El INS presenta, además, los perfiles de riesgo para la inocuidad de alimentos. Se destacan estudios como: Arsénico en Arroz (INS, 2013), *Bacillus Cereus* (INS, 2011), *Campylobacter* en pollo (INS, 2013), E. Coli en queso fresco (INS, 2015), Organoclorados (INS, 2015), Salmonella SSP (INS, 2011).

Finalmente, el INS (2020) está implementando sistemas de alerta temprana para identificar y monitorear riesgos o amenazas en salud pública conforme al Reglamento Sanitario Internacional, mediante la expedición de medidas de salud pública, comunicación del riesgo, para prevenir, mitigar, controlar o eliminar la propagación de una enfermedad que afecte o pueda afectar la salud de la población colombiana.

⇒ Modelo de fuerzas motrices

## Bases conceptuales del modelo de fuerzas motrices

El MFM identifica una relación causa-efecto entre la salud y el ambiente (figura 1). Su enfoque, específico para el sector salud, permite establecer acciones de intervención transversales para cada una de las seis categorías o niveles que lo componen: 1. Fuerza motriz, 2. Presión, 3. Estado, 4. Exposición, 5. Efecto y, 6. Acción (Corvalán et al, 1999).

**Figura 1.** Categorías del modelo de fuerzas motrices.



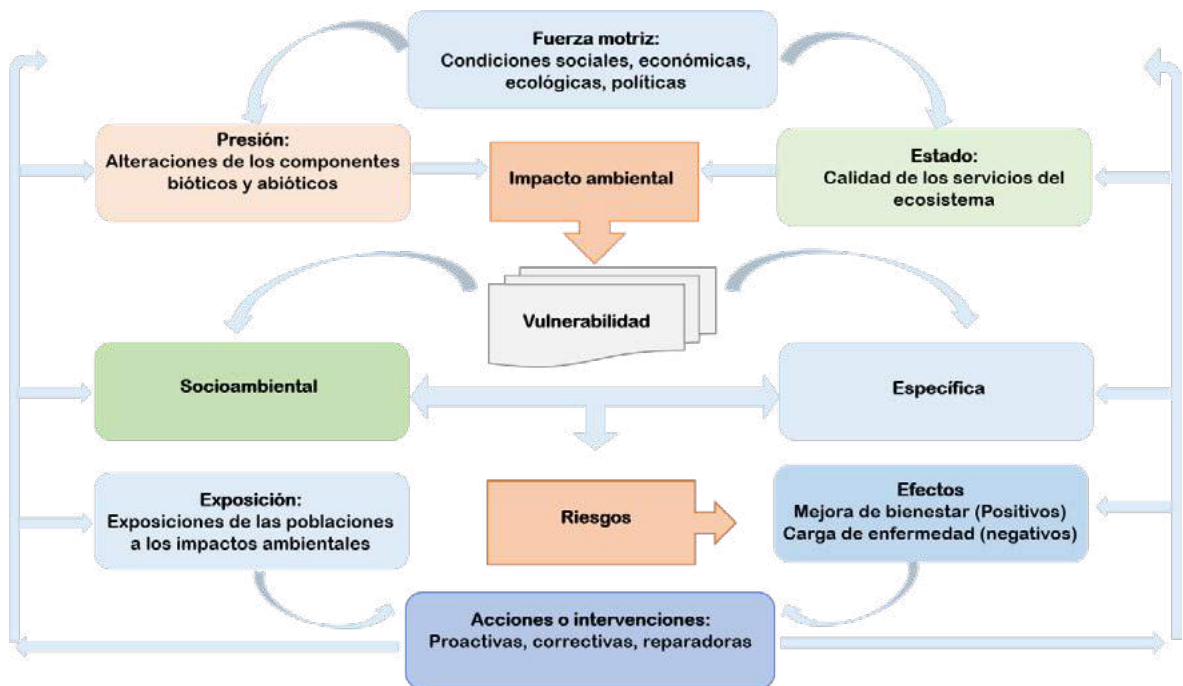
Fuente: Adaptación de Corvalán et al. (1999).

*La fuerza motriz* es impulsada por las condiciones de carácter estructural que afectan las condiciones ambientales en el territorio. *La presión* puede ser antrópica o natural y es la manifestación de la fuerza motriz que afecta el estado del ambiente, produciendo cambios en sus condiciones originales. *El estado* es la condición de calidad del ambiente que resulta de las presiones que los modelos de desarrollo imponen; los cambios en el estado influyen en los territorios y en sus poblaciones. *La exposición* se refiere al modo como entra en contacto el riesgo ambiental con el ser humano, ya sea por vía respiratoria, hídrica, alimentaria o cutánea; considera, además, la frecuencia e intensidad del

contacto. *El efecto* considera las consecuencias en la salud de la población en términos de morbilidad, mortalidad, discapacidad o letalidad. *La acción* comprende las intervenciones sobre las anteriores categorías o niveles y sus interacciones (Minsalud & OPS, 2014).

Este modelo fue desarrollado por Corvalán et al. (1999) para el sector salud; se basa en la identificación de una red causal de factores ambientales (figura 2) que produce efectos negativos en la salud humana; lo cual facilita la definición y priorización de acciones por cada una de las categorías: Fuerza motriz, presión, estado, exposición y efecto.

**Figura 2.** Modelo de fuerzas motrices o modelo causa-efecto salud y ambiente.



Fuente: Adaptación de OPS (2005)

*La fuerza motriz* es la categoría o nivel donde las condiciones y los riesgos ambientales pueden desarrollarse o evitarse; al desarrollarse la fuerza motriz, se generan diferentes *presiones* sobre el ambiente; una vez se producen las presiones, se cambia el *estado* del ambiente; al cambiar el *estado* se pueden modificar las poblaciones y los territorios *expuestos*; y, en consecuencia, la exposición genera *efectos* en la salud humana; finalmente, *la acción* incluye las intervenciones o respuestas colectivas o individuales que atenúen o prevengan los impactos ambientales negativos, mitiguen los daños causados al ambiente y reduzcan la vulnerabilidad o la exposición, para evitar los efectos a la salud humana y contribuir a mejorar la calidad de vida (Minsalud & OPS, 2014).

La OPS (2005) propone la aplicación del MFM para el análisis integrado en salud ambiental; por tanto, debe considerarse la fuerza motriz que influye en el estado y la presión sobre los recursos naturales que determinan los impactos ambientales o amenazas, la vulnerabilidad de la población expuesta, de tal manera que se configuran los riesgos que pueden generar efectos, tanto positivos como negativos.

En Colombia, la Comisión Técnica Nacional para la Salud Ambiental (CONASA) plantea que se considere el MFM, presión, estado, exposición, efecto y acción, para el establecimiento de indicadores de salud ambiental, indicadores ambientales con posible impacto en salud, indicadores de salud con posible causa ambiental, indicadores de gestión e indicadores de desarrollo sostenible.

A nivel nacional este modelo ha sido adoptado para orientar el desarrollo de la información en salud ambiental y es considerado un instrumento metodológico en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del PDSP

2012-2021: “Esta metodología les permite a los gobiernos nacionales y locales identificar y caracterizar los factores determinantes de orden estructural, intermedio y proximal; y a su vez identificar actores y sectores competentes y plantear acciones sectoriales e transectoriales, de carácter preventivo y correctivo” (p.170)

En este contexto, los determinantes de orden estructural son los factores sociales, económicos y políticos de nivel superior que afectan el medio ambiente; los determinantes de orden intermedio afectan el ambiente y causan exposiciones diferenciales en las poblaciones; mientras que los determinantes de orden proximal son factores o exposiciones más directas a las que se ven expuestas las personas (Minsalud & OPS, 2014).

El Modelo de las fuerzas motrices evidencia la cadena de articulación entre factores ambientales y afectaciones a la salud; en consecuencia, las acciones estructurales deben estar dirigidas a controlar estas fuerzas motrices y las presiones que ocasionan el deterioro ambiental (Pérez, 2015).

En Colombia, el MFM ha sido aplicado al control de la malaria urbana (Solarte, 2018); la criptosporidiosis (Hernández-Gallo et al., 2019); el análisis de la minería en Colombia y sus efectos en la salud humana (Pérez, 2015). El MFM también ha sido recomendado en otros países para evaluar, medir y manejar el ambiente, promoviendo un desarrollo sostenible de las comunidades, y logrando identificar relaciones causa y efecto de una forma accesible y entendible para los tomadores de decisiones (Bobadilla et al., 2013).

El análisis de antecedentes revela que el MFM es una evolución de los sistemas de primera generación establecidos por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y por la Agencia Europea de Medio

Ambiente para los indicadores de sostenibilidad (Sotelo et al., 2011): Presión-Estado-Respuesta (PER); Fuerza Motriz-Estado- Respuesta (FER); Fuerza Motriz- Presión-Estado- Respuesta (FPER); Fuerza Motriz- Presión- Estado- Impacto- Respuesta (PFEIR).

A partir del marco PER, la Agencia Europea de Medio Ambiente creó un modelo analítico que denominó FPEIR: Fuerzas conductoras-Presión-Estado-Impacto-Respuesta (European Enviroment Agency, 1999). El Modelo PFEIR parte de la premisa de que las actividades humanas (fuerzas motrices) ejercen presión sobre el medio físico y, en consecuencia, su estado cambia, lo cual impacta la salud humana, los ecosistemas y los recursos (Ibáñez, 2012). La sociedad genera respuestas que inciden en las fuerzas motrices, en las presiones, en el estado o en los impactos directamente (Cifrián et al., 2006). Dado que este modelo abarca distintos aspectos y dimensiones del desarrollo humano sostenible, es calificado como un enfoque más holista, pero presenta limitaciones en la práctica por la heterogeneidad de indicadores y los múltiples datos requeridos (Ibáñez, 2012).

## Indicadores de salud ambiental

---

La OMS ha tomado bajo su liderazgo el desarrollo, tanto conceptual como del uso, de indicadores, lo cual ha contribuido a enfocar la atención en la conexión entre los factores ambientales y la salud humana. Los indicadores de salud ambiental son aplicados en diferentes investigaciones y permiten tomar decisiones sobre las consecuencias en la salud de las amenazas ambientales, facilitan el análisis de información compleja y permiten comparar impactos de

políticas en diferentes regiones en períodos de tiempo (Bell et al., 2011).

Diferentes investigaciones se han enfocado en el uso de indicadores para medir el impacto del ambiente en la salud humana (Lawrence, 2008). En general, se tienen diversas categorías:

- Indicadores basados en la exposición que son condiciones ambientales o tendencias que pueden causar efectos en la salud; en este tipo de indicadores se usa información de la exposición de la población con implicaciones en la salud, con base en las condiciones ambientales (Wills & Briggs, 1995).
- Indicadores de salud ambiental o indicadores basados en los resultados (Wills & Briggs, 1995).
- Indicadores sustitutos, por ejemplo, de constituyentes químicos (Dominici et al., 2010)
- Indicadores compuestos que unen indicadores ambientales y de salud, por síntesis de una gran cantidad de información proveniente de encuestas, monitoreo y estadísticas (von Schirnding, 2002).

Recientemente, la necesidad de vincular las dimensiones del desarrollo sostenible ha generado un sistema de indicadores que permite abarcar temas o áreas multidimensionales de forma transversal y sistémica; es así como estos nuevos sistemas propician un mayor componente territorial que facilita su uso y aplicación a nivel local (Sotelo et al., 2011). La selección del ámbito geográfico es determinante para la construcción del sistema de indicadores y su aplicación

(Fraser et al., 2006); el ámbito geográfico de este sistema estará determinado por la estructura político-administrativa, aunque depende de la disponibilidad de datos del indicador. El sistema, a su vez, debe permitir comprender las variaciones locales existentes, que resultan importantes para el análisis de los indicadores (Sotelo et al., 2011).

La OMS (2019), en sus estadísticas sanitarias incluye la información más reciente sobre 36 indicadores de los ODS, relacionados con la salud. Las metas de los ODS se centran, principalmente, en tres tipos de riesgo ambiental: contaminación del aire, agua y saneamiento, y envenenamiento. Es así como contempla el análisis de los siguientes indicadores que tienen relación con factores ambientales:

- Tasa de mortalidad atribuida a la contaminación del aire doméstico y ambiental (por 100000 habitantes)
- Tasa de mortalidad atribuida a la exposición a servicios de agua, saneamiento e higiene inseguros (por 100000 habitantes)
- Tasa de mortalidad por intoxicación involuntaria (por 100000 habitantes)
- Proporción de la población que utiliza servicios de agua potable, gestionados de forma segura (%)
- Proporción de población que utiliza servicios de saneamiento gestionados de forma segura (%)
- Asistencia oficial para el desarrollo en agua, saneamiento e higiene (millones de dólares constantes de 2016)
- Proporción de población que depende principalmente de combustibles limpios (%)
- Concentraciones medias anuales de partículas finas (PM<sub>2,5</sub>) en áreas urbanas ( $\mu\text{g} / \text{m}^3$ )
- Incidencia de malaria (por 1000 habitantes en riesgo)

La Metodología para la evaluación integrada de medio ambiente y salud, Geo Salud, aborda indicadores en las siguientes categorías:

- Fuerza Motriz: Datos demográficos; economía, pobreza y desigualdad; educación e información; empleo y producción; energía y consumo; género e inequidad.
- Presión: Ambientes urbanos construidos; emisiones y generación de contaminantes; extracción de recursos naturales y uso de factores externos.
- Estado del medio ambiente: Ambientes urbanos construidos; agua, atmósfera y suelo; biodiversidad, ecosistemas y recursos naturales; clima; zonas verdes urbanas.
- Impactos ambientales
- Exposición ambiental y vulnerabilidad
- Efectos a la salud
- Indicadores respuesta

Varios autores proponen indicadores según los componentes de la Dimensión en Salud Ambiental. Posada et al., (2004) sugieren los

siguientes indicadores basados en la aplicación del MFM:

### **Calidad del aire**

- Fuerza impulsora: kilómetros conducidos por tipo de transporte y persona; consumo de gasolina por tipo de transporte
- Presión: Emisiones de contaminantes atmosféricos
- Exposición: Concentraciones ambientales de contaminantes atmosféricos
- Efecto: Mortalidad infantil por enfermedades respiratorias, mortalidad por enfermedades respiratorias, mortalidad por enfermedades del sistema circulatorio
- Acción: políticas para reducir el humo de tabaco ambiental

### **Radiación**

- Exposición: Índice de luz ultravioleta
- Efecto: Incidencia de cáncer de piel
- Acción: Monitorización de actividad radiactiva

### **Agua y saneamiento**

- Presión: Cobertura de tratamiento de aguas residuales

- Estado: Excedencias de los valores límites de parámetros químicos en aguas de consumo, excedencias de los valores límites de parámetros microbiológicos en aguas de consumo, excedencias de los valores límites de parámetros microbiológicos en aguas de baño
- Exposición: Acceso a agua de consumo saludable, acceso a sanitarios con un sistema de saneamiento adecuado
- Efecto: Brotes de enfermedades causadas por contaminación hídrica, morbilidad por diarrea en niños, mortalidad por diarrea en niños
- Acción: Efectividad de la vigilancia de aguas de baño

### **Seguridad Alimentaria**

- Exposición: Monitorización de compuestos químicos en alimentos
- Efecto: Número de brotes de origen alimentario, incidencia de casos de enfermedad de origen alimentario
- Acción: Políticas de seguridad alimentaria, efectividad de la vigilancia de la seguridad alimentaria

### **Residuos y tierras contaminadas**

- Presión: Generación de residuos peligrosos



- Estado: Áreas contaminadas por residuos peligrosos
- Acción: Legislación sobre residuos peligrosos

### **Emergencias químicas**

- Presión: Instalaciones con gran cantidad de residuos químicos
- Efecto: Mortalidad por accidentes químicos
- Acción: Registro de incidentes químicos, regulaciones sobre ordenación del territorio, centros de servicio toxicológico, protocolos de tratamiento de envenenamientos, estado de preparación del gobierno para emergencias químicas

Por otra parte, el Ministerio de Salud y Protección Social y la OPS (2014), sugieren los siguientes indicadores, según los componentes de salud ambiental, los cuales corresponden a la clasificación de determinantes propuesta por la OMS (2008) y adoptada por el PDSP:

### **Calidad del aire**

- Fuerza Motriz: Modelo de desarrollo económico carbono dependiente, política energética sin propuesta de fuentes alternativas, índice de eficiencia energética, índice de motorización, crecimiento demográfico.
- Presión: Antigüedad del parque vehicular, número de industrias en el territorio que producen emisiones (fuentes fijas), consumo

de energía procedente de combustibles fósiles.

- Estado: Días en el Ozono rebasa su norma, promedio anual de material particulado inferior a 10 micras ( $PM_{10}$ ) y 2.5 micras ( $PM_{2.5}$ ), promedio anual de óxido de nitrógeno  $NO_2$ , promedio anual de  $SO_2$ .
- Exposición: Kilómetros de zona urbana expuesta, total de población expuesta en el territorio, población menor de 5 años expuesta en el territorio, población mayor de 65 años expuesta en el territorio.
- Efecto: Morbilidad por IRA en menores de 5 años, morbilidad por asma en menores de 5 años, incidencia de bajo peso al nacer, prevalencia de enfermedades cardiovasculares en personas adultas mayores, prevalencia de cáncer de pulmón en personas adultas mayores.
- Acción: Políticas de desarrollo, uso de tecnologías sostenibles en la industria y sectores, normas de contaminantes criterio en los valores sugeridos por la OMS, ordenamiento del territorio, restricciones vehiculares, fortalecimiento de servicios en el primer nivel de atención con enfoque de Atención Primaria en Salud (APS) y por grupos etéreos.

### **Calidad de agua**

- Fuerza Motriz: Políticas de servicios públicos municipales implementadas, planes o programas de participación comunitaria orientados hacia la prestación de servicios

públicos, cobertura de servicios públicos, capacidad institucional y de infraestructura local, nivel de pobreza de la población, crecimiento demográfico.

- Presión: Demanda de agua potable versus producción, aguas residuales generadas no tratadas, capacidad de pago de tarifas de servicios públicos, plantas de tratamiento de agua potable en funcionamiento.
- Estado: Presencia/ausencia de Coliformes y E. Coli en agua, concentración de patógenos seleccionados en el agua, parámetros organolépticos cumplidos para consumo de agua.
- Exposición: Total de familias sin acceso al servicio de agua potable, total de familias expuestas a una inadecuada disposición de aguas residuales.
- Efecto: Morbilidad por EDA en menores de 5 años, morbilidad asociada al consumo de agua sin potabilización o tratada de forma inadecuada, morbilidad asociada a la inadecuada disposición de agua residual generada.
- Acción: Políticas de desarrollo, uso eficiente de recursos económicos del territorio para cumplir necesidades básicas, cumplimiento del Decreto 1575 de 2007 orientado a seguir normas técnicas de calidad de agua; brindar cobertura de servicios públicos, específicamente de agua potable; fortalecimiento de servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS y por grupos étnicos.

### **Saneamiento básico**

- Fuerza Motriz: Políticas de servicios públicos municipales implementadas, planes o programas de participación comunitaria orientados hacia la prestación de servicios públicos, cobertura de servicios públicos, capacidad institucional y de infraestructura local, nivel de pobreza de la población, crecimiento demográfico.
- Presión: Demanda de agua para consumo humano y otros usos, aguas residuales generadas no tratadas, capacidad de pago de tarifas de servicio público, Plantas de Tratamiento de Aguas residuales (PTAR) en funcionamiento.
- Estado: Presencia/ausencia de Coliformes y E. Coli en agua, concentración de patógenos seleccionados en el agua, concentraciones de DBO, DQO y SST.
- Exposición: Total de familias sin acceso al servicio de alcantarillado u otras alternativas de saneamiento básico, total de familias expuestas a una inadecuada disposición de aguas residuales.
- Efecto: Morbilidad por EDA en menores de 5 años, morbilidad asociada a la inadecuada disposición de agua residual generada, morbilidad asociada a la falta de saneamiento básico.
- Acción: Políticas de desarrollo, uso eficiente de recursos económicos del territorio para cumplir necesidades básicas; cumplimiento del CONPES 3177 de 2002, orientados a seguir acciones y lineamiento para el manejo

de aguas residuales; brindar cobertura de servicios públicos, específicamente de alcantarillado; fortalecimiento de servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS y por grupos étnicos.

### **Residuos sólidos**

- Fuerza Motriz: Políticas de servicios públicos municipales implementadas, planes o programas de participación comunitaria orientados hacia la prestación de servicios públicos, cobertura de servicios públicos, capacidad institucional y de infraestructura local, nivel educativo y socioeconómico de la población, crecimiento demográfico.
- Presión: Disposición inadecuada de los residuos sólidos ordinarios generados, disposición final de residuos sólidos, fuentes superficiales contaminadas por residuos sólidos, porcentaje de residuos sólidos aprovechados, rellenos sanitarios diseñados y funcionamiento de estos.
- Estado: Disposición inadecuada de los residuos sólidos ordinarios generados, fuentes superficiales contaminadas por residuos sólidos, porcentaje de residuos sólidos aprovechados, rellenos sanitarios diseñados, y funcionamiento de estos
- Exposición: Total de familias expuestas a residuos sin disponer o dispuestos de forma inadecuada, total de familias expuestas por cercanía a rellenos sanitarios.
- Efecto: Morbilidad asociada a vectores, plagas o gases emitidos.
- Acción: Políticas de desarrollo, uso eficiente de recursos económicos del territorio para educación ambiental y suplir necesidades básicas; planes de gestión integral de residuos sólidos enmarcados en los decretos y leyes establecidos en la nación; cobertura completa en servicio de aseo y capacitación integral en manejo de residuos sólidos; fortalecimiento de servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS y por grupos étnicos.

☞ Metodología

---

Este libro es producto de una investigación de tipo ecológico con enfoque cuantitativo. Este tipo de estudio forma parte de los diseños de observaciones en Epidemiología, donde la población de estudio son sujetos agrupados, en este caso por municipios y departamentos. Los estudios ecológicos se utilizan para generar hipótesis y habitualmente son descriptivos y de temporalidad histórica (Ortega & Ochoa, 2015).

Este tipo de estudios van más allá de la epidemiología (Blanco et al., 2015), pues el estudio del contexto en el que los individuos y las poblaciones viven y se exponen a diferentes agentes, es fundamental para la comprensión de las condiciones de salud de los individuos y las poblaciones (Arah, 2009; Blanco et al., 2015).

Los estudios, a su vez, pueden ser exploratorios o analíticos (Blanco et al. 2015). Los resultados que se presentan en este libro corresponden a un estudio exploratorio porque consideran las diferencias geográficas de un evento o variable en varios departamentos y municipios. En este tipo de estudios se hacen análisis estadísticos básicos que llevan a la búsqueda de patrones (Blanco et al., 2015), un aspecto que se resalta en este libro.

El estudio analítico producto de la investigación de salud ambiental en 5

departamentos de la región central de Colombia puede consultarse en el libro titulado: *Carga de enfermedad por variables ambientales y costos de la atención en salud*.

El estudio ecológico fue realizado para estimar la mortalidad y morbilidad que, de acuerdo con la evidencia publicada, pudiera relacionarse con condiciones ambientales durante el período. En seguimiento de este objetivo, se seleccionaron como indicadores los eventos correspondientes a cuatro grupos de enfermedades que la literatura ha relacionado con exposición a riesgos ambientales: cáncer de estómago, cáncer de pulmón, cáncer de piel, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, asma, dengue, malaria, leishmaniasis, enfermedad de Chagas y enfermedades intestinales.

Por efectos de la especialización de la información, el estudio tiene componentes de epidemiología espacial, pues incorpora la georreferenciación de los lugares de obtención de datos (Blanco et al. 2015); en este caso la escala espacial fue municipal.

La población de referencia estuvo constituida por el total de los 137 municipios de los

departamentos de Caldas (27), Huila (37), Quindío (12), Risaralda (14), Tolima (47), para el período 2010-2016.

Dadas las limitaciones de los estudios ecológicos (Ortega & Ochoa, 2015; Blanco et al., 2015), se tomó como unidad de análisis la menor escala disponible a nivel territorial, en este caso el municipio; de esta manera se manejó la confusión mediante la incorporación de unidades de observación más pequeñas (Blanco et al., 2015). Sin embargo, se debe considerar la posibilidad de que exista un sesgo de migración cuando las áreas geográficas se utilizan como una medida sustituta de la exposición (Tong, 2000).

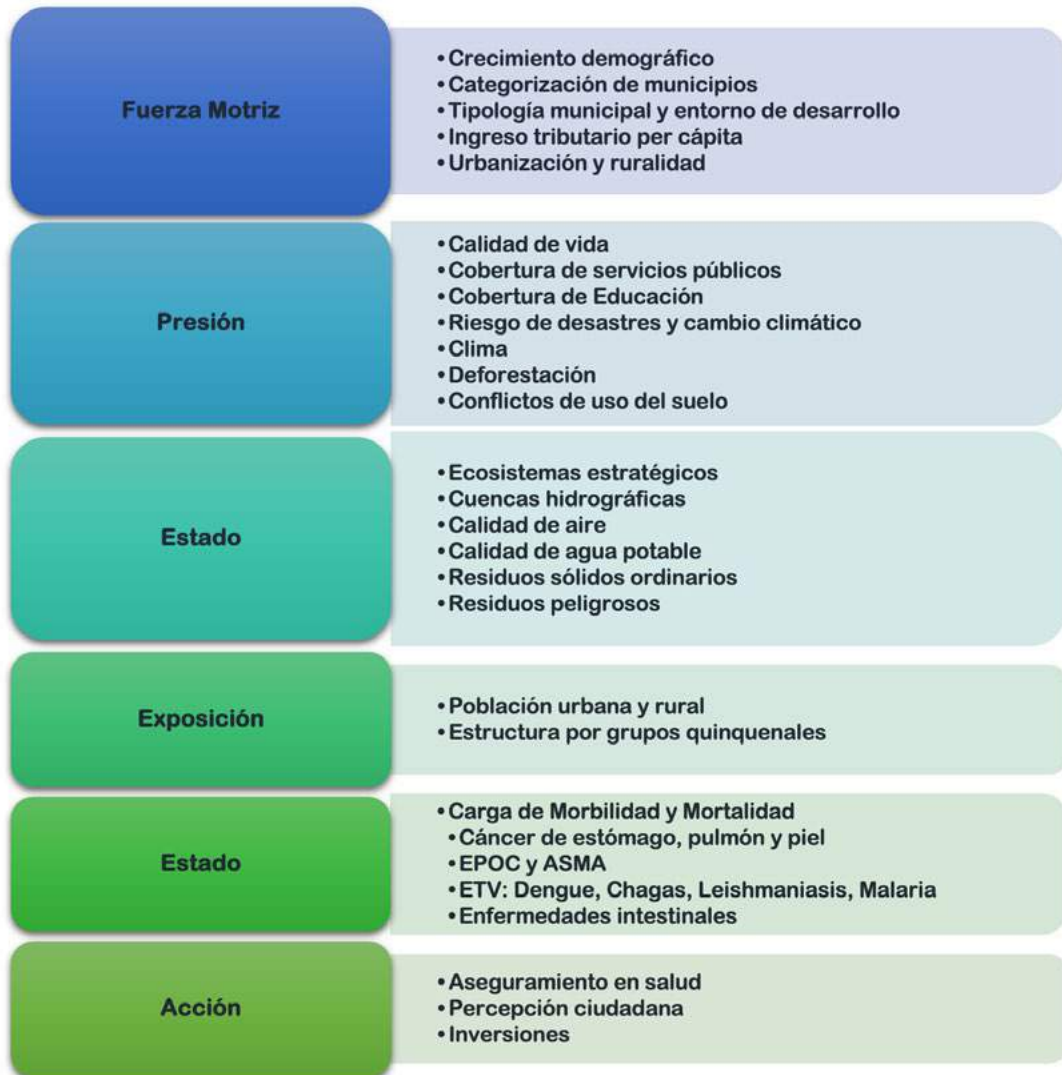
## Variables

Generalmente, las variables ecológicas se clasifican como variables agregadas, ambientales o globales. Las variables agregadas suelen ser medidas que resumen observaciones individuales, normalmente medias o proporciones; mientras que las medidas ambientales, son características físicas o atributos propias de un lugar determinado, que pueden tener o no equivalencia a nivel individual (Ortega & Ochoa, 2015).

Para el estudio se tomaron como base los lineamientos del MFM y las categorías de indicadores agrupados como: Fuerza Motriz, Presión, Estado, Exposición, Efecto y Acción. La figura 3 resume los indicadores analizados, según la información disponible en fuentes secundarias.

Fuentes de Información. Las principales fuentes de información secundaria fueron: DANE, Terridata del Departamento Nacional de planeación, CAR, Superintendencia de servicios públicos, Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC); Agencia Nacional Minera, Agronet; Subsistema de Vigilancia de Calidad de Agua Potable (SIVICAP); Estudios Nacionales del Agua (IDEAM), Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al., 2016).

Figura 3. Indicadores analizados



Las características demográficas expresadas en los indicadores de crecimiento demográfico, población rural y urbana, y estructura por grupos quinquenales fueron obtenidas de las estadísticas oficiales del DANE y de los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV 2018); también fueron consultados los datos del Censo General del 2005 (CG 2005).

La categorización de municipios fue establecida según el número de habitantes y los ingresos corrientes de libre destinación; para tal efecto, se consultó la Contaduría General de la Nación (2020).

La Tipología municipal y entorno de desarrollo fue tomada según lo establecido por el DNP (2015). El ingreso tributario *per cápita* se estimó a partir del ingreso tributario total dividido por el número (DNP, 2016). Para los indicadores de urbanización y ruralidad se tomaron las categorías definidas por la Misión Rural (DNP, 2014) y los reportes del DNP (2016).

Los indicadores de calidad de vida fueron estimados a partir del Índice de Pobre Multidimensional reportado por el DNP (2016) y las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) reportadas por DANE (2018) considerando proporción de personas en Miseria, Viviendas inadecuadas, hacinamiento, servicios inadecuados.

La cobertura de servicios públicos fue analizada para los servicios de acueducto, alcantarillado, aseo, energía eléctrica y gas natural; para tal efecto se tomó la información del Censo Nacional de población y vivienda (DANE, 2018).

En la cobertura de Educación se consideraron los indicadores empleados por el DNP (2016) como son: Cobertura de educación media neta y tasa de analfabetismo en mayores de 15 años.

En materia de riesgos de desastres y cambio climático se tuvieron en cuenta las estadísticas reportadas por Terridata (2020), para el año 2016, para eventos de origen natural (amenaza por fenómenos hidrometeorológicos, sismos, erupciones volcánicas), socio-natural (avenidas torrenciales, inundaciones, movimientos en masa, sequías). Antrópico (incendios forestales). Se consideraron, además, el índice de riesgos de desastres ajustado por capacidades (DNP, 2018) y el índice de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático de la Tercera Comunicación Nacional (IDEAM et al., 2016), disponible en Terridata (2020).

En relación con las variables climáticas, se tuvieron en cuenta precipitación, temperatura y radiación solar; se realizó el análisis de la información disponible en Terridata (2020) y en el Sistema de Información Ambiental Colombiano (SIAC, 2020).

Para el análisis de deforestación se consideraron los reportes de Terridata (2020) para el período 2000- 2016 y la información de cambios en coberturas de bosques del SIAC (2020).

En conflictos de uso del suelo fueron analizados los temas de minería y conflicto de tipo minero, conflictos por sobreutilización o subutilización y producción agrícola y uso de agroquímicos. Para minería se consideraron el Catastro Minero Colombiano (2017) de la Agencia Nacional de Minería (ANM), las áreas departamentales por conflicto minero reportadas por Terridata (2020) y el área de proyectos mineros licenciados del SIAC (2020). En los conflictos de uso de la tierra se incluyeron las estadísticas de Terridata (2020) y la información del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC, 2020). En producción agrícola se tomó la información de la Red de información y comunicación del sector agropecuario colombiano (Agronet, 2020) y los



reportes del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA); se incluyó, además, la oferta ambiental y vocación del suelo según el IGAC (2020).

La información sobre ecosistemas estratégicos fue tomada de Terridata (2020) y del SIAC (2020), considerando páramos, humedales, áreas protegidas en el Registro Único Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) y prioridades de conservación según el CONPES 3680.

El análisis de cuencas hidrográficas se realizó con la información disponible en los Estudios Nacionales del Agua y en el SIAC (2020). Se incluyeron indicadores de oferta hídrica y régimen hidrológico como índice de regulación hídrica, índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídricos, fuentes abastecedoras de acueductos, usos del agua e índice de uso de agua. También se consideraron los indicadores de contaminación y huella hídrica, y el análisis de evaluación integrada de subzonas hidrográficas.

La caracterización ambiental del agua, el aire, el saneamiento y la seguridad química se realizó con base en contaminantes criterio e indicadores establecidos por la reglamentación colombiana, la OMS y las agencias internacionales reconocidas como (EPA). En calidad de aire se incluyó la información de gases de efecto invernadero de la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al., 2016) y los contaminantes criterios de calidad de aire reportados por las CAR. En calidad de agua, el IRCA disponible en el SIVICAP.

Para el análisis de residuos sólidos ordinarios se consideró la generación de residuos, la producción *per cápita*, la caracterización, la disposición final y el aprovechamiento de residuos; para tal efecto fueron consultados los informes de la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, las CAR, los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos de las

Alcaldías Municipales, las estadísticas del DANE y el Sistema Único de Información (SIU). Estas mismas fuentes, además de los reportes del IDEAM (2018), fueron considerados en el análisis de residuos peligrosos o RESPEL, que incluyó estadísticas de generación, caracterización y manejo.

En los indicadores de efecto se consideró la mortalidad y morbilidad relacionada con eventos en salud ambiental: enfermedades infecciosas intestinales, enfermedades respiratorias, cáncer de piel, ETV. Se seleccionaron grupos de enfermedades y causas de defunción que la literatura ha relacionado con exposiciones ambientales, utilizando los siguientes códigos de la Clasificación Internacional de Enfermedades en su décima revisión, CIE-10, (OPS, 1992): Cáncer de estómago (C160 a C169), EPOC (J440, J441, J448, J449), cáncer de pulmón (J440, J441, J448, J449) melanoma maligno (C430 a C449), enfermedades intestinales (A00 a A09), dengue (A90, A91), malaria (B508, B500, B508, B509, B510, B518, B519, B520, B528, B529, B530, B531, B538, B54), leishmaniasis (B550, B551, B552, B559), Chagas (A270, A278, A279).

Para la mortalidad, se examinaron las bases de datos originales por la ruta de estadísticas vitales microdatos DANE y se seleccionaron los registros de defunción correspondientes a los cinco departamentos para los años entre 2010 y 2016, utilizando los códigos mencionados. Luego, se identificaron y seleccionaron los códigos de causas de defunción indicadoras de carga ambiental que aparecieran en cualquiera de los siguientes campos: Causa básica de muerte 1, Causa directa 1, Causa directa 2, Causa antecedente 1, Causa antecedente 2, Causa antecedente 3. Los casos encontrados en cualquiera de estos campos se consideraron indicadores potenciales de impacto

ambiental sobre la mortalidad. Los registros se clasificaron por: código de departamento, código de municipio, año de defunción, sexo y edad. La edad se reclasificó en 17 grupos, así: 0-4 años, 5-9 años, 10-14 años, 15-19 años, 20-24 años, 25-29 años, 30-34 años, 35-39 años, 40-44 años, 45-49 años, 50-54 años, 55-59 años, 60-64 años, 65-69 años, 70-74 años, 75-79 años, y 80 y más años.

Para la morbilidad se seleccionaron los eventos sujetos a vigilancia: malaria, leishmaniasis, Chagas y dengue; se consultó la aplicación Cubos - ruta SIVIGILA (2020). Los eventos detectados se clasificaron según la CIE-10 (OPS, 1992). No se obtuvo información de estas enfermedades de los RIPS para evitar la duplicación de los casos.

Para los eventos registrados en los servicios ambulatorios: Los códigos que hubieran sido registrados como casos atendidos por consulta médica externa, consulta prioritaria y urgencias, se obtuvieron del Sistema Integral de Información de la Protección Social (SISPRO), consultando la aplicación Cubos - ruta RIPS (Ministerio de Protección Social, 2020). Para los cinco años de interés, se incluyeron en el estudio tanto los diagnósticos confirmados nuevos como los diagnósticos confirmados repetidos. Para estimar el número de pacientes con este diagnóstico, se utilizó la función “personas atendidas”, que incluye solo una vez a la persona, así haya sido atendida más de una vez durante los 5 años.

Las proporciones ajustadas de mortalidad se calcularon para cada departamento y municipio, por año, por sexo y por grupos de edad, utilizando como numerador el número de defunciones registradas oficialmente; y como denominador la proyección poblacional estimada por el DANE para el respectivo año. Se realizó la estimación por 100000 habitantes. La población de referencia fue la población colombiana del último año del estudio (2016).

Las Proporciones ajustadas de morbilidad se calcularon para cada departamento y municipio, por año, por sexo y por grupos de edad, utilizando como numerador el número de eventos registrados oficialmente; y como denominador la proyección poblacional estimada por el DANE para el respectivo año y subgrupo. Se realizó la estimación por 100000 habitantes. La población de referencia fue la población colombiana del último año del estudio (2016).

En los indicadores de acción se consideraron estadísticas reportadas por Terridata (2020) y el DNP (2016), en aseguramiento en salud; percepción ciudadana en relación con la satisfacción del servicio de salud y la transparencia y las inversiones en gestión ambiental y gestión del riesgo. Se incluye un resumen general de los resultados del ejercicio de recolección de información primaria mediante entrevista, efectuada a los funcionarios de las administraciones municipales de los 137 municipios, en relación con la percepción en gestión ambiental y específicamente en las temáticas de calidad de agua y saneamiento básico, calidad de aire, residuos sólidos, seguridad química y gestión ambiental.

## Plan de Análisis

---

A partir de la recolección de información secundaria, se planteó la obtención de los indicadores establecidos. Se realizó un análisis de estadística descriptiva, mediante Microsoft Excel y SSPS. Por otra parte, fueron empleados los Sistemas de Información Geográfica SIG, específicamente el Software ArcGis, para la representación de la información en mapas temáticos.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) es un conjunto de componentes que permite integrar, analizar y representar de una forma eficiente cualquier tipo de información geográfica referenciada asociada a un territorio. Por tanto, la información geográfica va a ser aquella información que tiene algún componente espacial, es decir, una ubicación, además, una información o atributo. En este caso los indicadores fueron representados espacialmente en mapas tomando como base la división municipal.

Inicialmente, se analizó la distribución de las series con el estadístico de Kolmogorov - Smirnov (significancia 0,05%), según el número de datos, como no todas se ajustaban a distribución normal, se aplicaron técnicas no paramétricas para el análisis.

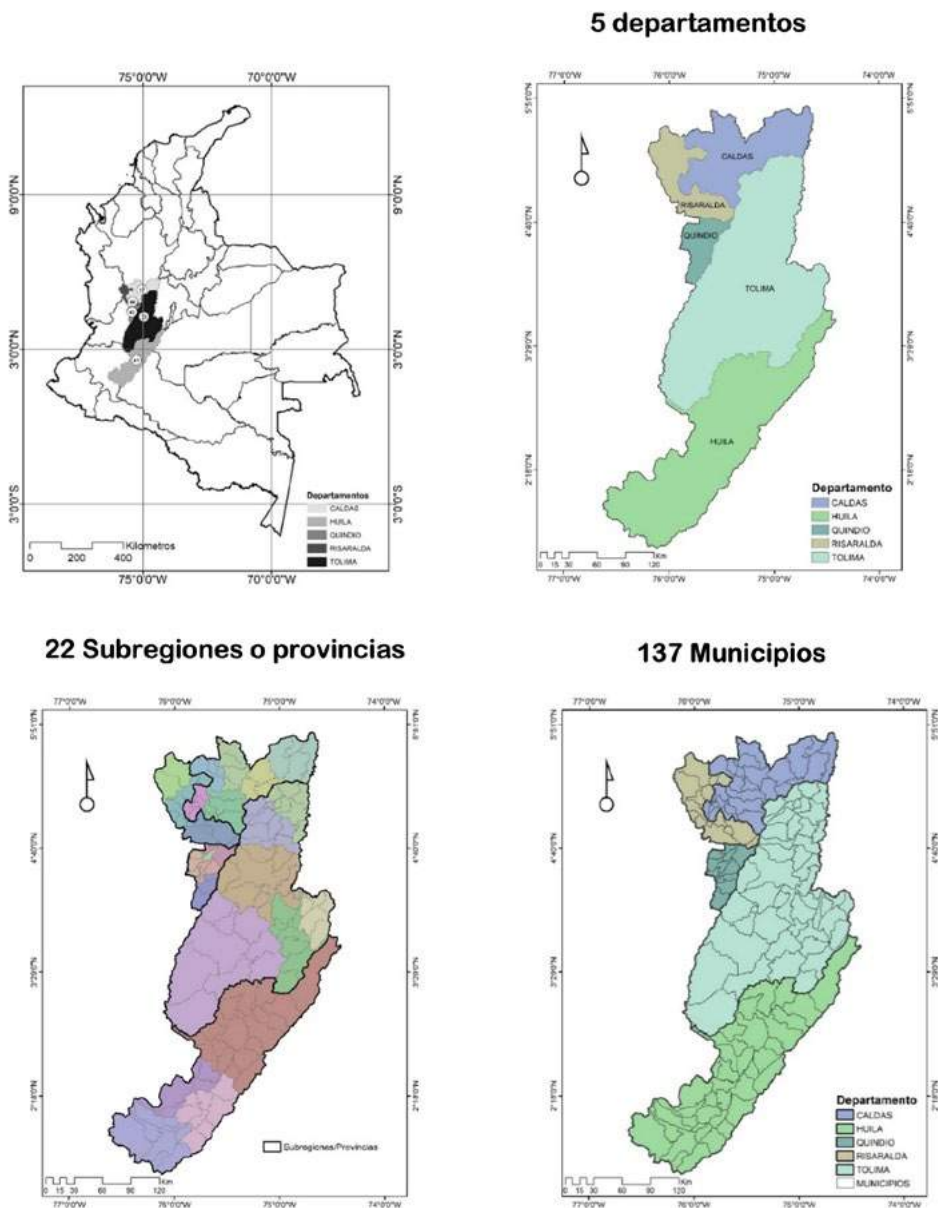
Para identificación de patrones, se realizó un análisis gráfico empleando técnicas de box plot, se efectuó el análisis de diferencia entre grupo con la prueba de Kruskal Wallis y la prueba U de Mann Whitney. Un análisis de correlación entre las variables e indicadores analizados fue realizado mediante la prueba no paramétrica de Spearman.

## Localización del área de estudio

---

Este estudio fue desarrollado en 5 departamentos de la región Central de Colombia, la Figura 4 muestra la ubicación geográfica.

Figura 4. Mapas de localización del área de estudio.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

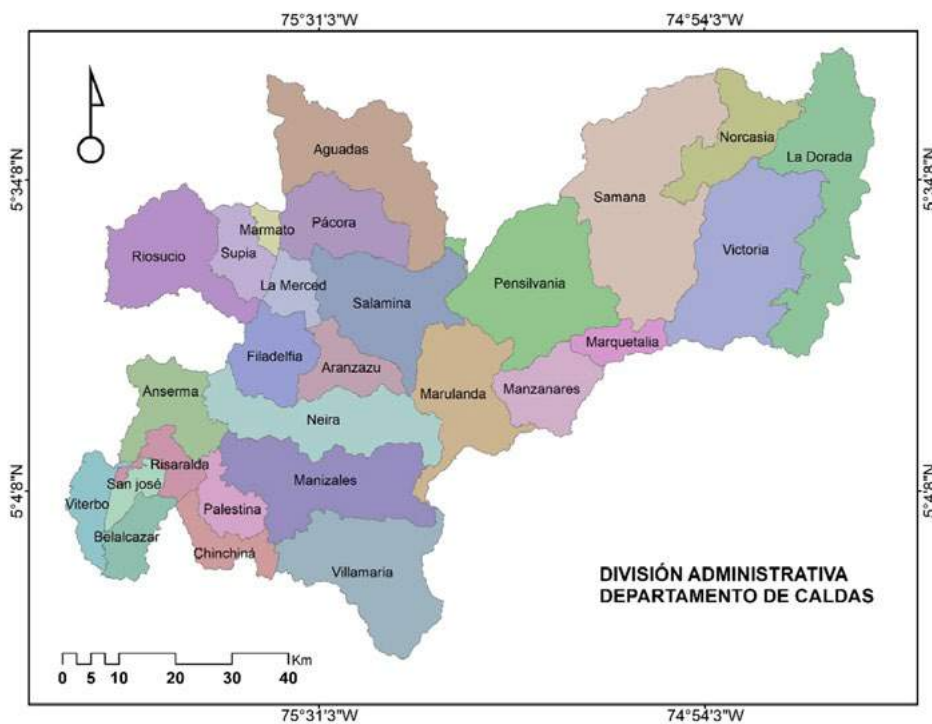
## Caldas

El Departamento Caldas tiene una extensión de 7.888 km<sup>2</sup>; está integrado por 27 municipios, agrupados en 6 subregiones, a saber:

1. **Alto Occidente:** Filadelfia, La Merced, Marmato, Riosucio y Supía.
2. **Alto Oriente:** Manzanares, Marquetalia, Marulanda y Pensilvania.
3. **Bajo Occidente:** Anserma, Belalcázar, Risaralda, San José, Viterbo.
4. **Centro Sur:** Chinchiná, Manizales, Neira, Palestina y Villamaría.
5. **Magdalena Caldense:** La Dorada, Norcasia, Samaná y Victoria.
6. **Norte:** Aguadas, Aranzazu, Pácora y Salamina.

La División Administrativa del departamento que ilustra la localización geográfica de los municipios se muestra en la figura 5.

**Figura 5.** División Administrativa de Caldas.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

## Huila

La División Administrativa del departamento se representa en la figura 6. La superficie del departamento Huila es de 19.890 km<sup>2</sup>; está conformado por 37 municipios, agrupados en 4 subregiones, así:

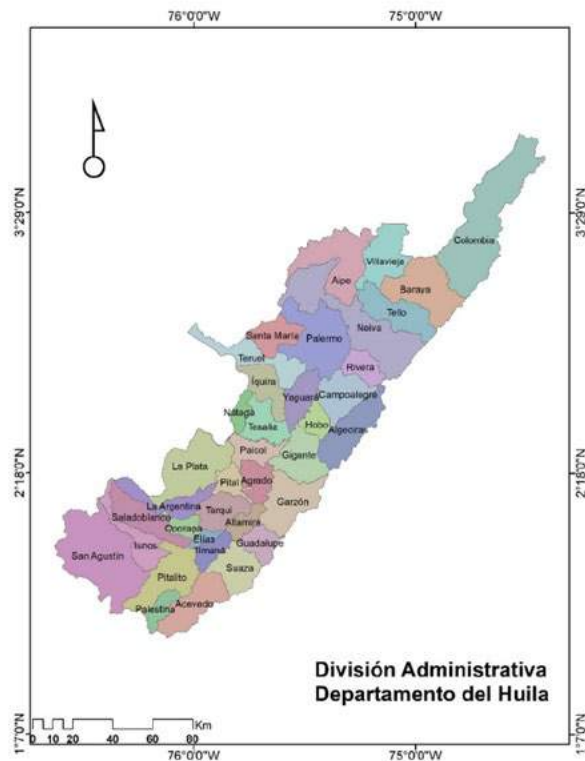
**1. Norte:** Aipe, Algeciras, Baraya, Campoalegre, Colombia, Hobo, Íquira, Neiva, Palermo, Rivera, Santa María, Tello, Teruel, Villavieja y Yaguará.

**2. Centro o Subcentro:** Altamira, Agrado, Garzón, Gigante, Guadalupe, Pital, Suaza y Tarqui.

**3. Sur o Subsur:** Acevedo, Elías, Isnos, Oporapa, Palestina, Pitalito, Salado blanco, San Agustín y Timaná.

**4. Occidente o Suboccidente:** La Argentina, La Plata, Nátaga, Paicol y Tesalia.

**Figura 6.** División Administrativa de Huila.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

## Quindío

La localización geográfica de los municipios se ilustra en la figura 7. El departamento Quindío tiene una extensión de 1.845 km<sup>2</sup>; está dividido en 12 municipios que se agrupan en 5 Provincias:

**1. Capital:** Armenia, Buenavista y Calarcá.

**2. Cordillerana:** Córdoba, Génova y Pijao.

**3. Fría:** Filandia y Salento.

**4. Norte:** Circasia.

**5. Valle:** La Tebaida, Montenegro y Quimbaya.

**Figura 7.** División Administrativa de Quindío.



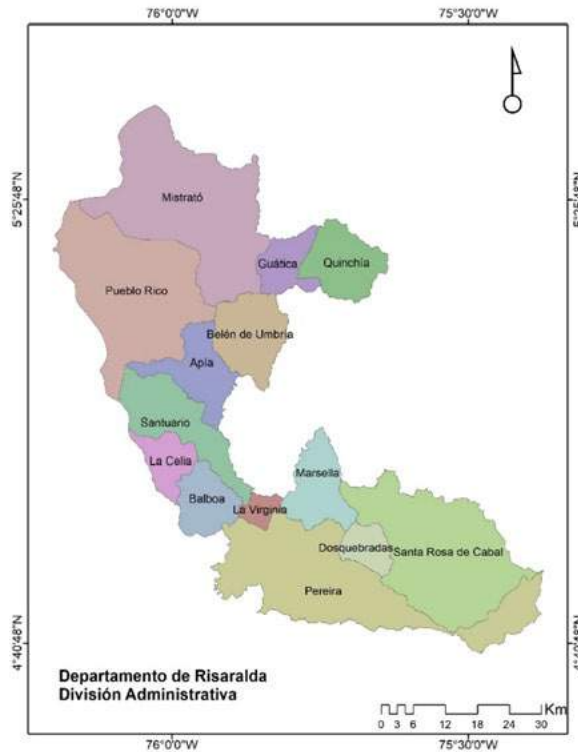
Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

## Risaralda

La División Administrativa del Departamento se muestra en la figura 8. El departamento Risaralda cuenta con una superficie de 4.140 km<sup>2</sup>, está integrado por 14 municipios, agrupados en tres subregiones:

- 1. Subregión 1:** Pereira, Dosquebradas, Marsella y Santa Rosa de Cabal.
- 2. Subregión 2:** Apía, Balboa, Belén de Umbría, Guática, La Celia, La Virginia, Quinchía y Santuario.
- 3. Subregión 3:** Mistrató y Pueblo Rico.

**Figura 8.** División Administrativa de Risaralda.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

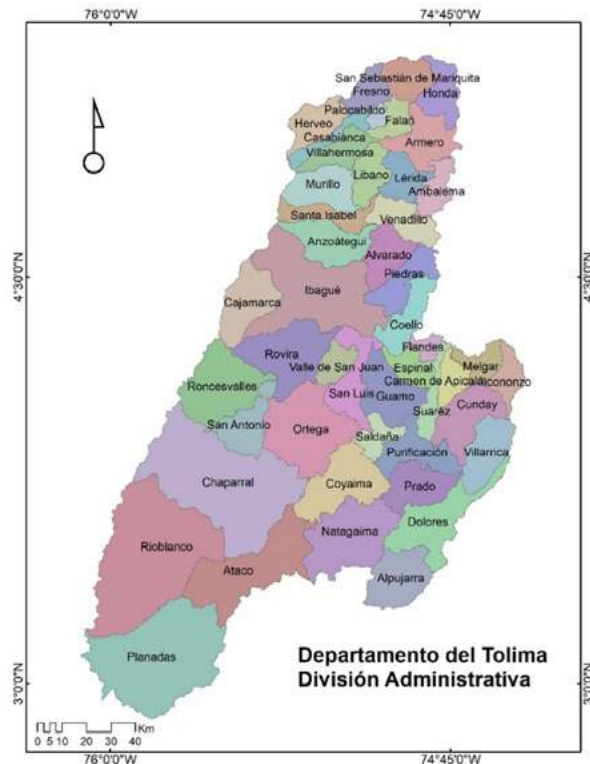


## Tolima

La figura 9 presenta la División Administrativa del Departamento Tolima. El Departamento Tolima tiene una superficie de 23.562 km<sup>2</sup>, integrado por 47 Municipios que se agrupan en 6 provincias:

- **Ibagué:** Alvarado, Anzoátequi, Cajamarca, Coello, Espinal, Flandes, Ibagué, Piedras, Rovira, San Luis y Valle de San Juan.
- **Nevados:** Casabianca, Herveo, Lérica, Líbano, Murillo, Santa Isabel, Venadillo y Villahermosa.
- **Norte:** Ambalema, Armero, Falan, Fresno, Honda, Mariquita y Palocabildo.
- **Oriente:** Carmen de Apicalá, Cunday, Icononzo, Melgar y Villarica.
- **Sur:** Ataco, Chaparral, Coyaima, Natagaima, Ortega, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles y San Antonio.
- **Suroriente:** Alpujarra, Dolores, Guamo, Prado, Purificación, Saldaña y Suárez.

Figura 9. División Administrativa de Tolima.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

≈ Aplicación del modelo  
de fuerzas motrices

## Pasos para la aplicación del modelo de fuerzas motrices

El análisis de problemas de salud ambiental en el contexto colombiano puede efectuarse a través de la aplicación del MFM. La figura 10 sintetiza los pasos o momentos para el análisis, basados en las guías del Ministerio de Salud y Protección Social y la OPS (2014); se sugiere, además, incluir la etapa previa de identificación de las metas de la Dimensión de Salud Ambiental del PDSP.

**Figura 10.** Pasos o momentos de aplicación del modelo de fuerzas motrices.



Fuente: Adaptación de (Ministerio de Salud y Protección Social y OPS, 2014)

La aplicación de estos pasos o etapas ayuda no sólo a organizar información, sino también a orientar, priorizar e implementar acciones transectoriales para intervenir en los determinantes sociales de la salud.

A continuación, se presentan los pasos de aplicación del MFM (figura 10) para los componentes de Calidad del Aire, Calidad de Agua, Saneamiento Básico, residuos y seguridad química.

## **1. Identificación de las metas de la dimensión de salud ambiental del PDSP**

### ***Metas PDSP en calidad de aire***

#### *Componente hábitat saludable*

**Meta 18.** A 2021 las entidades territoriales priorizadas implementan estrategias intersectoriales encaminadas a proteger la salud de la población y el bienestar humano asociado a los contaminantes presentes en el **aire**.

#### *Componente situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*

**Meta 1.** A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados con el **aire** (...), con estrategias de intervención en el ámbito territorial.

**Meta 8.** A 2021 las entidades territoriales departamentales, distritales y municipios priorizados implementan el protocolo de vigilancia sanitaria y ambiental de los efectos en salud relacionados con la contaminación del **aire**, con énfasis en niños menores de 5 años.

### ***Metas PDSP en calidad de agua***

#### *Componente hábitat saludable*

**Meta 9.** A 2021 se tendrá una cobertura del servicio de acueducto del 99% en áreas urbanas.

**Meta 10.** A 2021 se tendrá una cobertura del servicio de acueducto o soluciones alternativas del 83% en áreas rurales.

**Meta 11.** A 2015 se habrá diseñado y estará en desarrollo el programa orientado al suministro del agua apta para consumo humano al 100% de la población, articulando las políticas nacionales, tales como la Política Nacional de Agua y Saneamiento para las Zonas Rurales, la Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico, y estrategias tales como la de Producción más Limpia, Educación en Salud Ambiental y Vigilancia Sanitaria, entre otras.

**Meta 14.** A 2021 se tendrá el 50% de aguas residuales domésticas tratadas en las áreas urbanas.

**Meta 15.** A 2021 el 100% de las direcciones territoriales de salud contarán con mapas de riesgo y vigilancia de la calidad del agua para consumo humano.

**Meta 16.** A 2021 el 100% de los mapas de riesgo de calidad de agua para consumo humano elaborados contarán con los planes de trabajo correctivos para reducir el riesgo sanitario encontrado.

#### *Componente Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*

**Meta 1.** A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados con el **agua** (...), con estrategias de intervención en el ámbito territorial.

### **Metas PDSP en saneamiento básico**

#### *Componente hábitat saludable*

**Meta 7.** A 2021 disminuir la proporción de población con viviendas y servicios inadecuados, medidos según el índice de Necesidades Básicas Insatisfechas NBI.

**Meta 12.** A 2021 se tendrá una cobertura del servicio de alcantarillado del 99% en las zonas urbanas.

**Meta 13.** A 2021 se tendrá una cobertura de saneamiento básico del 76% en las zonas rurales.

#### *Componente situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*

**Meta 1.** A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados con el **saneamiento básico** (...), con estrategias de intervención en el ámbito territorial.

### **Metas PDSP en residuos**

#### *Componente hábitat saludable*

**Meta 17.** A 2021 el 90% de las cabeceras municipales disponen técnicamente los residuos sólidos ordinarios.

**Meta 20.** A 2021 el 100% de las entidades territoriales de salud implementan la gestión integral de sus residuos peligrosos.

#### *Componente Situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*

**Meta 1.** A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados

con el **saneamiento básico** (...), con estrategias de intervención en el ámbito territorial.

### **Metas PDSP en seguridad química**

#### *Componente situaciones en salud relacionadas con condiciones ambientales*

**Meta 1.** A 2021 el país contará con estudios de la carga ambiental de la enfermedad y costos en salud de los eventos priorizados relacionados con la seguridad química, con estrategias de intervención en el ámbito territorial.

## **2. Identificación de los eventos de interés en salud ambiental**

### **Eventos asociados a la calidad de aire**

Según el CONPES 3550 (DNP, 2008): IRA, asma, bronquiolitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) bajo peso al nacer, enfermedades cardiovasculares en personas adultas mayores, cáncer de pulmón, cataratas, anomalías congénitas.

### **Eventos asociados a la calidad del agua, saneamiento e higiene**

De acuerdo con el CONPES 3550, asociados con agua, saneamiento e higiene están: EDA, infecciones intestinales, tracoma, esquistosomiasis, filariasis linfática, condiciones perinatales, cáncer, enfermedades cardiovasculares, malnutrición.

### **Eventos asociados con seguridad química**

Según el CONPES 3550 (DNP, 2008): Cáncer, condiciones perinatales, anomalías

congénitas, desórdenes neuropsiquiátricos, enfermedades cardiovasculares, intoxicación.

### 3. Análisis de la reglamentación

#### *Reglamentación de calidad de aire*

A nivel internacional, la OMS -a través de las Guías de Calidad del Aire- recomienda no superar ciertos niveles de contaminantes criterio en el aire ambiente (tabla 1). Estos niveles se consideran seguros de acuerdo con diversos estudios realizados; sin embargo, no son de implementación obligatoria en los países (OMS, 2005).

Colombia cuenta con una **Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire** (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) que tiene por objeto: “impulsar la gestión de la calidad del aire en el corto, mediano y largo plazo, con el fin de alcanzar los niveles de calidad de aire adecuados

para proteger la salud y el bienestar humano en el marco del desarrollo sostenible” (p.24).

El documento CONPES 3943 (DNP, 2018) expone la **Política para el mejoramiento de la calidad del aire** que busca “reducir la concentración de contaminantes en el aire que afectan la salud y el ambiente” (p.58), mediante las intervenciones en fuentes móviles y fijas, y el mejoramiento de las estrategias de prevención, reducción y control de la contaminación del aire.

La Política se enfoca en proponer estrategias que reduzcan los niveles de contaminantes del aire, a través de un trabajo conjunto entre diferentes sectores del país, y acciones puntuales como la renovación del parque automotor, el mejoramiento en la calidad de los combustibles del país, la implementación de mejores técnicas en la industria, la optimización del procesamiento y divulgación de la información, el desarrollo científico e investigativo en el recurso aire y la gestión del riesgo asociada la contaminación de ésta matriz ambiental (DNP, 2018).

**Tabla 1.** Niveles máximos recomendables de contaminantes criterio en el aire OMS

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	20	Anual
	50	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	10	Anual
	25	24 horas
SO <sub>2</sub>	20	24 horas
	500	10 minutos
NO <sub>2</sub>	40	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas

Fuente: OMS (2005)

Tres objetivos específicos se plantean en la Política: (i) Acciones para la reducción de emisiones de fuentes móviles, (ii) Reducción de emisiones industriales, y (iii) Mejorar el acceso, calidad y oportunidad de la información sobre el recurso aire (emisiones e inmisión), así como la implementación de estrategias para la prevención, reducción y control de la contaminación misma (DNP, 2018).

La Resolución 2254 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017) adopta la norma de calidad de aire ambiental y dicta otras disposiciones. Esta Resolución ajusta los niveles máximos permisibles de contaminantes, define nuevos contaminantes y establece elementos técnicos para mejorar la gestión de la calidad del aire. Los niveles máximos permitidos para contaminantes criterio son los siguientes (tabla 2):

**Tabla 2.** Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire en Colombia

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	50	Anual
	100	24 horas
PM <sub>2.5</sub>	25	Anual
	50	24 horas
SO <sub>2</sub>	50	24 horas
	100	1 hora
NO <sub>2</sub>	60	Anual
	200	1 hora
O <sub>3</sub>	100	8 horas
CO	5000	8 horas
	35000	1 hora

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

Esta Resolución establece además nuevos límites máximos permisibles que buscan acercarse a los niveles de exposición recomendados por la OMS, los cuales entrarán en vigor desde el 01 de enero de 2030 (tabla 3).

**Tabla 3.** Niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire para el año 2030 – Normativa colombiana

Contaminante	Nivel máximo permisible ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tiempo de exposición
PM <sub>10</sub>	30	Anual
PM <sub>2.5</sub>	15	Anual
SO <sub>2</sub>	20	24 horas
NO <sub>2</sub>	40	Anual

Fuente: (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017)

### ***Reglamentación de calidad del agua***

En materia de agua deben considerarse las políticas y reglamentos del Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, pero también del Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio y del Ministerio de Salud. Este sector es muy reglado en Colombia y cuenta además con la CRA: Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico.

#### *Reglamentación gestión integral del recurso hídrico*

Colombia cuenta con una Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) que tiene por objeto: “Garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, mediante una gestión y un uso eficiente y eficaz, articulados al ordenamiento y uso del territorio y a la conservación de los ecosistemas que regulan la oferta hídrica, considerando el

agua como factor de desarrollo económico y de bienestar social, e implementando procesos de participación equitativa e incluyente” (p.96). Se destacan los siguientes Decretos y Resoluciones:

- El Decreto 3930 de 2010 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010) reglamenta los usos del agua y residuos líquidos.
- El Decreto 1076 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) es el decreto reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- La Resolución 0631 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015) establece los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público.
- La Resolución 957 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) adopta la



Guía Técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia.

- La Resolución 751 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018) adopta la Guía Técnica para la formulación de Planes de Ordenamiento del Recurso hídrico Continental Superficial- PORH.

### ***Reglamentación agua potable***

El CONPES 3918 (DNP, 2018) define una estrategia para la implementación de los ODS en Colombia. El documento CONPES 3810 (DNP, 2014) establece la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural que pretende “proveer el acceso al agua potable y saneamiento básico en las zonas rurales, a través de soluciones acordes con las características de dichas áreas que contribuyan al mejoramiento de las condiciones de vida de la población” (p.27). Entre las Resoluciones más importantes se tienen:

- La Resolución 330 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS).
- La Resolución 0844 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018) establece los requisitos técnicos para los proyectos de agua potable y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales.
- La Resolución 0571 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2019) reglamenta el plan de gestión para las personas prestadoras

de servicios de acueducto o alcantarillado que deseen acogerse a condiciones diferenciales en zonas rurales.

### ***Reglamentación calidad del agua***

- Decreto 1575 (Ministerio de la Protección Social, 2007), establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Resolución 811 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2008), define los lineamientos para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución.
- Resolución 082 (Ministerio de la Protección Social, 2009) conocida como Buenas Prácticas Sanitarias, adopta formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
- Resolución 4716 (Ministerio de la Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010), reglamenta el procedimiento para la elaboración de los Mapas de Riesgo de la calidad del agua para consumo humano.
- Resolución 549 (Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017), incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano.

- Resolución 2115 (Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007), señala características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano. Las características físicas y químicas que debe cumplir el agua potable en el país se presentan en las tablas 4 y 5. En esta Resolución se incluye también la definición y valores del IRCA (tabla 6).

El Instituto Nacional de Salud brinda la información de vigilancia de la calidad del agua para consumo humano, según la información registrada por las autoridades sanitarias departamentales en el SIVICAP.

Con esta información se construye el IRCA de la totalidad de los prestadores de la cabecera urbana y rural del servicio público de acueducto de los municipios y distritos.

**Tabla 4.** *Características físicas del agua potable*

<b>Características físicas</b>	<b>Expresadas como</b>	<b>Valor máximo aceptable</b>
Color aparente	Unidades de Platino Cobalto (UPC)	15
Olor y sabor	Aceptable o no aceptable	Aceptable
Turbiedad	Unidades Nefelométricas de turbiedad (UNT)	2

Fuente: (Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

**Tabla 5.** Características químicas del agua potable

Elementos, compuestos químicos y mezclas de compuestos químicos que tienen implicaciones sobre la salud	Expresados como	Valor máximo aceptable (mg/L)
Carbono orgánico total	COT	5
Nitritos	$NO_2^-$	0.1
Nitratos	$NO_3^-$	1
Fluoruros	F-	1

Fuente: (Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

**Tabla 6.** Clasificación de nivel de riesgo en salud según el IRCA

Clasificación IRCA (%)	Nivel de Riesgo	IRCA por muestra	IRCA mensual
80.1 – 100	Inviabile sanitariamente	Informar a la persona prestadora al COVE, alcalde, gobernador, SSPD, MPS, INS, MAVDT, Contraloría General y Procuraduría	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con la competencia de la persona prestadora, alcaldes, gobernadores y entidades del orden nacional.
35.1 – 80	Alto	Informar a la persona	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de acuerdo con la competencia de la persona prestadora, alcaldes y gobernadores respectivos.
14.1 – 35	Medio	Informar a la persona prestadora al COVE, alcalde, gobernador y SSPD	Agua no apta para consumo humano, gestión directa de la persona prestadora.
5.1 – 14	Bajo	Informar a la persona prestadora al COVE, alcalde, gobernador	Agua no apta para consumo humano, susceptible de mejoramiento.
0 – 5	Sin riesgo	Continuar el control y la vigilancia	Agua apta para consumo humano. Continuar la vigilancia.

Fuente: (Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2007)

### ***Reglamentación saneamiento básico***

El documento CONPES 3177 (DNP, 2002) establece acciones prioritarias y lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales

El documento CONPES Social 150 (DNP, 2012) define las metodologías oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia.

El CONPES 3934 (DNP, 2018) establece la política de Crecimiento Verde.

Por su parte, la Reglamentación de Saneamiento Básico ha sido presentada en Agua Potable. Se destacan:

- El documento CONPES 3810 (DNP, 2014) establece la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural.
- La Resolución 330 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) que adopta el RAS.

### ***Reglamentación residuos***

- Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 1997).
- El Decreto 1713 (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2002) Reglamenta la Gestión Integral de Residuos Sólidos.
- El documento CONPES 3530 (DNP, 2008) establece los lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el

marco de la gestión integral de residuos sólidos.

- Política de Producción y Consumo Sostenible (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2010).
- El documento CONPES 3810 (DNP, 2014) establece la política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en la zona rural.
- Decreto 1076 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015), Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible.
- La Resolución 330 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2017) que adopta el RAS.
- Decreto 2412 (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2018) incentivo frente al aprovechamiento de residuos sólidos.

### ***Reglamentación seguridad química***

El Perfil Nacional de sustancias químicas divulgado (López Arias et al., 2012), incluye un resumen de la situación actual de regulación de las sustancias químicas en atención a las diferentes etapas de su ciclo de vida. La tabla 7 ilustra el estado de la regulación jurídica desde la producción/importación de las sustancias químicas hasta su disposición final, para cada una de las categorías consideradas en el perfil nacional.

**Tabla 7.** Situación actual (2012) de la regulación de sustancias químicas en Colombia

Clase de sustancia química	Etapas de ciclo de vida						
	Importación	Producción	Almacenamiento	Trasporte	Distribución/ Mercadeo	Uso Manejo	Eliminación Disposición
<b>Sustancias químicas orgánicas</b>	RE (*)	RE (*)	RG	RG	RE (*)	RG	RG
<b>Sustancias químicas inorgánicas</b>	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
<b>Pinturas, barnices, tintas, colorantes y pigmentos</b>	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
<b>Abonos y fertilizantes</b>	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
<b>Plaguicidas de uso agrícola</b>	RE	RE	RE	RE	RE	RE	RE
<b>Productos derivados del petróleo</b>	RG	RG	RG	RG	RG	RG	RG
<b>Sustancias químicas de consumo público</b>	RG	RG	NR	NR	NR	NR	RE

RE: Reglamentación Específica RG: Reglamentación General / NR: No Reglamentado  
 (\*) Reglamentación específica referida únicamente a sustancias químicas contempladas en convenios o tratados internacionales firmados por Colombia, tales como el Convenio de Estocolmo, el Convenio de Rotterdam o el Protocolo de Montreal

**Tabla 8.** *Sustancias químicas prohibidas o severamente restringidas*

Nombre de la Sustancia	Nivel de la restricción	Norma	Detalle de la restricción y/o prohibición
Aldrín, BHC, Clordano, DDD, DDT, Dieldrín, Heptacloro, Heptacloro Epóxido, Melipax Isobenzan, Toxafeno y Endrín	Prohibición	Resolución 447 de 1974	Prohíbe el uso y venta de insecticidas clorados con destino al cultivo del tabaco.
Fungicidas a base de Mercurio	Restricción Severa	Resolución 2189 de 1974	Cancela los registros de los productos fungicidas de uso agrícola producidos a base de compuestos de Mercurio.
Phosvel	Restricción severa	Resolución 1042 de 1977	Cancela los registros de venta de plaguicidas a base de Leptophos (PHOSVEL).
Plaguicidas organoclorados	Prohibición	Resolución 209 de 1978	Prohíbe el uso de Plaguicidas Organoclorados en el cultivo del café.
Herbicidas base de 2, 4, 5-T y 2, 4, 5-TP.	Restricción severa	Resolución 749 de 1979	Cancela los registros de venta de los productos herbicidas a base de 2, 4, 5-T y 2, 4, 5-TP.
Dibromocloropropano (DBCP)	Prohibición	Resolución 243 de 1982	Prohíbe la producción, importación, y venta de los plaguicidas a base de Dibromocloropropano (DBCP), utilizados en el control de plagas del suelo.
Dibromuro de Etileno (EBD)	Prohibición	Resolución 1158 de 1985	Prohíbe la importación, producción y venta de los plaguicidas de uso agrícola que contengan el ingrediente activo Dibromuro de Etileno (EBD).
Endrin	Prohibición	Resolución 1849 de 1985	Prohíbe la importación, producción y venta de los insecticidas de uso agrícola que contengan el ingrediente activo Endrin.
DDT	Restricción Severa	Decreto 704 de 1986	Prohíbe el uso del DDT, sus derivados y compuestos a menos que se empleen en la ejecución de programas o campañas adelantadas o autorizadas por el Ministerio de Salud.
Insecticidas organoclorados que contengan los ingredientes activos: Aldrin, Heptacloro, Dieldrin, Clordano y Canfecloro en su composición	Prohibición	Resoluciones 366 de 1987 y 531, 540, 723, 724 y 874 de 1988	Cancelan las licencias de venta de los insecticidas organoclorados que contengan los ingredientes activos: Aldrin, Heptacloro, Dieldrin, Clordano y Canfecloro en su composición.

El Perfil Nacional divulgado en 2012 incluye un resumen de la situación actual de regulación de las sustancias químicas en atención a las diferentes etapas de su ciclo de vida. Así mismo, el perfil incluye una lista de sustancias químicas prohibidas para la época; algunas de las cuales se muestran en la tabla 8.

Con respecto a los Residuos Peligrosos (RESPEL), es partir del decreto 4741 de 2005 donde se establecen claramente los lineamientos de la prevención y manejo adecuado de los RESPEL y mediante la Resolución 1362 de 2007, se establecieron los requisitos y procedimientos para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos.

## Identificación de Indicadores

### *Indicadores de calidad de aire*

Los indicadores presentados en la tabla 9 se basan en las categorías del MFM, incluyen los indicadores evaluados en el estudio según la información disponible a nivel municipal.

**Tabla 9.** Indicadores según el MFM para el componente de calidad del aire

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Fuerza Motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Crecimiento demográfico Entorno de Desarrollo Urbanización y ruralidad Ingreso tributario Per cápita
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Calidad de Vida (IPM, viviendas inadecuadas, hacinamiento) Cobertura de servicios públicos (energía eléctrica y gas natural) Riesgo de desastres y cambio climático (incendios forestales, erupciones volcánicas, sequías) Clima Deforestación
Estado	Intermedio	Calidad del aire	Gases de efecto invernadero Contaminantes criterio Índice de calidad del aire Ecosistemas estratégicos (bosques)

<b>Categoría</b>	<b>Nivel Determinante</b>	<b>Tipo Determinante</b>	<b>Indicadores</b>
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Población urbana Población menor de 5 años expuesta Población mayor de 65 años expuesta Población vulnerable
Efecto	Intermedio	Servicios de Salud	Morbilidad y mortalidad por IRA en menores de 5 años Morbilidad por asma en menores de 5 años Incidencia de bajo peso al nacer Morbilidad y mortalidad por EPOC en mayores de 65 años Prevalencia de cáncer de pulmón en personas adultas mayores

### *Indicadores de calidad de agua*

Los indicadores presentados en la tabla 10 se basan en las categorías del MFM; consideran los indicadores evaluados en el estudio según la información disponible a nivel municipal.

**Tabla 10.** *Indicadores según el MFM para el componente de calidad del agua*

<b>Categoría</b>	<b>Nivel Determinante</b>	<b>Tipo Determinante</b>	<b>Indicadores</b>
Fuerza Motriz	Estructural	Políticas de servicios públicos	Crecimiento demográfico Entorno de desarrollo Urbanización y ruralidad
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Calidad de Vida (IPM, NBI, servicios inadecuados) Cobertura de acueducto Riesgos de desastres y cambio climático Clima Deforestación Conflictos de uso del suelo
Estado	Intermedio	Calidad del agua	Cuencas hidrográficas (oferta hídrica, regulación hídrica, vulnerabilidad hídrica) IRCA



Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Población rural Población menor de 5 años expuesta Población mayor de 65 años expuesta Población vulnerable
Efecto	Intermedio	Servicios de Salud	Morbilidad y mortalidad por EDA en menores de 5 años Morbilidad asociada al consumo de agua sin potabilización o tratada de manera inadecuada Prevalencia de cáncer de estómago

### ***Indicadores de saneamiento básico***

Los indicadores presentados en la tabla 11 se basan en las categorías del MFM; incluyen los indicadores evaluados en el estudio según la información disponible a nivel municipal.

### ***Indicadores de residuos***

Los indicadores consolidados en la tabla 12 incluyen las categorías del MFM y consideran las recomendaciones de la OMS y la OPS.

### ***Indicadores de seguridad química***

Los indicadores que se ilustran en la tabla 13 toman las categorías del MFM; incluyen los evaluados en el estudio según la información secundaria disponible.

**Tabla 11.** *Indicadores según el MFM para el componente de saneamiento básico*

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Fuerza Motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Crecimiento demográfico Entorno de desarrollo Urbanización y ruralidad
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Calidad de Vida (IPM, servicios Inadecuados) Cobertura alcantarillado Riesgos de desastres y cambio climático Clima

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Estado	Intermedio	Saneamiento básico	Usos del agua, índice de uso del agua Huella hídrica Cargas contaminantes superficiales Índices de alteración potencial de la calidad del agua
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Población rural Población menor de 5 años expuesta Población mayor de 65 años expuesta Población vulnerable
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Morbilidad y mortalidad por EDA en menores de 5 años Morbilidad asociada a la inadecuada disposición de aguas residual generada Morbilidad asociada a la falta de saneamiento básico

**Tabla 12.** Indicadores según el MFM para el componente de residuos sólidos

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Fuerza Motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Crecimiento demográfico Entorno de desarrollo Urbanización y ruralidad Ingreso tributario <i>per cápita</i>
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Calidad de vida Cobertura del servicio de aseo Cobertura de educación Clima
Estado	Intermedio	Saneamiento básico	Generación de residuos ordinarios Producción <i>per cápita</i> de residuos Caracterización de residuos Disposición de residuos Aprovechamiento de residuos
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Población rural Población menor de 5 años expuesta Población mayor de 65 años expuesta Población vulnerable

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Morbilidad y mortalidad por EDA en menores de 5 años Morbilidad asociada a la inadecuada disposición de residuos Morbilidad asociada a la falta de saneamiento básico

**Tabla 13.** Indicadores según el MFM para el componente seguridad química

Categoría	Nivel Determinante	Tipo Determinante	Indicadores
Fuerza Motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Crecimiento demográfico Entorno de desarrollo Urbanización y ruralidad Ingreso tributario <i>per cápita</i>
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Calidad de vida Cobertura del servicio de aseo Cobertura de educación Conflicto de uso del suelo (minería; sobreutilización) Agroquímicos
Estado	Intermedio	RESPEL	Generación de residuos peligrosos Corrientes de RESPEL Manejo de RESPEL
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Población rural Población menor de 5 años expuesta Población mayor de 65 años expuesta Población vulnerable
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Morbilidad y mortalidad por cáncer

## 5. Monitoreo de indicadores

Con base en las estadísticas nacionales, departamentales y municipales, se realizó la compilación de los indicadores propuestos. La mayoría de estos indicadores se compilan de manera anual, por lo cual se sugiere esta frecuencia de medición. Tomar indicadores estandarizados a nivel nacional facilita, además, la comparación entre municipios y aunar acciones en torno a logros comunes que no son sólo del contexto municipal, sino también departamental y nacional.

## 6. Análisis de la información

El análisis de la información depende de la calidad y la disponibilidad de los datos e indicadores seleccionados para el análisis. Por tanto, se debe priorizar la compilación de la información que se requiera para el análisis de los eventos de interés en salud ambiental seleccionados en cada territorio. En este documento se presenta un análisis comparativo por municipios, empleando SIG. Este tipo de análisis resulta apropiado para la comparación de estadísticas entre departamentos a nivel nacional y entre municipio a nivel departamental. A escala municipal se sugiere un análisis temporal del indicador, con frecuencia anual, que permita evidenciar tendencias y sirva como herramienta para la rendición de cuentas.

## 7. Elaboración del plan de acción

Según lo plantea el Ministerio de Salud y Protección Social y la OPS (2014), los equipos técnicos de salud ambiental de las Direcciones

Territoriales de Salud (DTS), los Consejos Territoriales de Salud Ambiental (COTSA), los Comités de Vigilancia Epidemiológica (COVE) y los tomadores de decisión del nivel nacional, departamental o municipal podrían emplear la metodología del MFM para plantear acciones de intervención.

Se requiere una buena gestión sectorial y transectorial, el logro de voluntades políticas locales y regionales para la definición de acciones integrales que consideren los órdenes o niveles de los determinantes: estructural, intermedio y proximal (Minsalud y OPS, 2014).

La aplicación sistemática del modelo permitirá definir planes de acción en el corto, mediano y largo plazo para modificar los determinantes, de tal manera que se pueda influir sobre las fuerzas motrices, presiones y estados; no obstante, dadas las características del modelo de desarrollo colombiano, en la mayoría de los casos se requiere la intervención del nivel nacional.

Finalmente, para la definición del plan de acción y su implementación se deben considerar los seis enfoques propuestos en el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP):

**1. Enfoque de derechos:** Reconoce la salud como un derecho, este enfoque se expresa así: “El enfoque de derechos implica la necesidad de informar y promover un diálogo público respetuoso, que incluya diferentes perspectivas jurídicas, ideológicas y éticas que permitan el reconocimiento de sí mismos y del otro como sujeto de derechos, a fin de promover y permitir el disfrute de una gama de facilidades, bienes, servicios y condiciones necesarios para alcanzar el más alto nivel posible de salud, no solo en función de una atención en salud oportuna y apropiada sino también en el desarrollo y promoción de los

principales Determinantes Sociales de la Salud (...)” (p. 39).

**2. Enfoque diferencial:** Asume que las personas son sujetos de derecho al reconocérseles su condición y posición en la sociedad colombiana. Dada la diversidad de individuos y grupos, es necesario hacer evidente las inequidades y trabajar sobre ellas para avanzar hacia el ejercicio pleno de los derechos. Este enfoque se plantea así: “el enfoque diferencial supone una organización de las acciones y programas que dan cuenta de la garantía de la igualdad, la equidad y la no discriminación” (PDSP, p. 42).

**3. Enfoque de ciclo de vida:** Permite entender la vulnerabilidad a la que se expone un grupo social en razón de su edad y a los roles que de allí se derivan, pero también ofrece la posibilidad de identificar las potencialidades de esa condición.

**4. Enfoque de género:** Brinda la posibilidad de identificar la valoración que una sociedad hace de las mujeres y los hombres, y de entender cómo esa valoración es construida histórica y culturalmente, lo que significa que puede cambiar de un contexto a otro. Analiza las relaciones de poder, tanto en el espacio privado como en el espacio público y, por tanto, permite identificar niveles de actuación para ello. Dos ejemplos del enfoque de género presentados en el PDSP son la violencia, basada en género, vista como un determinante social de la salud de las mujeres y la construcción de la masculinidad como una limitante para el autocuidado de la salud en los hombres.

**5. Enfoque étnico:** Permite identificar grupos con “identidades diferenciadas entorno

a elementos seleccionados o “marcas étnicas” que tienen un contenido simbólico, tales como mitos, ancestros u orígenes comunes, religión, territorio, memorias de un pasado colectivo, vestimenta, lenguaje o, inclusive, rasgos físicos como el color de la piel, tipo de pelo o forma de los ojos” (PDSP, p. 49). El enfoque diferencial considera además poblaciones de especial vulnerabilidad como la población desplazada o con discapacidad.

**6. Enfoque poblacional:** busca “identificar, comprender y tomar en consideración las relaciones entre la dinámica demográfica y los aspectos ambientales, sociales y económicos de competencia de los territorios” (PDSP, p. 51)

☞ Indicadores de fuerza motriz

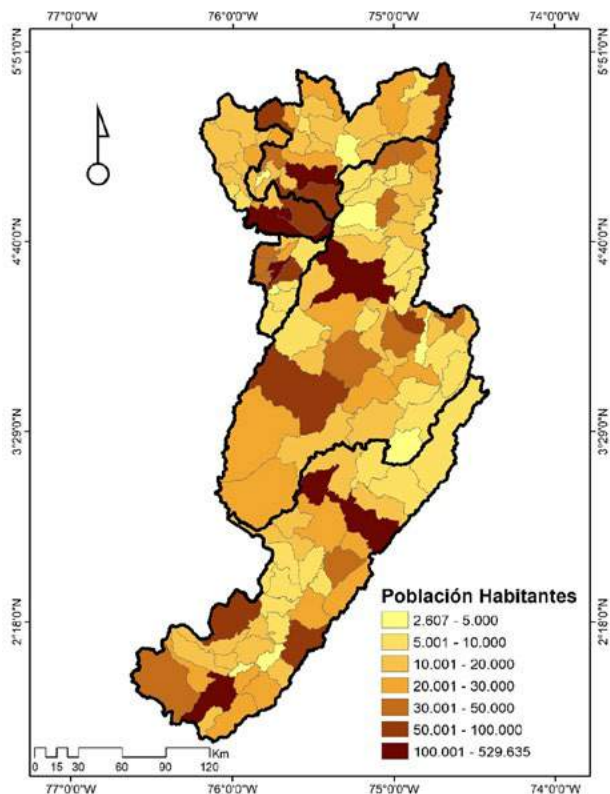
## Crecimiento demográfico

---

De acuerdo con las estadísticas oficiales del DANE, la tabla 14 resume los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 (CNPV 2018) y del Censo General del 2005 (CG 2005); en los 5 departamentos de la región central de Colombia objeto de análisis, para el 2018, se tiene un total de 4511020 habitantes, en comparación con 4590627 censados en el 2005.

Sólo se reportó crecimiento demográfico en Caldas (2,8%) y Huila (0,8%); los demás departamentos presentaron decrecimiento en sus poblaciones: Quindío (-1,7%), Risaralda (-2,3%) y Tolima (-6,4%). A escala municipal, la figura 11 resume la población municipal total y en la cabecera, según el CNPV 2018.

**Figura 11.** Población municipal según CNPV 2018.



Fuente: Adaptación DANE (2019)

El análisis comparativo de los indicadores demográficos por género para el país y los departamentos analizados se compila en la tabla 15, según los resultados de los Censos 2018 y 2005. En términos generales, no se presentan diferencias significativas en la composición por género.



**Tabla 14.** Censo de Población para los departamentos evaluados

Departamento	Población, habitantes CNP2018	Población, habitantes CG 2005
Caldas	923.472	898.490
Huila	1.009.548	1.001.476
Quindío	509.640	518.691
Risaralda	839.597	859.666
Tolima	1.228.763	1.312.304
Subtotales	4.511.020	4.590.627

Fuente: Adaptación de DANE (2019)

**Tabla 15.** Indicadores demográficos por género CNPV 2018 y CG 2005

Unidad Administrativa	% Hombres		% Mujeres	
	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Colombia	48,8	49,0	51,2	51,0
Caldas	48,5	48,8	51,5	51,2
Huila	49,9	50,1	50,1	49,9
Quindío	48,2	48,8	51,8	51,2
Risaralda	47,8	48,7	52,2	51,3
Tolima	49,6	49,7	50,4	50,3

Fuente: Adaptación de DANE (2019)

## Categorización de municipios

En Colombia, los municipios se clasifican en categorías de 1 a 6 y categoría especial de acuerdo con su número de habitantes y sus Ingresos Corrientes de Libre Destinación (ICLD), de acuerdo con las categorías establecidas en la Ley 617 de 2000 (tabla 16).

**Tabla 16.** *Categorización de municipios en Colombia*

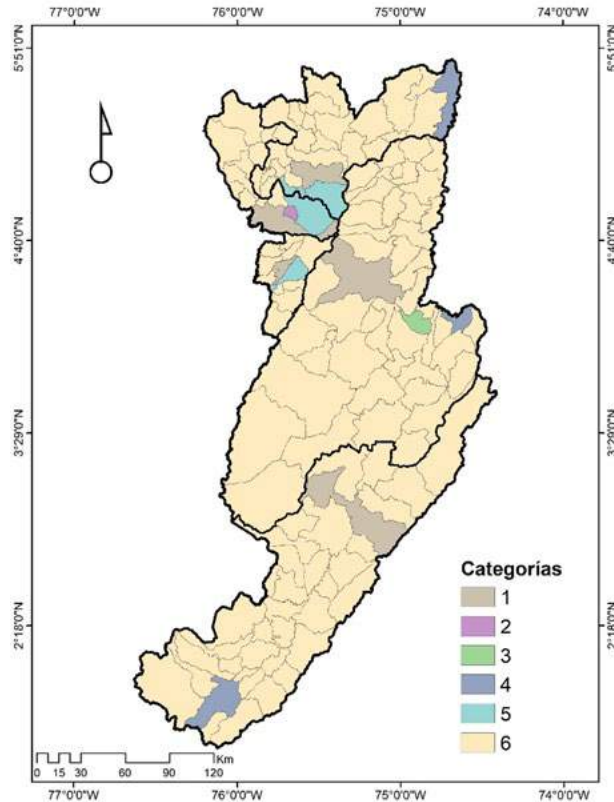
Categoría	Población	ICLD (Salarios mínimos legales vigentes)
Especial	>500.001	>400.000
1	100.001 - 500.000	100.000 - 400.000
2	50.001 - 100.000	50.000 - 100.000
3	30.001 - 50.000	30.000 - 50.000
4	20.001 - 30.000	25.000 - 30.000
5	10.001 - 20.000	15.000 - 25.000
6	≤10.000	< 15.000

Fuente: Adaptación de la Ley 617 de 2000 (Congreso de Colombia, 2000)

Para los municipios de la región central de Colombia analizada, la figura 12 representa la categorización según el reporte de la Contaduría General de la Nación (2020). Las capitales departamentales pertenecen a la Categoría 1; un municipio, Dosquebradas (Risaralda), está en la categoría 2; un municipio, Espinal (Tolima) en categoría 3; tres municipios, La Dorada (Caldas), Pitalito (Huila), Melgar (Tolima), en categoría 4; cuatro municipios en categoría 5, Chinchiná y Villamaría (Caldas), Calarcá (Quindío) y Santa Rosa de Cabal (Risaralda); el resto, 123 municipios, son de categoría 6.

Los estudios del Departamento Administrativo de la Función Pública (2013) arrojan escenarios de alerta y concluyen en un llamado inminente de carácter interinstitucional para realizar una efectiva asistencia técnica a los municipios de categoría 6, con el fin de fortalecer su capacidad institucional.

Figura 12. Categorización de municipios.



Fuente: Adaptación de Contaduría General de la Nación (2020)

## Tipología municipal y entorno de desarrollo

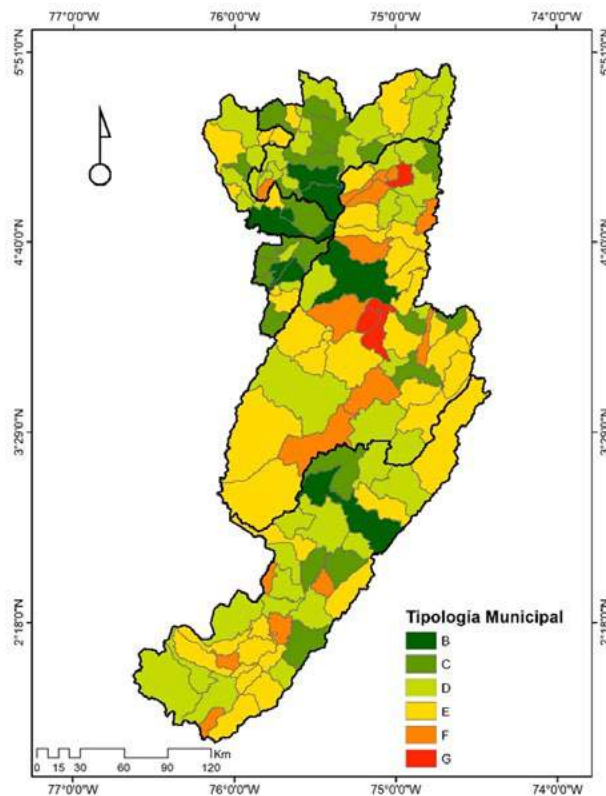
El DNP (2015) presenta una tipología municipal construida con base en 6 dimensiones: 1. Urbana, 2. Económica, 3. Calidad de Vida, 4. Ambiental, 5. Seguridad, 6. Institucional.

A y B representan los municipios con un entorno de desarrollo favorable o robusto; C, D y E, los municipios con una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo; y, F y G los municipios con un entorno de desarrollo incipiente. Dentro de los 3 grupos también se percibe mayor favorabilidad

en el entorno de desarrollo en los municipios que tienen una tipología calificada con una letra más cercana a la A en el orden del alfabeto.

La figura 13 presenta el análisis de tipología municipal de acuerdo con la clasificación del DNP (2016). Ninguno de los municipios está en A; las 5 capitales y 3 municipios están en B; 5 capitales y 3 municipios están en B; 23 municipios están en C; 47, en D; 41, en E; 15, en F; y 3, en G.

**Figura 13.** *Tipología municipal.*



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

El DNP (2016) plantea una serie de indicadores para el análisis de las diferentes dimensiones: Urbana, Económica, Calidad de Vida, Ambiental, Seguridad e Institucional.

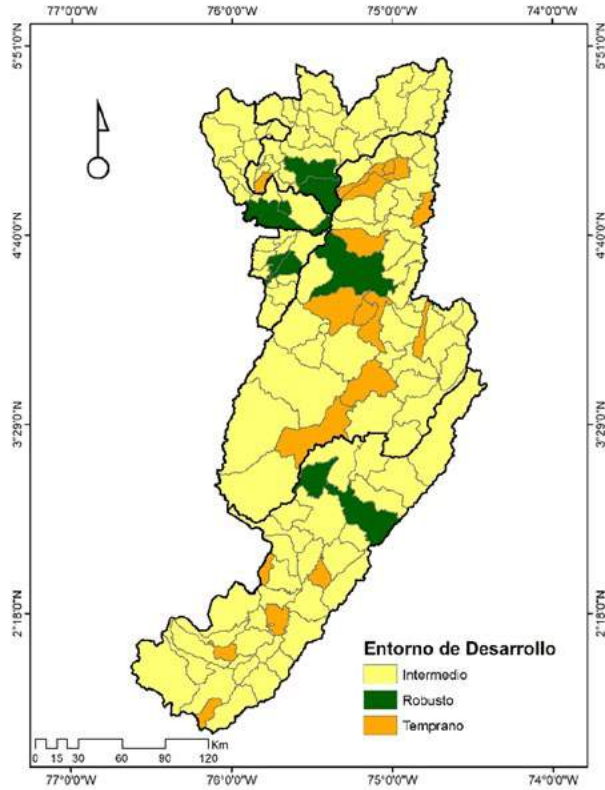
A partir de estos indicadores se construye el análisis del entorno del desarrollo que se esquematiza para la zona de estudio en la figura 14. Con base en la tipología del DNP (2016), A y B representan los municipios con un entorno de desarrollo favorable o robusto; C, D y E, los municipios con una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo; y F y G, los municipios con un entorno de desarrollo temprano. Dentro de los tres grupos también se percibe mayor favorabilidad en el entorno de desarrollo en los municipios que tienen una tipología calificada con una letra más cercana a la A en el orden del alfabeto. Para los municipios analizados, 8 tienen un desarrollo Robusto, 111 municipios están en el entorno de desarrollo intermedio; mientras que 18 tienen un entorno de desarrollo temprano.

## Ingreso tributario per cápita

---

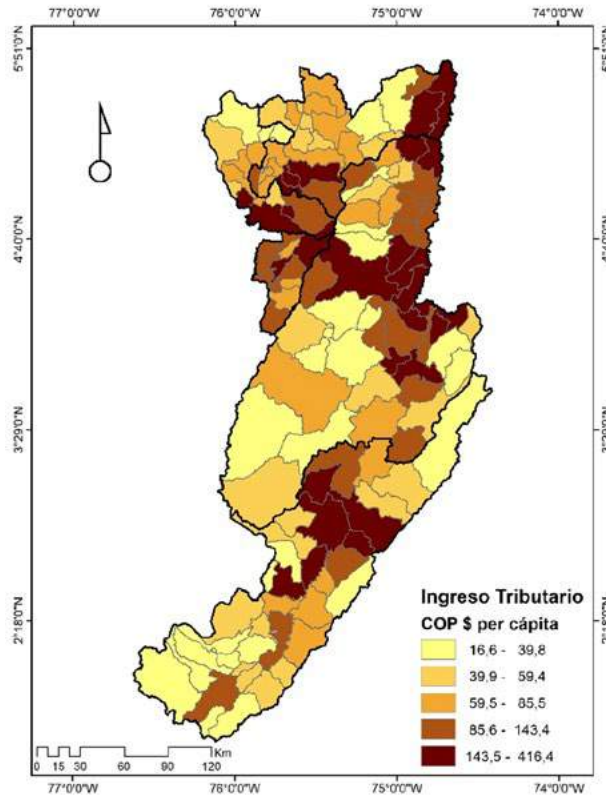
De acuerdo con el DNP (2016), se estima como el ingreso tributario total anual, expresado en millones de pesos corrientes, dividido por el número de habitantes en el municipio. La figura 15 presenta la distribución de este ingreso a nivel municipal por cuantiles.

Figura 14. Indicadores del entorno de desarrollo.



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

**Figura 15.** Ingreso tributario per cápita anual en millones de pesos.



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

## Urbanización y ruralidad

El DNP (2016) define la categoría de ruralidad tomando los insumos de la misión rural; los municipios se clasifican en rural disperso, rural, intermedios, y ciudades y aglomeraciones. En la definición de categorías de ruralidad (DNP, 2014) se tienen:

- **Rural disperso:** Corresponde a municipios y Áreas No Municipalizadas (ANM) que tienen cabeceras pequeñas y una densidad poblacional

baja, menos de 50 hab/km<sup>2</sup>. Para la región evaluada, 27 municipios se ubican en esta categoría.

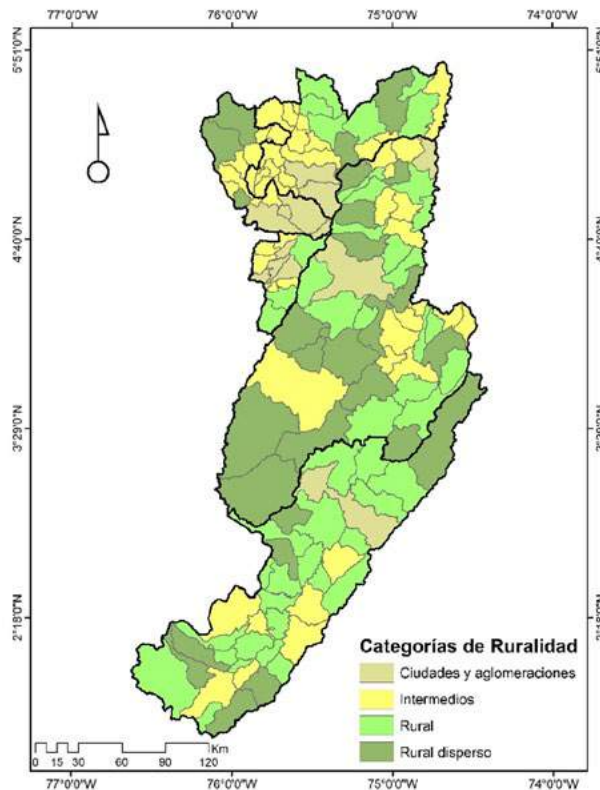
- **Rural:** Agrupa a los municipios que tienen cabeceras de menos de 25 mil habitantes y presentan densidades poblacionales intermedias, entre 10 hab/km<sup>2</sup> y 100 hab/km<sup>2</sup>. En la región analizada, 47 municipios se categorizan como rurales.
- **Municipios intermedios:** Se caracterizan por tener entre 25 mil y 100 mil habitantes

en la cabecera o que, a pesar de tener cabeceras menores, presentan alta densidad poblacional, más de 10 hab/km<sup>2</sup>. Para la región analizada, 51 municipios son intermedios.

- **Ciudades y aglomeraciones:** Identificadas en el sistema de ciudades (DNP, 2014). 12 municipios están categorizados en este sistema.

La figura 16 presenta los indicadores de ruralidad para la zona de estudio con base en el análisis del DNP (2016).

**Figura 16.** *Indicadores del entorno de desarrollo.*



Fuente: Adaptación de DNP (2016)



## ☞ Indicadores de presión

## Calidad de vida

---

### Índice de pobreza multidimensional

Diferentes indicadores se han empleado para el análisis de calidad de vida. El DNP (2016) la evalúa mediante el análisis de pobreza multidimensional, calculada con el Índice de Pobreza Multidimensional (IPM), que mide los hogares con privaciones en 5 dimensiones básicas de bienestar: 1) condiciones educativas del hogar, 2) condiciones de la niñez y juventud, 3) trabajo, 4) salud, y 5) servicios públicos domiciliarios y vivienda.

La noción multidimensional define la pobreza como (DNP, 2017, p.1): “la ausencia de oportunidades o de acceso a unos mínimos de capacidades necesarios para el desarrollo de cada persona”; desde este punto de vista se basa el enfoque de desarrollo de Sen (2000). Las variables del IPM son más susceptibles de ser modificadas de forma directa por políticas públicas de inclusión y protección social (Angulo & Gómez, 2014).

La Medida de Pobreza Multidimensional Municipal del DANE (2020) integra las 5 dimensiones y diferentes indicadores así: La

dimensión de condiciones educativas del hogar integra dos indicadores: bajo logro educativo y analfabetismo. La dimensión condiciones de la niñez y la juventud integra los indicadores: inasistencia escolar, rezago escolar, barreras de acceso a servicios para el cuidado de la primera infancia y trabajo infantil. La dimensión de trabajo integra los indicadores: tasa de dependencia económica y trabajo informal. La dimensión de salud integra los indicadores: sin aseguramiento a salud y barreras de acceso a servicios de salud. La dimensión condiciones de la vivienda y acceso a servicios públicos domiciliarios integra los indicadores: sin acceso a fuente de agua mejorada, inadecuada eliminación de excretas, material de pisos inadecuados, material de paredes exteriores inadecuado y hacinamiento crítico. La Medida de Pobreza Multidimensional Municipal de Fuente Censal considera en situación de pobreza los hogares que tengan privación en por lo menos el 33,3% de los indicadores (DANE, 2020).

La figura 17 ilustra el IPM, división por cuantiles, para los municipios objeto de análisis, según lo reportado por el DNP (2016) y el DANE (2020).

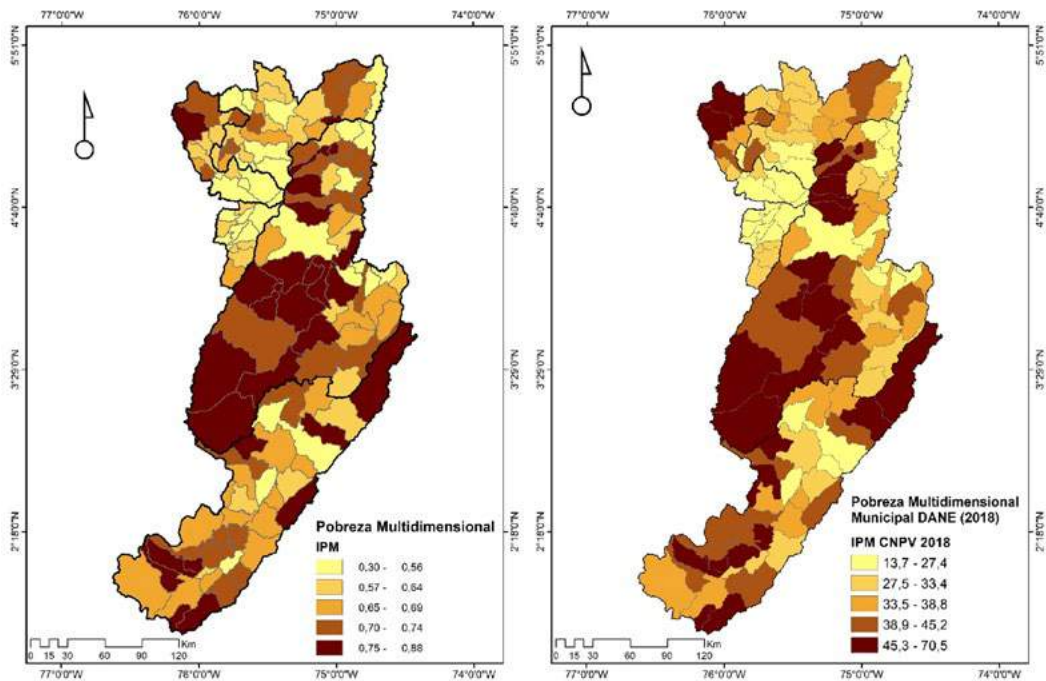
Los municipios con un IPM mayor o igual 0,75, por departamento, según DNP (2016) fueron: En Caldas: Marquetalia; en Huila:

Acevedo, Algeciras, Colombia, Isnos, Oporapa, Palestina, Saladoblanco, Santa María, Tello; en Risaralda: Pueblo Rico; en Tolima: Anzoátegui, Ataco, Casabianca, Coello, Coyaima, Guamo, Murillo, Ortega. Palocabildo, Planadas, Rioblanco, Roncesvalles, San Antonio y Valle de San Juan.

Por otra parte, los municipios con Pobreza Multidimensional Municipal según CNPV (2018), por encima del percentil 75 para la

región que corresponde a 42,1, fueron: En Huila: Acevedo, Agrado, Algeciras, Baraya, Colombia, Guadalupe, Íquira, Isnos, La Argentina, La Plata, Nátaga, Oporapa, Palestina, Pital, Saladoblanco, Santa María, Tarqui, Tello; en Risaralda: Mistrató y Pueblo Rico; en Tolima: Anzoátegui, Ataco, Casabianca, Coyaima, Herveo, Murillo, Ortega, Palocabildo, Planadas, Rioblanco, Rovira, San Antonio, Santa Isabel, Villahermosa.

Figura 17. Índice de pobreza multidimensional.



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

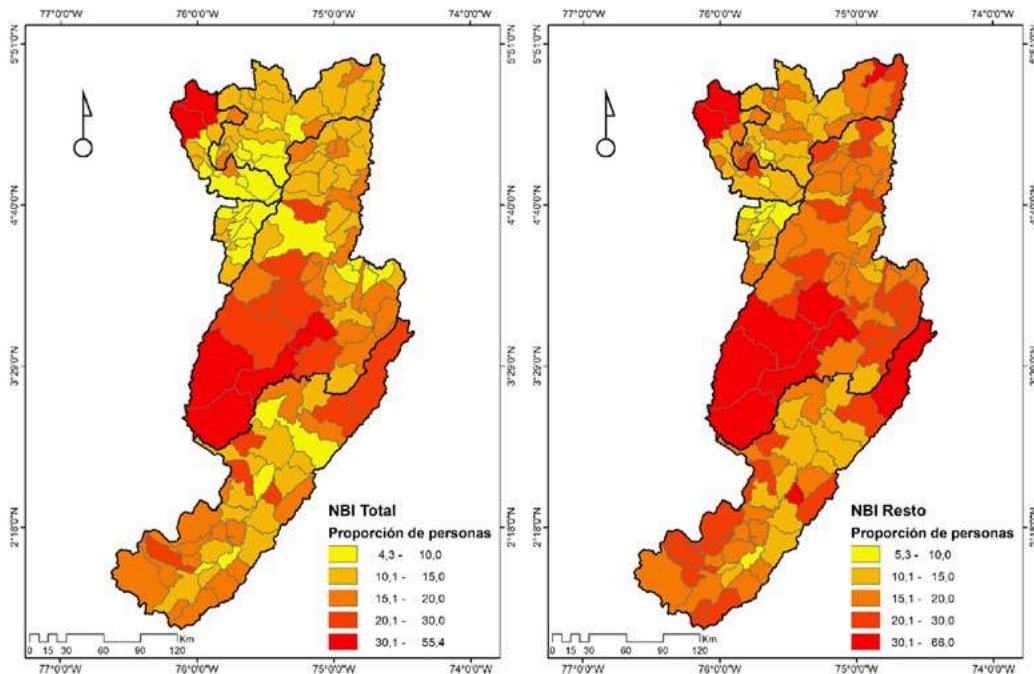
### Necesidades básicas insatisfechas

De acuerdo con el DANE (2018), con esta metodología se identifica si las necesidades básicas de la población están cubiertas. Para tal efecto, considera los siguientes indicadores: Viviendas inadecuadas, Viviendas con hacinamiento crítico, Viviendas con servicios inadecuados, Viviendas con alta dependencia económica, Viviendas con niños en edad escolar que no asisten a la escuela.

Colombia registró 14,14% en proporción de personas con Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), especialmente alto por el componente

de vivienda y de dependencia económica. Los departamentos del Eje Cafetero se posicionan en el top con menor proporción de personas con NBI: Caldas (8,91%), Risaralda (8,14%) y Quindío (6,73%); mientras los demás departamentos analizados están por debajo de la media nacional: Huila (12,68%) y Tolima (12,06%). El análisis del NBI municipal total y rural se consolida en la figura 17; mientras que el consolidado departamental se sintetiza en la Tabla 18. Los municipios con una proporción de personas en NBI, por encima del 30% son: Ataco, Coyaima, Planadas y Rioblanco (Tolima) y Mistrató y Pueblo Rico (Risaralda).

**Figura 18.** *Necesidades básicas insatisfechas, total y resto.*



Fuente: Adaptación de DANE (2018)

### Proporción de personas en miseria

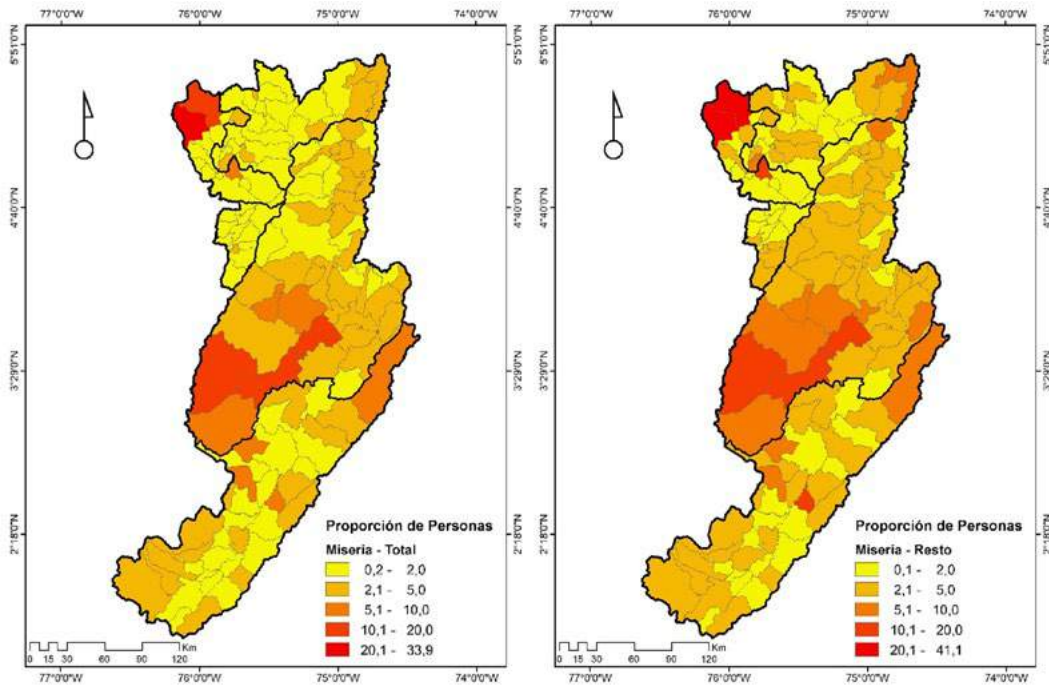
Dado que cada uno de los indicadores se refiere a necesidades básicas de diferente tipo, el DANE (2018), para el cálculo del NBI, clasifica en situación de miseria los hogares que tengan dos o más de los indicadores simples de necesidades básicas insatisfechas. Para los municipios evaluados el análisis de los indicadores se presenta en la figura 19, se incluye el análisis del contexto rural. Los municipios con una proporción de personas en miseria, mayor al 10%, son: Ataco, Coyaima y Rioblanco (Tolima), y Mistrató y Pueblo Rico (Risaralda).

**Tabla 17.** Necesidades básicas insatisfechas

Departamento	Necesidades Básicas Insatisfechas por Categorías %						
	Prop de Personas en NBI (%)	Prop de Personas en miseria	Componente vivienda	Componente Servicios	Componente Hacinamiento	Componente Inasistencia	Componente dependencia económica
<b>Caldas</b>	8,91	1,52	1,74	1,55	2,04	1,21	4,34
<b>Huila</b>	12,68	1,93	4,02	1,70	2,68	1,39	5,14
<b>Quindío</b>	6,73	0,67	1,14	0,34	1,33	1,41	3,30
<b>Risaralda</b>	8,14	1,66	0,82	1,25	2,40	1,77	4,18
<b>Tolima</b>	12,06	2,18	3,26	1,61	3,42	1,84	4,57
<b>Total Nacional</b>	14,13	3,74	5,31	3,58	4,06	1,91	4,37

Fuente: Adaptación de DANE (2018)

**Figura 19.** *Proporción de personas en miseria, total y resto*



Fuente: Adaptación de DANE (2018)

### **Viviendas inadecuadas**

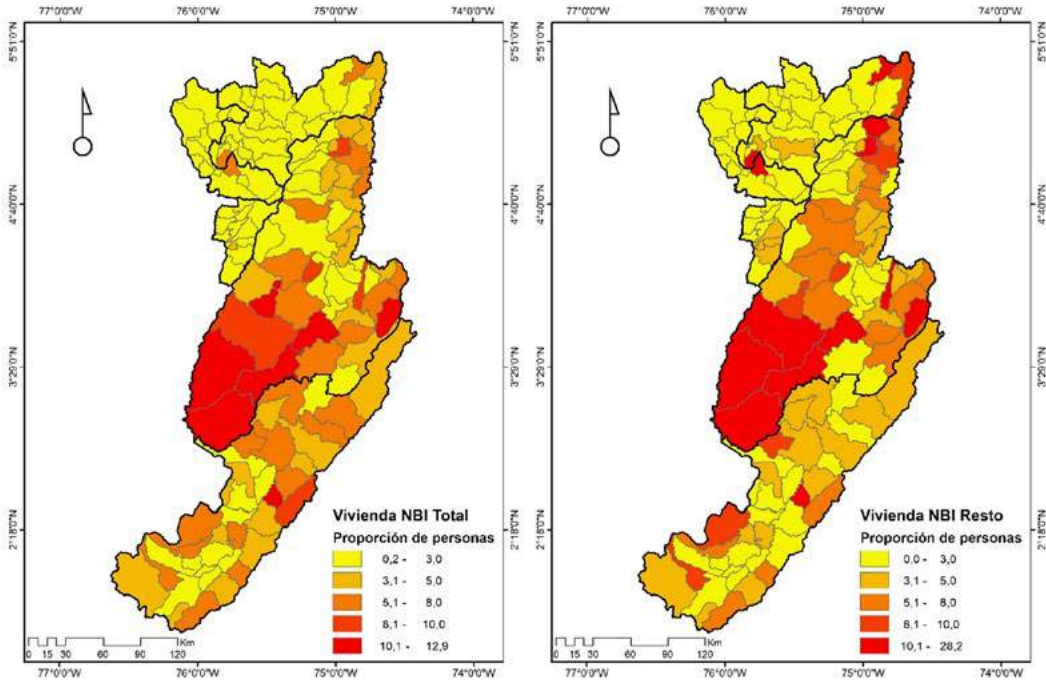
El DANE, en el análisis del NBI del componente de vivienda, establece las viviendas inadecuadas con diferencias en el entorno urbano y rural. En las primeras comprende viviendas sin paredes, con paredes de tela, piso de tierra, refugios naturales, puentes. En las segundas, considera las mismas categorías pero anota que, en relación con los materiales de piso y paredes, sólo se consideran en esta situación aquellas que tuvieran un material semipermanente o percedero (bahareque, guadua, caña o madera) que simultáneamente tengan pisos de tierra.

El DNP (2016) considera este indicador como el déficit de vivienda cuantitativo. Para los 5 departamentos evaluados, se evidencian brechas en este indicador en 47 municipios. El DNP (2016) estima los niveles de

esfuerzo para el cierre de estas brechas y concluye que son medio bajos para estos municipios.

El análisis del componente de vivienda del NBI para los municipios objeto de análisis se ilustra en la figura 20, para el total municipal y para las zonas rurales. Los municipios con una proporción de personas con viviendas inadecuadas, mayor al 10% son: Ataco, Coyaima, Planadas, Rioblanco, San Antonio y Villarica en Tolima; Hobo en Huila. En el contexto rural, el número total de municipio con NBI en vivienda mayor al 10% ascienden a 13.

**Figura 20.** NBI componente vivienda.



Fuente: Adaptación de DANE (2018)



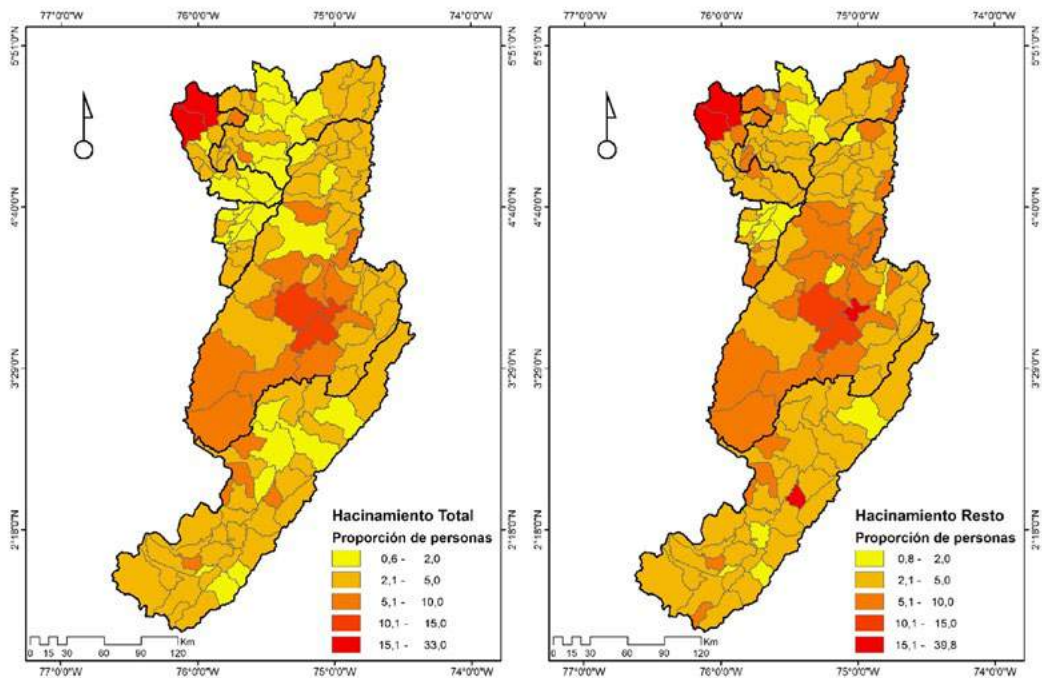
## Hacinamiento

Según el DANE, se presenta hacinamiento crítico cuando hay más de tres personas por cuarto, incluyendo en estos todas las habitaciones con excepción de cocinas, baños y garajes.

El DNP (2016) considera este indicador como el déficit de vivienda cualitativo. Se evidencian brechas en este indicador en 97 municipios. Los niveles de esfuerzo para el cierre de estas brechas estimados por el DNP (2016) son: Altos en Acevedo y Colombia (Huila); Medio Altos en 51 municipios y Medio Bajos en 47.

El análisis del Componente hacinamiento NBI para los municipios objeto de análisis se presenta en la figura 21. Los municipios Hacinamiento mayor al 15% son: Misstrató y Pueblo Rico en Risaralda. En el contexto rural, además de los anteriores, se incluyen: Hobo (Huila) y Saldaña (Tolima).

Figura 21. NBI componente hacinamiento.



Fuente: Adaptación de DANE (2018)



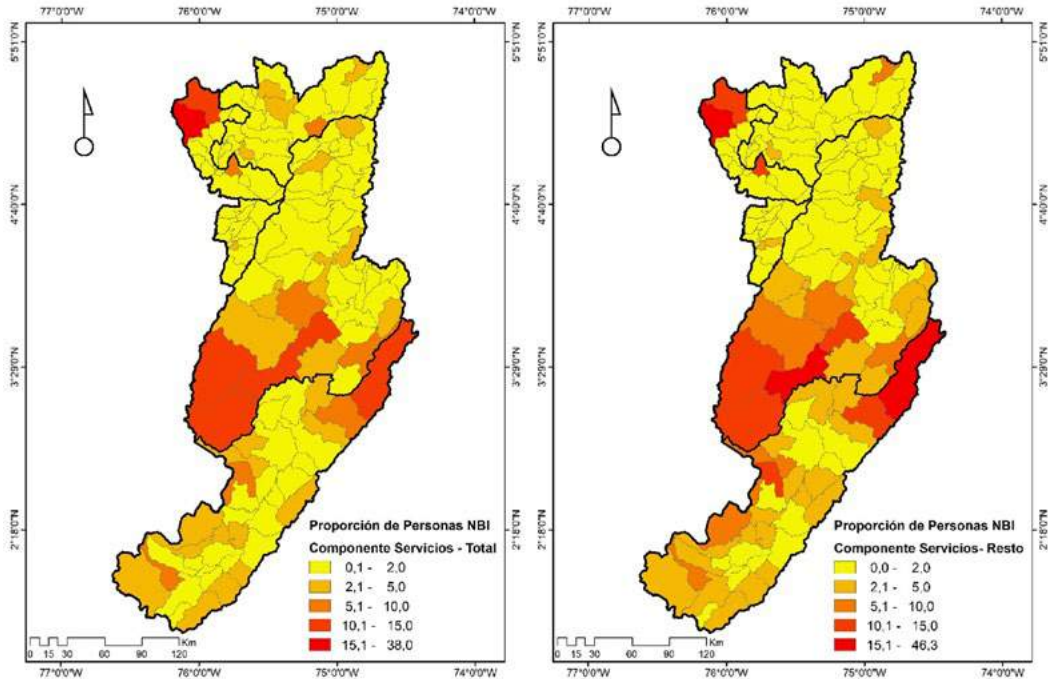
## Servicios inadecuados

El DANE, en la metodología de cálculo del NBI, establece diferencias por zona para el cálculo del componente servicios, así:

- Zona Urbana: Carencia de servicios sanitarios o carencia de acueducto y aprovisionamiento de agua de río, nacimiento, carro tanque o de lluvia.
- Zona rural: Carencia de servicios sanitarios y de acueducto que se aprovisionan de agua de río, nacimiento o lluvia.

El análisis del componente servicios del NBI para los municipios objeto de análisis se presenta en la figura 22. Los municipios con NBI en servicios mayor al 10% son: Ataco, Planadas, Río Blanco en Tolima; Colombia en Huila; Mistrató y Pueblo Rico en Risaralda.

Figura 22. NBI componente servicios.



Fuente: Adaptación de DANE (2018)

## Cobertura de servicios públicos

### Cobertura del servicio de acueducto

De acuerdo con el DANE (2018), según los resultados del Censo Nacional de población y vivienda, existen 14243223 hogares a nivel nacional, de los cuales el 86,4% cuentan con servicio de acueducto de agua potable.

El DNP (2016) analiza la cobertura de acueducto y define brechas en este indicador con base en las metas departamentales. Para la región analizada, se encuentran brechas en 89 municipios. En relación con estas brechas, el

DNP (2016) estima los niveles de esfuerzo para su cierre; para los municipios evaluados, son: Altos, en 1 municipio (Acevedo, Huila); Medio Altos, en 22; y Medio Bajos, en 66 municipios.

El análisis comparativo de la cobertura de acueducto, según lo reportado en los últimos censos, se muestra en la tabla 18, la cual no evidencia avance sustancial en materia de cobertura. Considerando la información del CNPV 2018, el promedio de la cobertura es de 89,97% en total, 98,12% para el área urbana y 65,73% para el área rural. Las Brechas en cobertura en la ruralidad son del 32,29%, en promedio.

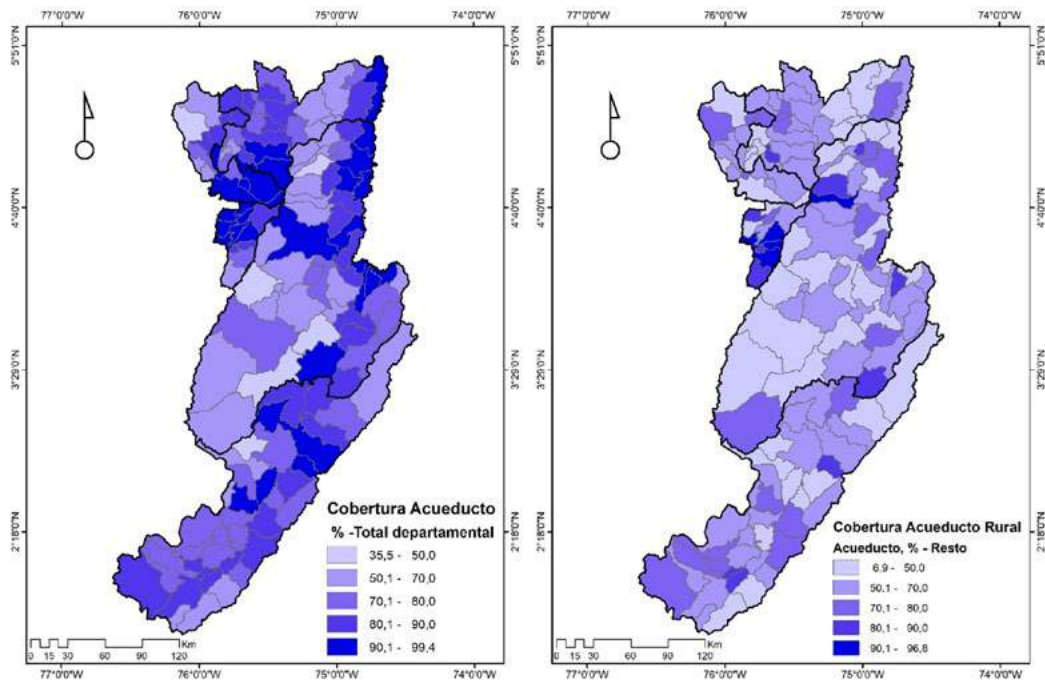
**Tabla 18.** Cobertura de acueducto

Entidad	Cobertura Acueducto, %		Cobertura Urbana, %	Cobertura Rural, %	Brecha Urbano/rural
	CN 2005	CNPV 2018	CNPV 2018	CNPV 2018	
Colombia	83,40	86,38	97,60	51,63	45,97
Caldas	88,70	88,75	95,96	59,10	36,86
Huila	80,80	85,13	98,00	62,92	35,08
Quindío	96,70	97,16	98,91	84,47	14,44
Risaralda	93,20	93,94	99,30	72,07	27,23
Tolima	81,50	84,88	98,45	50,11	48,34

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

La cobertura del servicio de acueducto en los municipios analizados se muestra en la figura 23, considerando todo el municipio y el contexto rural. Los municipios con una cobertura menor al 50% en materia de acueducto son: Santa María (Huila); Pueblo Rico (Risaralda); Ataco, Coyaima, Roncesvalles (Tolima). En el contexto rural, 43 municipios tienen coberturas inferiores al 50%.

**Figura 23.** Cobertura del servicio de acueducto CNPV2018.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

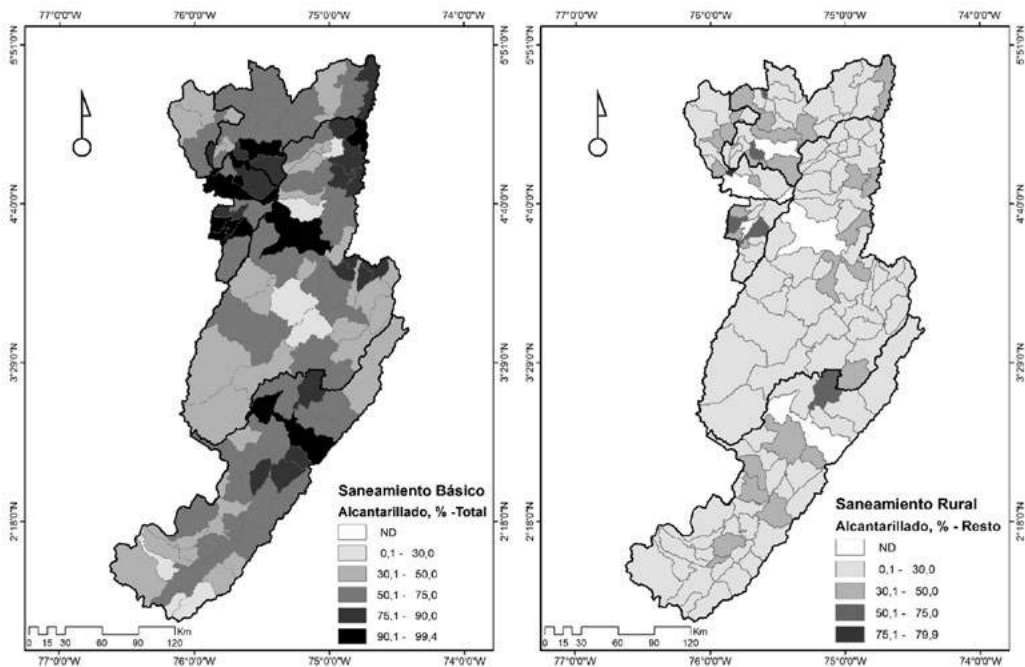
El CN 2005 realizó la evaluación de la cobertura con enfoque étnico diferencial; para los municipios evaluados, la cobertura promedio en comunidades indígenas fue 65,28%; mientras que en territorios de afrodescendientes fue 79%.

### Cobertura del servicio de alcantarillado

Según los resultados del Censo Nacional de Población y Vivienda (DANE, 2018), de los hogares censados a nivel nacional, 14243223 (76,6%) cuentan con servicio de alcantarillado, vinculado con servicio de tratamiento de aguas residuales.

El análisis comparativo de la cobertura de alcantarillado, según lo reportado en los últimos censos, se presenta en la tabla 19; tampoco se evidencia avance representativo en esta materia. Considerando la información del CNPV 2018, el promedio de la cobertura es de 80,88% en total, 97,36% para el área urbana y 29,70% para la rural. Las brechas en cobertura en la ruralidad son del 67,66%, en promedio. la cobertura del servicio de alcantarillado en los municipios analizizados se muestra en la figura 24; en total, los siguientes municipios tienen coberturas menores del 30%: En Huila: Acevedo, Isnos y Palestina; en Tolima: Armero, Cunday, Flandes y Palocabildo. En el contexto rural, 98 municipios tienen coberturas menores del 30%; no se registra información para las ciudades capitales.

**Figura 24.** Cobertura del servicio de alcantarillado.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Tabla 19. Cobertura de alcantarillado

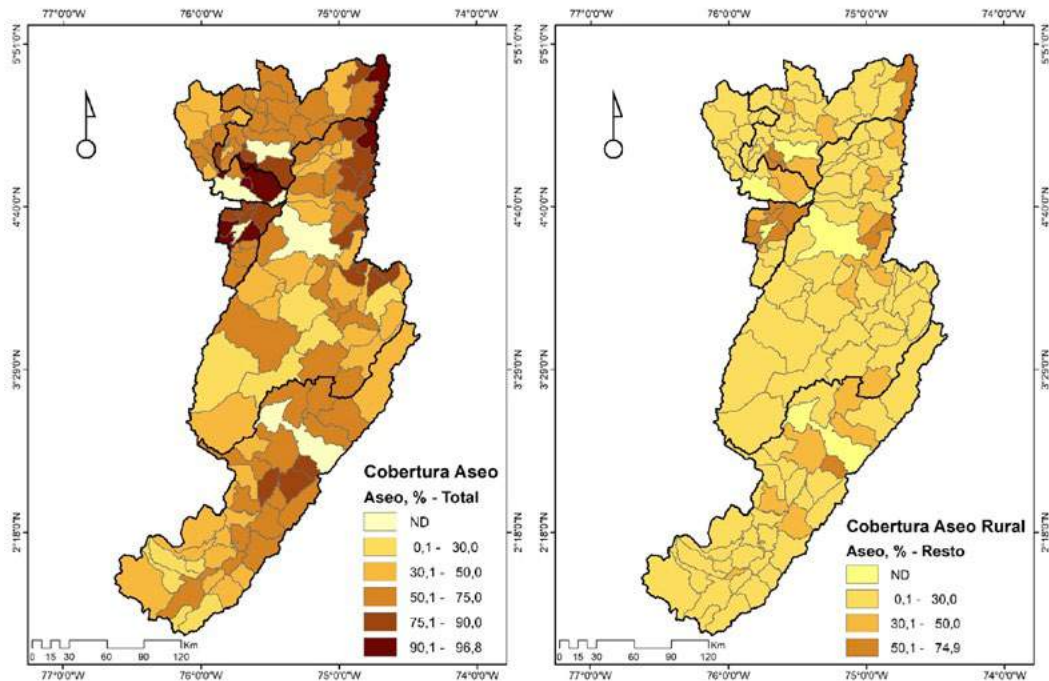
Entidad	Cobertura Alcantarillado, %		Cobertura Urbana, %	Cobertura Rural, %	Brecha Urbano/rural
	CN 2005	CNPV 2018	CNPV 2018	CNPV 2018	
<b>Colombia</b>	73,10	76,57	92,56	18,56	74,00
<b>Caldas</b>	84,30	81,24	96,02	31,73	64,29
<b>Huila</b>	67,20	68,78	96,15	21,53	74,62
<b>Quindío</b>	92,60	91,05	98,48	37,35	61,13
<b>Risaralda</b>	89,90	87,98	98,83	43,70	55,13
<b>Tolima</b>	70,40	74,01	97,34	14,21	83,13

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

### Cobertura del servicio de aseo

La cobertura de aseo en los departamentos evaluados se muestra en la tabla 20, en comparación con la medida nacional. En promedio, esta cobertura es 81,49%, con diferencias sustanciales en el entorno urbano y rural. La cobertura promedio urbana es 98,06, mientras que en el área rural es de 33,44%. La figura 25 ilustra la cobertura del servicio de aseo en los municipios objeto de análisis. Los municipios con coberturas menores al 30% son: en Huila, Acevedo, Isnos, Oporapa, Palestina y Saldoblanco; en Tolima, Ataco, Coyaima, Cunday, Ortega, Rioblanco. En el contexto rural se tienen 100 municipios con coberturas menores al 30%; no se registra información para las ciudades capitales.

Figura 25. Cobertura del servicio de aseo.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Tabla 20. Cobertura de aseo.

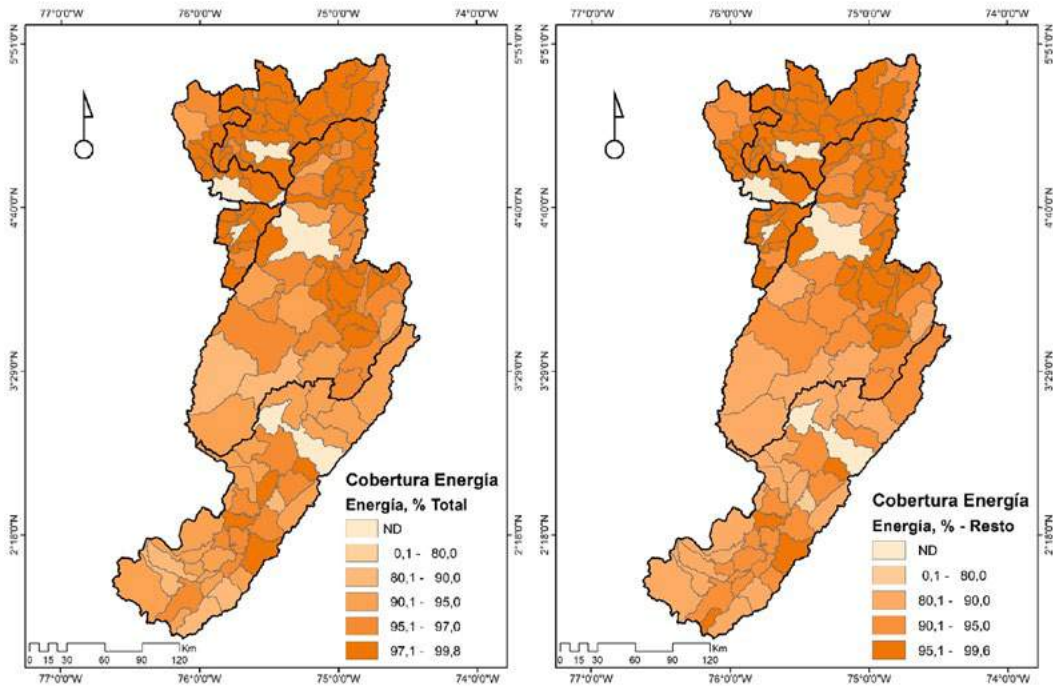
Entidad	Cobertura Aseo, % CNPV 2018			Brecha urbano-rural
	Total	Urbana	Rural	
Colombia	81,55	96,69	26,63	70,06
Caldas	81,91	96,97	31,48	65,49
Huila	68,30	97,21	18,39	78,82
Quindío	93,56	99,06	53,78	45,28
Risaralda	89,48	99,10	50,25	48,85
Tolima	74,20	97,97	13,28	84,69

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Cobertura de energía eléctrica

La cobertura de energía eléctrica, en comparación con la medida nacional, se muestra en la tabla 21. Para los departamentos de estudio, los valores medios de cobertura son: 98,11% en total, 99,21% área urbana y 95,58% en la rural. La figura 26 ilustra la cobertura del servicio de energía eléctrica en los municipios objeto de análisis. No se registra información para las ciudades capitales. Los siguientes municipios tienen una cobertura de energía eléctrica menor al 90%: Acevedo, Hobo, Isnos, Salado blanco, Suaza (Huila); Ataco y Rioblanco (Tolima).

**Figura 26.** Cobertura del servicio de energía eléctrica.



Fuente: Adaptación de DANE (2018)



**Tabla 21.** Cobertura de energía eléctrica

Entidad	Cobertura Energía Eléctrica, % CNPV 2018			Brecha urbano-rural
	Total	Urbana	Rural	
Colombia	96,32	99,23	85,75	13,48
Caldas	98,72	99,06	97,59	1,47
Huila	95,60	98,75	90,17	8,58
Quindío	99,08	99,19	98,35	0,84
Risaralda	99,35	99,72	97,84	1,88
Tolima	97,81	99,32	93,94	5,38

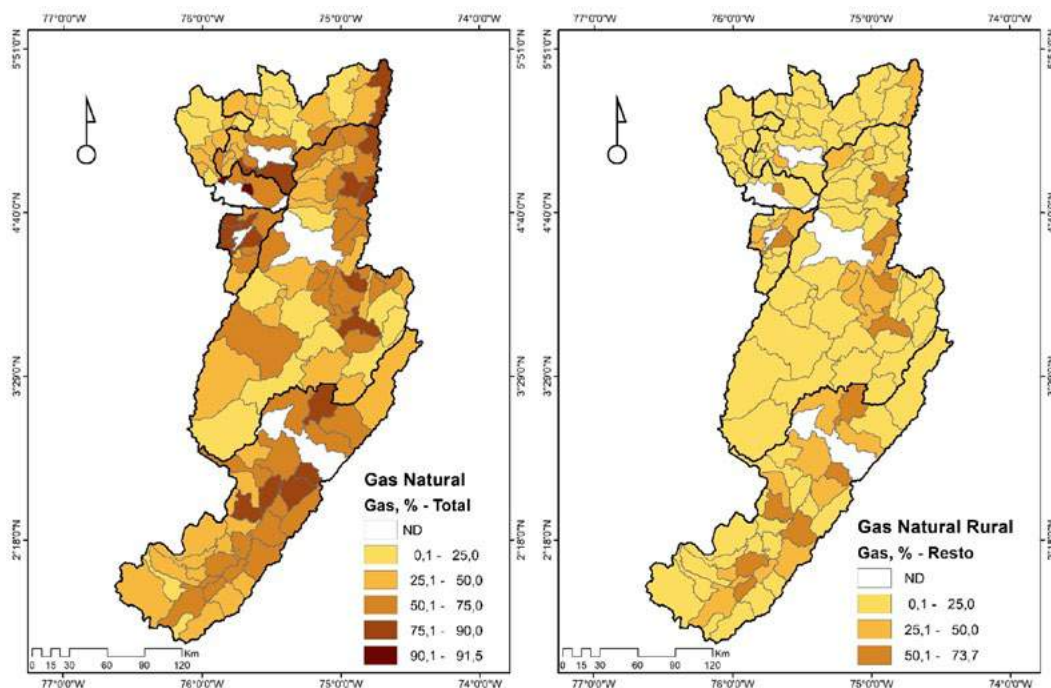
Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

### Cobertura de gas natural

La cobertura de gas natural se resume en la tabla 22, en comparación con la medida nacional. Para los departamentos de estudio, el promedio de cobertura es 71,50% en total. Se presentan grandes brechas entre el área urbana y rural; en el área urbana la cobertura promedio es 87,14%, mientras que en la rural sólo del 23,01%. La figura 27 ilustra la cobertura del servicio de gas natural en los municipios objeto de análisis. No se registra información para las ciudades capitales. 23 municipios registran coberturas de gas inferiores al 25%.



Figura 27. Cobertura del servicio de gas natural.



Fuente: Adaptación de DANE (2018)

Tabla 22. Cobertura de gas natural

Entidad	Cobertura de Gas Natural, % CNPV 2018			Brecha urbano- rural
	Total	Urbana	Rural	
Colombia	67,33	82,07	14,06	68,01
Caldas	63,19	78,79	11,19	67,60
Huila	67,01	90,20	27,23	62,97
Quindío	81,14	88,13	30,76	57,37
Risaralda	76,18	87,92	28,35	59,57
Tolima	69,99	90,65	17,54	73,11

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Cobertura de educación

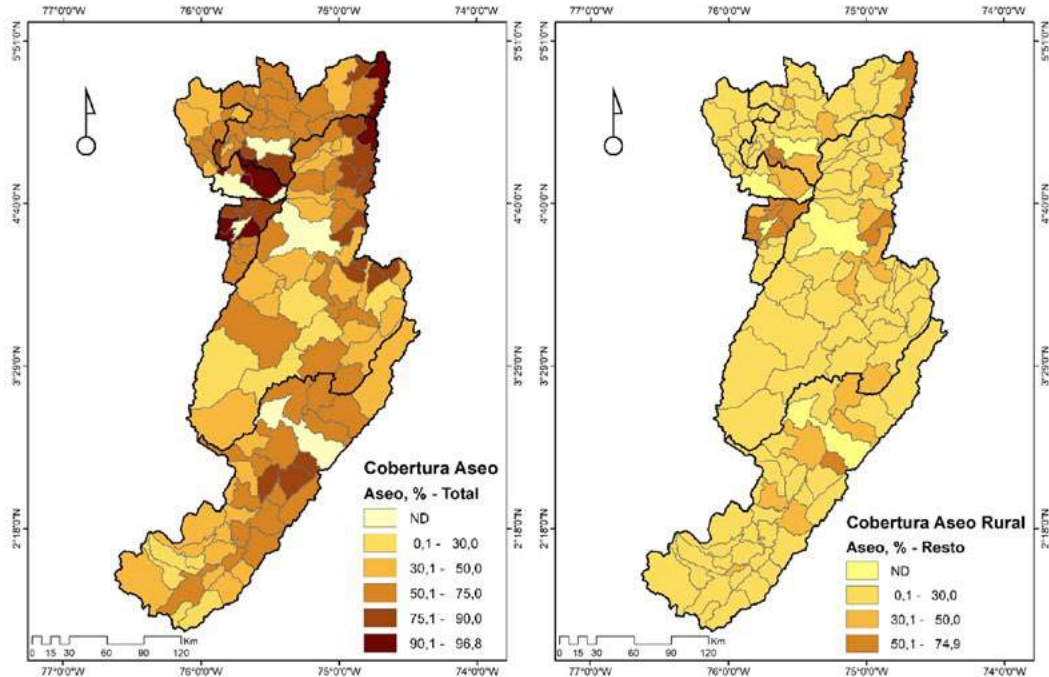
El análisis de antecedentes revela relaciones entre la disposición de residuos y el nivel de educación. En el país existen diferentes indicadores en materia de Educación. El Ministerio de Educación define el indicador de cobertura de educación como la cantidad o porcentaje de estudiantes matriculados en el sistema educativo, sin contar los que están en extraedad (por encima de la edad correspondiente para cada grado).

El DNP (2016) ha empleado en sus indicadores territoriales la cobertura de educación

media neta, para el año 2013, que se esquematiza en la figura 28 para los departamentos evaluados. Se presentan brechas en este indicador en 75 municipios, según las metas departamentales. Los niveles de esfuerzo para el cierre se estiman por el DNP (2016) como: Altos en Colombia (Huila), Medio Altos en 31 municipios y Medio Bajos en 43 municipios.

Por otra parte, el DNP (2016) registra brechas en la tasa de analfabetismo en mayores de 15 años (2012) en 91 municipios. Los esfuerzos para su cierre se consideran Medio altos en 12 municipios; Medio Bajos en 65 y Bajos en 14 municipios. La tasa de analfabetismo se presenta en la figura 28.

**Figura 28.** Cobertura de educación media neta y tasa de analfabetismo.



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

## Riesgo de desastres y cambio climático

En Colombia, la Ley 1523 de 2012 establece el marco oficial de terminología básico para Colombia en materia de Gestión del Riesgo de Desastres (GRD). De acuerdo con este marco de referencia, “el riesgo es un proceso construido en el tiempo por la sociedad” (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.12); por tanto, “se reconoce que los desastres no son naturales, y que por el contrario existen factores políticos, sociales y culturales que inciden en el grado de vulnerabilidad de los individuos al momento de enfrentar y recuperarse de la ocurrencia de un evento físico” (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017, p.12).

En este apartado se consideran únicamente los eventos, dado que la inversión en gestión del riesgo son aspectos que se analizan desde la acción, considerando el MFM.

Los eventos son fenómenos relativos a las amenazas existentes -de origen natural, socio-natural o antrópico- que actúan como detonante de los efectos adversos sobre las vidas humanas, la salud y/o la infraestructura económica y social y ambiental de un territorio (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017).

Las amenazas de origen natural hacen referencia a peligros latentes, asociados a la posible manifestación de un fenómeno físico ligado a los procesos naturales. Suelen clasificarse en amenazas geológicas, geomorfológicas, climatológicas, hidrometeorológicas, oceánicas y bióticas (Lavell, 2007; Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017).

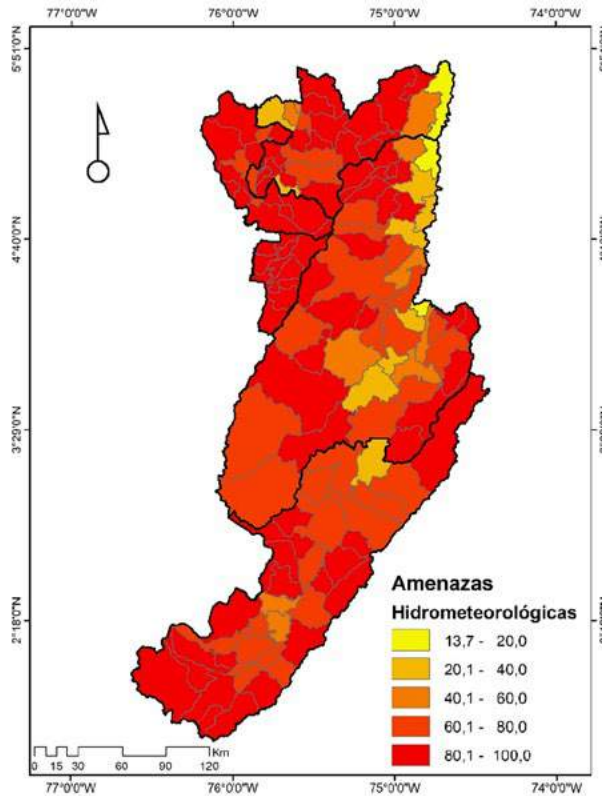
Las amenazas de origen socio-natural se refieren a peligros latentes relacionados con la probable ocurrencia de fenómenos físicos, cuya existencia, intensidad o recurrencia se relaciona con procesos de degradación o transformación ambiental y/o de intervención humana en los ecosistemas. Los cambios en el ambiente y las nuevas amenazas que se generan con el cambio climático global son ejemplos, al igual que los inundaciones y deslizamientos (Lavell, 2007; Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017).

Las amenazas de origen antrópico se asocian con peligros latentes generados por la actividad humana en la producción, distribución, transporte y consumo de bienes y servicios y en la construcción y uso de infraestructura y edificios. Comprenden una gama amplia de peligros como: contaminación de aguas, aire y suelos, incendios, explosiones, derrames de sustancias tóxicas, accidentes en los sistemas de transporte, entre otras (Lavell, 2007; Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2017).

### Eventos de origen natural

El área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos se muestra en la tabla 23, la cual corresponde al 11% del área estimada a nivel nacional. Como se observa en la tabla, gran parte de la superficie territorial se encuentra en riesgo por este tipo de amenazas (de origen natural); en promedio, es del 83%. A nivel municipal, la figura 29 resume el porcentaje del área amenazada por estos fenómenos.

**Figura 29.** Porcentaje del área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos, 2016.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

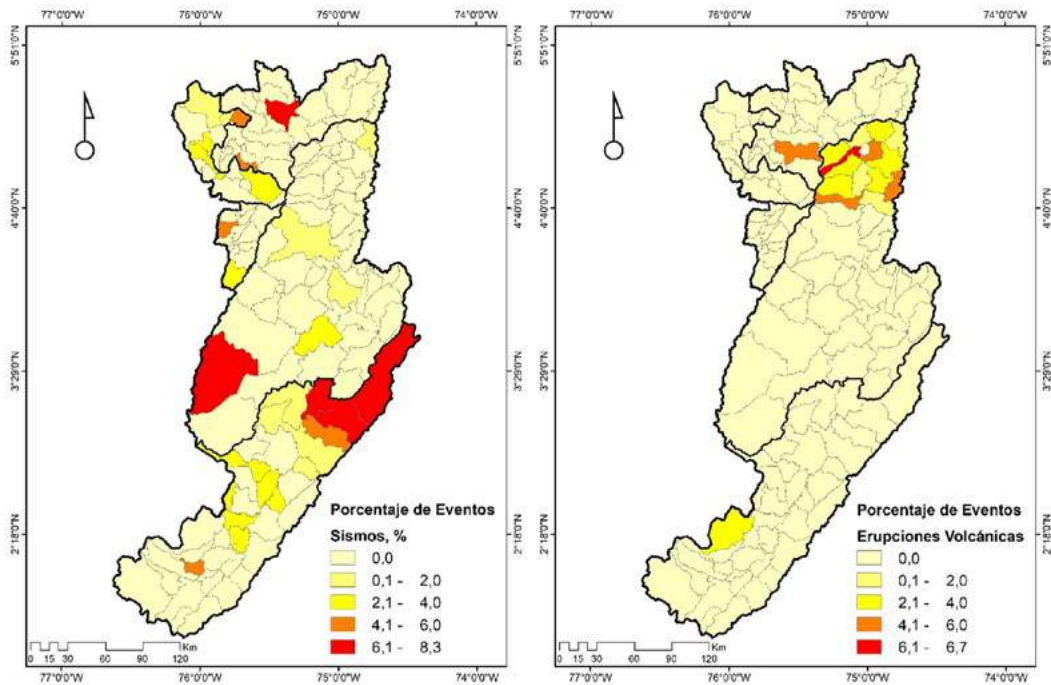
En materia de erupciones volcánicas, se reportaron durante el año 2017 24 en Colombia, 14 en Tolima, 3 en Caldas, 1 en Huila. Por otra parte, para ese mismo año se registraron 271 sismos en Colombia, 20 en Huila, 9 en Risaralda, 5 en Tolima, 2 en Caldas y 2 en Quindío. Del total de eventos de desastre, el porcentaje de eventos de sismos y erupciones volcánicas por municipio se muestra en la figura 30.

**Tabla 23.** Área amenazada por fenómenos hidrometeorológicos, 2016

Entidad	Área Amenazada, ha	% Área Entidad Territorial
Colombia	39.124.971	32,57
Caldas	576.103	77,44
Huila	1.481.219	81,67
Quindío	182.927	94,67
Risaralda	317.089	89,06
Tolima	1.724.578	71,41
Subtotal	4.281.917	

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

**Figura 30.** Porcentaje eventos naturales: sismos y erupciones volcánicas, 2017.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

### Eventos de origen socio-natural

De acuerdo con las estadísticas de Terridata (2020), los eventos de origen socio-natural reportados en los 5 departamentos caracterizados se presentan en la tabla 24. En relación con el total nacional, el porcentaje de eventos para la región fue: Avenidas torrenciales 18%, Inundaciones 14%, Movimientos en Masa 27% y sequías 9%. La figura 30 ilustra el porcentaje de eventos en relación con el total por municipio.

**Tabla 24.** *Eventos de origen socio-natural, 2017*

Entidad	Avenidas torrenciales	Inundaciones	Movimientos en Masa	Sequías
Colombia	172	13.283	3.346	266
Caldas	2	186	119	0
Huila	15	537	231	3
Quindío	2	205	132	1
Risaralda	5	313	253	13
Tolima	7	678	171	6
Subtotal	31	1.919	906	23

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

A nivel municipal, para 2017 se reportaron 2 avenidas torrenciales en los siguientes municipios: Manizales (Caldas); Algeciras, Iquira e Isnos (Huila); y Santa Rosa de Cabal (Risaralda). En materia de sequías, se reportaron durante el año 2017 3 eventos en Mistrató (Risaralda) y 2 eventos en Apía, Balboa, La Celia, Santuario (Risaralda).

Por su parte, la figura 31 presenta el porcentaje de eventos por inundación a nivel municipal, para el año 2017. Encabezan la lista, Alpujarra e Ibagué (Tolima), Pereira y Apía (Risaralda) y Acevedo (Huila).

Es necesario indicar que el Estudio Nacional del Agua (ENA) de año 2018 hace referencia a la transformación de zonas potencialmente inundables en el territorio (IDEAM, 2019). El área total fue estimada en 793 km<sup>2</sup>, de los cuales 587 km<sup>2</sup> han sido transformados, lo cual corresponde a modificaciones en un 74%. La transformación de las Zonas Potencialmente Inundables (ZPI) es muy alta en 26 de las subzonas hidrográficas.

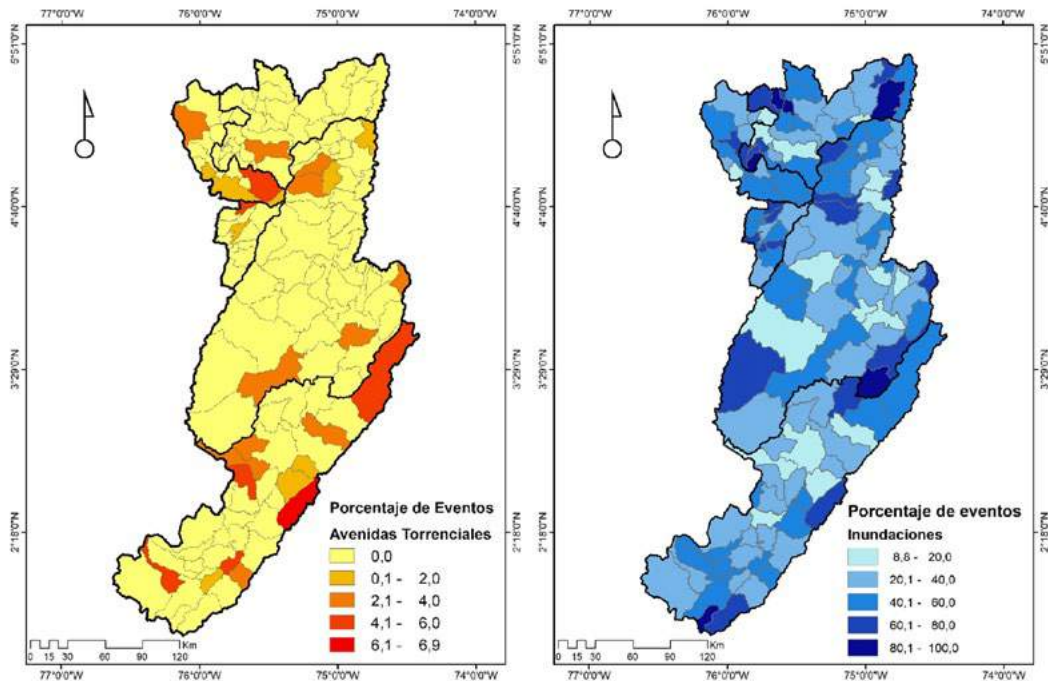


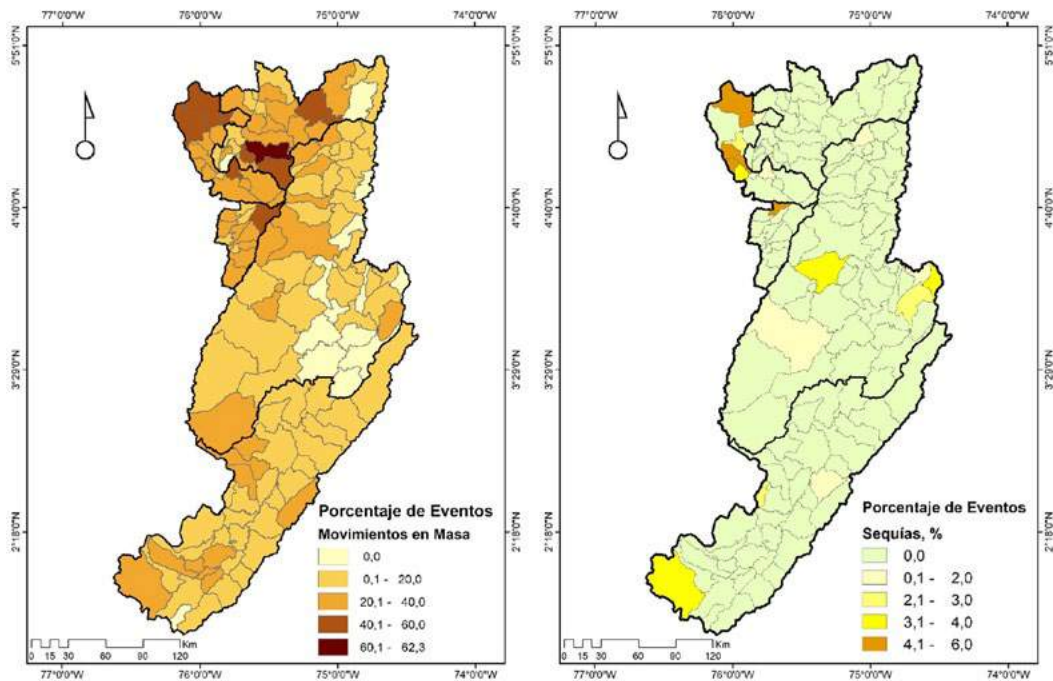
El ENA 2018 (IDEAM, 2019) calculó, además, la erosión hídrica potencial de sedimentos; para las subzonas de interés se estimó en 1487,8 m<sup>3</sup>/año; en la categoría Muy Alta se encuentran las subzonas hidrográficas del Río Guarinó, Río La Miel (Samaná), Río Arma y Río San Juan Alto; mientras que en la categoría Alta se reportan 14 subzonas hidrográficas.

Por otra parte, el ENA 2018 estimó la erosión hídrica potencial en ladera, indicando categorías Muy Altas en las subzonas de Río Guarinó, Río La Miel (Samaná), Río Arma y Río San Juan Alto.

Con respecto a los movimientos en masa, el porcentaje de eventos a nivel municipal se ilustra en la figura 30. El mayor número de eventos se reportó en las ciudades capitales: Ibagué (Tolima), Armenia (Quindío), Manizales (Caldas), Pereira (Risaralda).

**Figura 31.** Eventos de desastres, 2017.





Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

### Eventos de origen antrópico

Se incluye el análisis de incendios forestales para este apartado que se sintetiza en la tabla 25. Se evidencia alta incidencia en Tolima y Huila, que registran un porcentaje de incendios sobre el total nacional del 12% y 10%, respectivamente; por tanto, en los cinco departamentos se generó el 25% de los incendios forestales del país. El porcentaje de eventos de incendio, en relación con los eventos de desastres, a nivel municipal, se ilustra en la figura 32. Encabezan el listado en número de incendios: Neiva (Huila), Carmen de Apicalá (Tolima), Palermo (Huila), Guamo (Tolima), Rivera (Huila), Ibagué (Tolima).

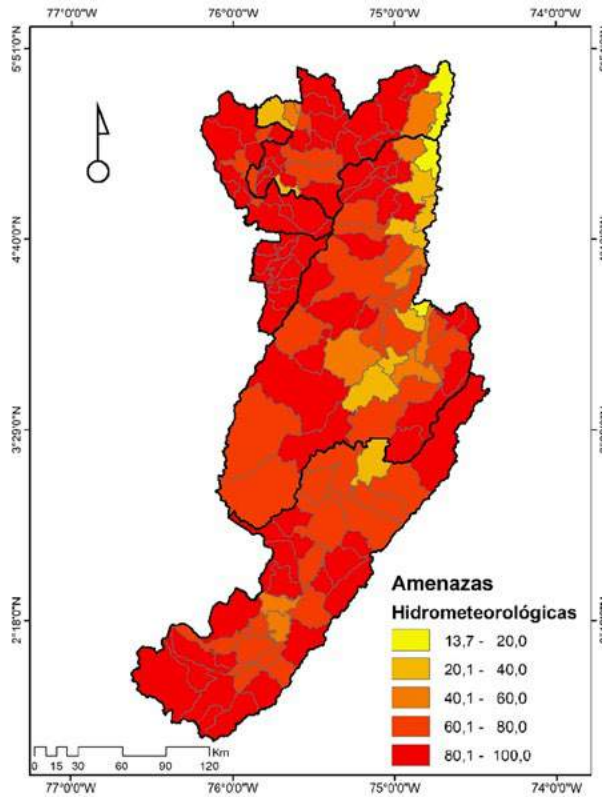


Tabla 25. Incendios forestales, 2017

Entidad	Incendios Forestales (eventos)
Colombia	8.630
Caldas	84
Huila	820
Quindío	65
Risaralda	147
Tolima	1.005
Subtotal	2.121

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Figura 32. Incendios forestales, 2017.

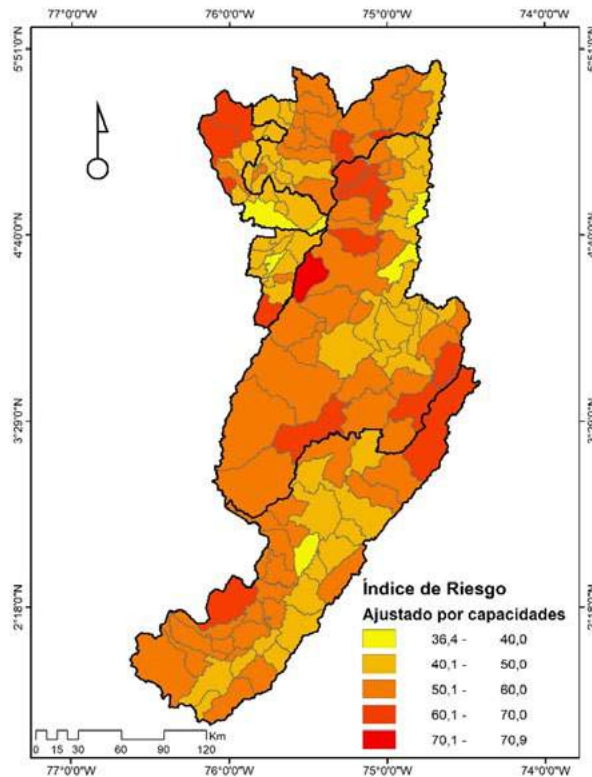


Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

### Índice de riesgo ajustado por capacidades

De acuerdo con el DNP (2018), el índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades compara los municipios, teniendo en cuenta las capacidades para gestionar el riesgo por eventos como inundaciones, flujos torrenciales y movimientos en masa. El índice se muestra en la figura 33, para el año 2018. La lista la encabezan los municipios con mayores indicadores de riesgo: Cajamarca (Tolima), Pueblo Rico (Risaralda), Líbano (Tolima), Villahermosa (Tolima), Colombia (Huila).

Figura 33. Índice municipal de riesgo de desastres, 2018.



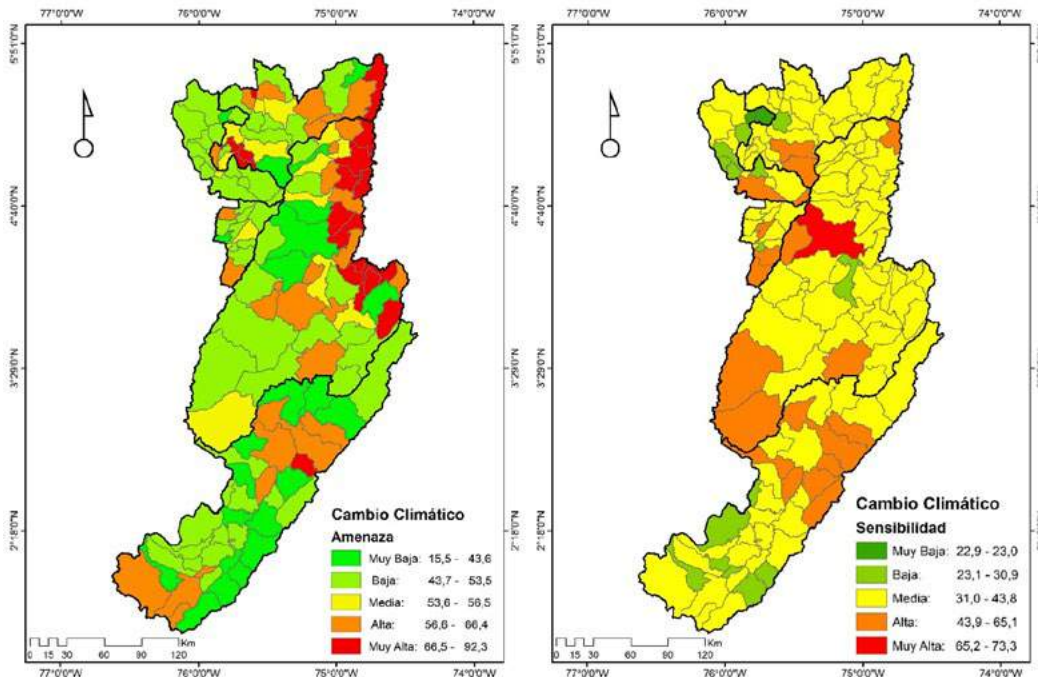
Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Índice de vulnerabilidad y riesgo por cambio climático

La tercera comunicación nacional de cambio climático evaluó la vulnerabilidad y el riesgo por cambio climático a nivel departamental y municipal (IDEAM et al., 2016). Para tal efecto, consideró los componentes de Amenaza, Sensibilidad, Capacidad Adaptativa, Vulnerabilidad y Riesgo.

Los municipios con mayor amenaza por cambio climático son: Marmato y La Dorada (Caldas); Piedras, Honda y Suárez (Tolima). En materia de sensibilidad al cambio climático, la lista la encabezan las ciudades capitales: Ibagué (Tolima), Manizales (Caldas), Pereira (Risaralda), Neiva (Huila). Los resultados para los municipios analizados se esquematizan en la figura 34.

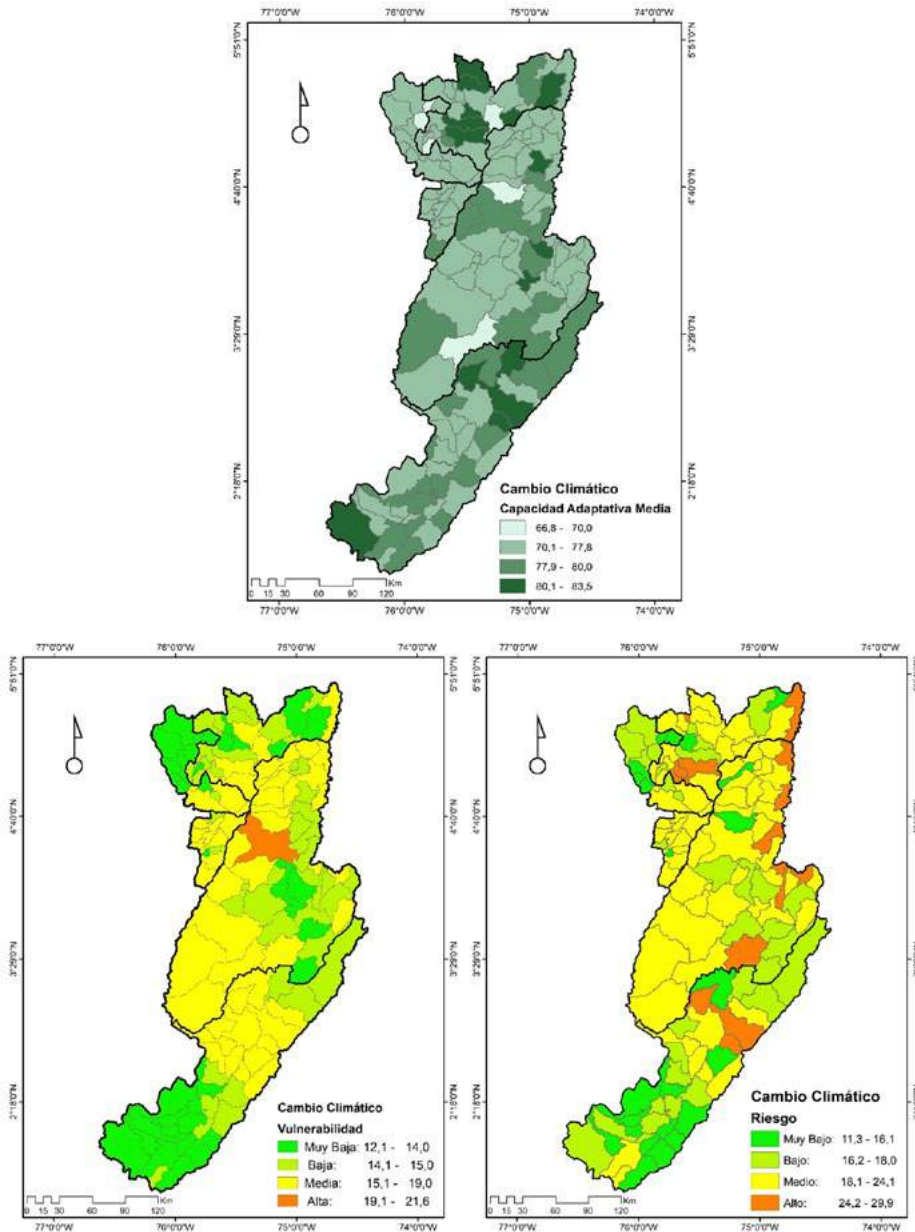
**Figura 34.** Amenaza y sensibilidad por cambio climático, 2017.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

En materia de capacidad adaptativa, los indicadores se resumen en la figura 35. Los municipios con mayor capacidad son: Manzanares, Manizales y Victoria (Caldas); Villavieja (Huila); y Lérica (Tolima).

Figura 35. Capacidad adaptativa, vulnerabilidad y riesgo por cambio climático, 2017.



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

La figura 35 sintetiza los resultados en vulnerabilidad y riesgo por cambio climático. Los municipios con mayor grado de vulnerabilidad son las ciudades capitales: Ibagué (Tolima), Pereira (Risaralda) y Manizales (Caldas). Por otra parte, los municipios con mayor riesgo por cambio climático son: Honda, Melgar y Flandes (Tolima); La Dorada y Chinchiná (Caldas).

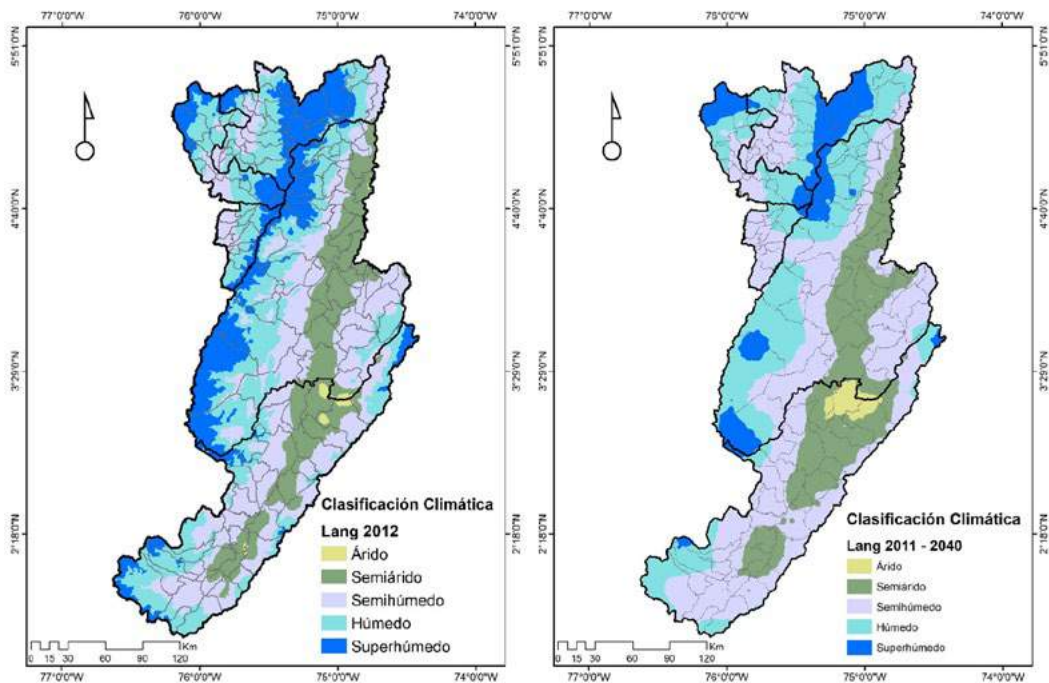
## Clima

Según el IDEAM (2014), el clima es el conjunto fluctuante de las condiciones atmosféricas; se relaciona generalmente con las

condiciones predominantes en la atmósfera, que se describen a partir de variables atmosféricas como la temperatura y la precipitación.

Existen diferentes metodologías para la clasificación climática; entre las más empleadas en Colombia se encuentra la clasificación climática de Lang, que se representa en la figura 36, para el año 2012, en los municipios de los departamentos de la región central analizada. El análisis de cambio climático de la *Tercera comunicación nacional* estimó los cambios en la clasificación climática para el período 2011-2040 que se muestran de manera comparativa en la figura 36. Se evidencia reducción de las áreas superhúmedas y aumento de las zonas áridas.

Figura 36. Clasificación climática Lang, 2012



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

## Precipitación

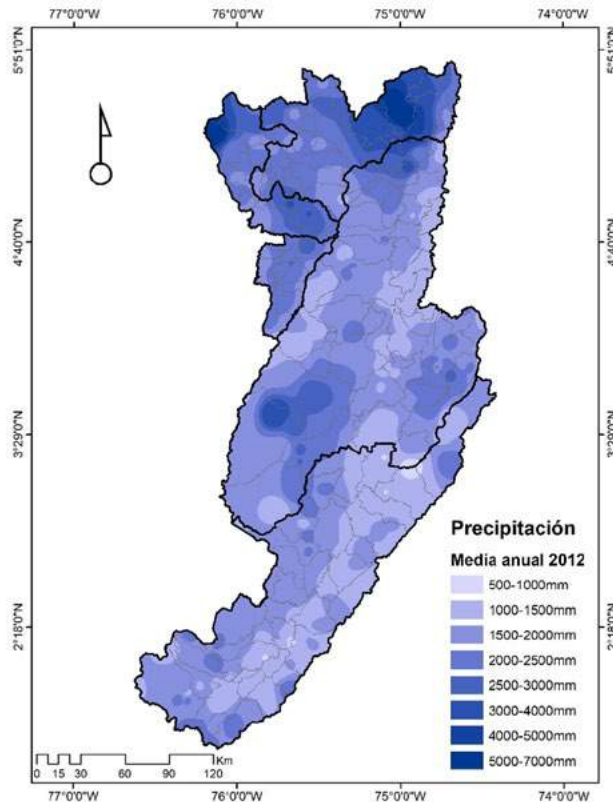
La precipitación en la región está influenciada por las perturbaciones de la Zona de Confluencia Intertropical (ZCIT), las Ondas del Este, los Sistemas Atmosféricos de la Amazonía y los Sistemas Atmosféricos del Océano Pacífico, en especial el fenómeno Oscilación del Sur- El Niño (ENSO).

Las montañas de la región andina influyen en el comportamiento de la ZCIT y generan circulaciones locales de Valle-Montaña durante

el día y Montaña-Valle en la Noche; estos vientos modifican la dinámica de la precipitación regional y local (Jaramillo, 2005).

Para esta zona, la distribución intra-anual de la lluvia es bimodal, con dos picos máximos de lluvia en el año. La precipitación media anual para el año 2012, con base en la información del SIAC (2020), se muestra en la figura 37. Terridata (2020) registra promedios de precipitación anuales, para los municipios de la región (los valores se consolidan en la tabla 26).

**Figura 37.** Precipitación media anual, 2012.



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

En años normales, es decir, sin presencia de ENSO (como el año 2013), los municipios con mayor precipitación anual fueron Norcasia y Samaná que registraron 4500 mm. En el año 2011, se dio el Fenómeno de La Niña, con incrementos en las lluvias; para estos municipios, la precipitación anual fue más de 5000 mm. Para el año 2015, se presentó el Fenómeno del Niño que reduce los niveles de precipitación, en Norcasia y Samaná se registraron menos de 4000 mm.

Por otra parte, en el 2013, el municipio con menor precipitación anual fue Tarqui, con 667 mm. En 2011, con evento La Niña, se registraron 1716 mm en este municipio; mientras que, en 2015, con el fenómeno El Niño, 428 mm.

**Tabla 26.** *Precipitación promedio anual*

Año	Municipios reportados	Precipitación promedio anual, mm
2010	131	2.303
2011	134	2.573
2012	135	1.805
2013	134	1.937
2014	135	1.852
2015	135	1.325
2016	100	1.682

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Temperatura

La temperatura del aire está influenciada por la radiación solar incidente y por factores como la latitud, la altitud, los vientos, la nubosidad, las montañas, el relieve, entre otros. En la región, la temperatura cambia según la altitud, lo que permite la presencia de los pisos térmicos (Ocampo & Vélez, 2015).

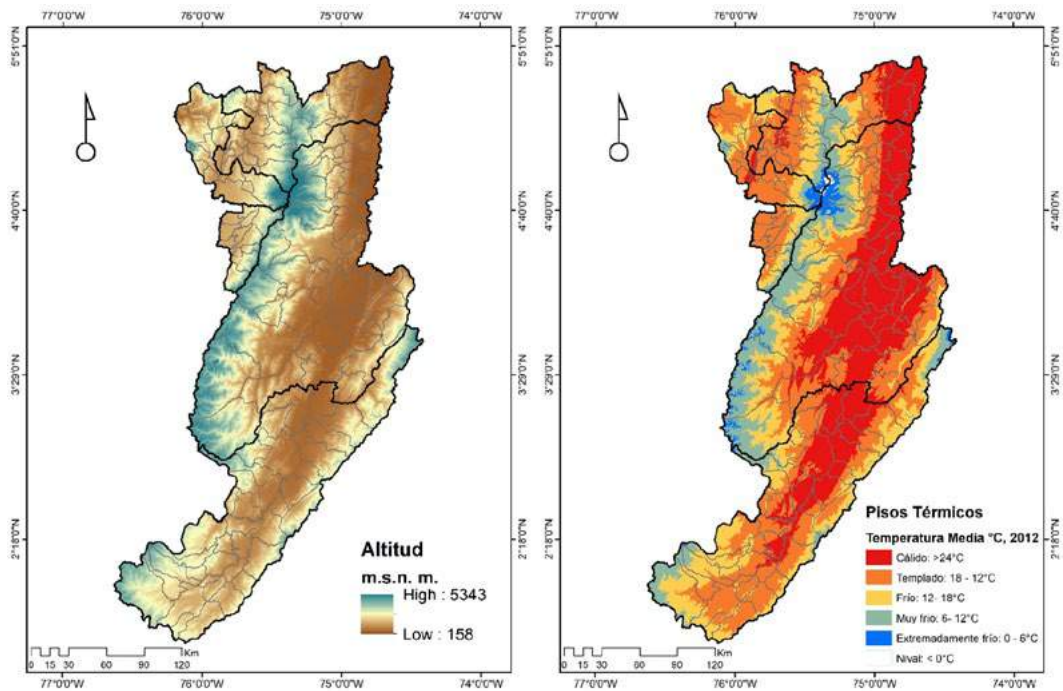
En el trópico, las mayores variaciones en la temperatura se presentan en el ciclo diurno por efecto del calentamiento y enfriamiento del suelo. Por tanto, además de la temperatura media del aire, es importante el registro de las temperaturas mínimas y máximas diarias, lo que es un indicador de



cambio climático relacionado con el confort térmico (Ocampo & Vélez, 2015).

La clasificación climática por pisos térmicos está directamente relacionada con la altitud que determina la temperatura media del aire. La figura 38 ilustra el comportamiento para el año 2012, donde se evidencia la presencia de todos los pisos térmicos por efecto de las variaciones altitudinales de la cordillera central y los valles de los ríos Cauca y Magdalena.

**Figura 38.** *Altitud, temperatura media del aire y clasificación por pisos térmicos.*



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)



## **Radiación solar**

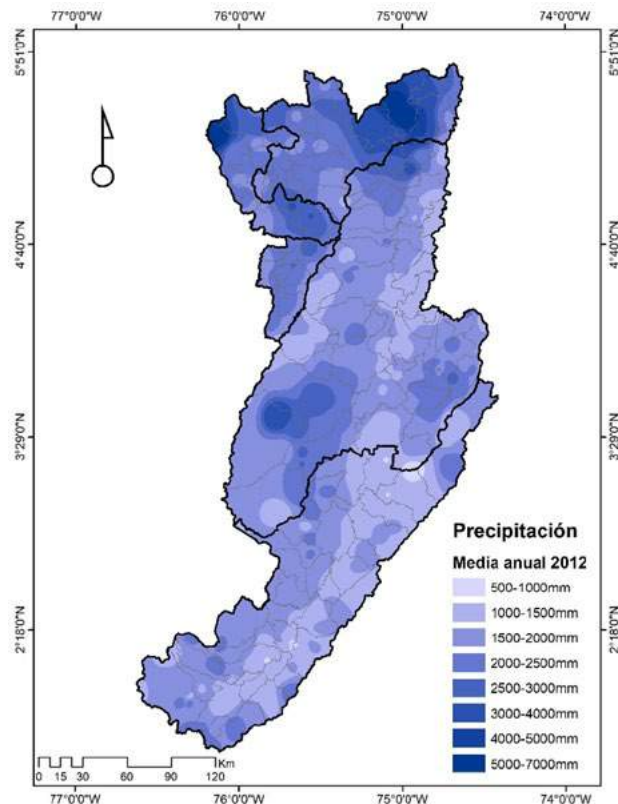
La radiación solar es una de las principales variables que determina la temperatura del aire y del suelo, el movimiento del viento y la fotosíntesis. Por la posición en la zona ecuatorial, el país y la región reciben abundante radiación solar durante todo el año (Jaramillo, 2005).

Los rayos Ultravioleta (UV) son un tipo de radiación invisible que proviene del sol; pueden penetrar y dañar las células de la piel. Además de causar quemaduras solares, demasiada exposición a los rayos UV puede cambiar la textura de la piel, hacer que envejezca de manera prematura y cause cáncer de piel; por otra parte, estos rayos se han asociado a afecciones oculares como cataratas (Centro para la Prevención de Enfermedades, 2020). Existen tres tipos de rayos UV: ultravioleta A (UVA), ultravioleta B (UVB) y ultravioleta C (UVC) (CDC, 2020):

- La mayoría de los rayos UV que alcanzan la superficie terrestre son rayos UVA, los cuales pueden penetrar las capas más profundas de la piel humana, y dañar el tejido conjuntivo y el ADN de la piel.
- La mayoría de los rayos UVB son absorbidos por la capa de ozono, por lo que una menor cantidad de ellos alcanza la superficie terrestre. Estos rayos no penetran tanto la piel, ayudan a producir vitamina D en la piel, pero aun así pueden causar quemaduras solares y dañar el ADN.
- Los rayos UVC son los más peligrosos, son completamente absorbidos por la capa de ozono y no llegan a la superficie terrestre.

El comportamiento de la radiación solar promedio anual se ilustra en la figura 39, según la información reportada en el SIAC (2020).

Figura 39. Radiación solar promedio.



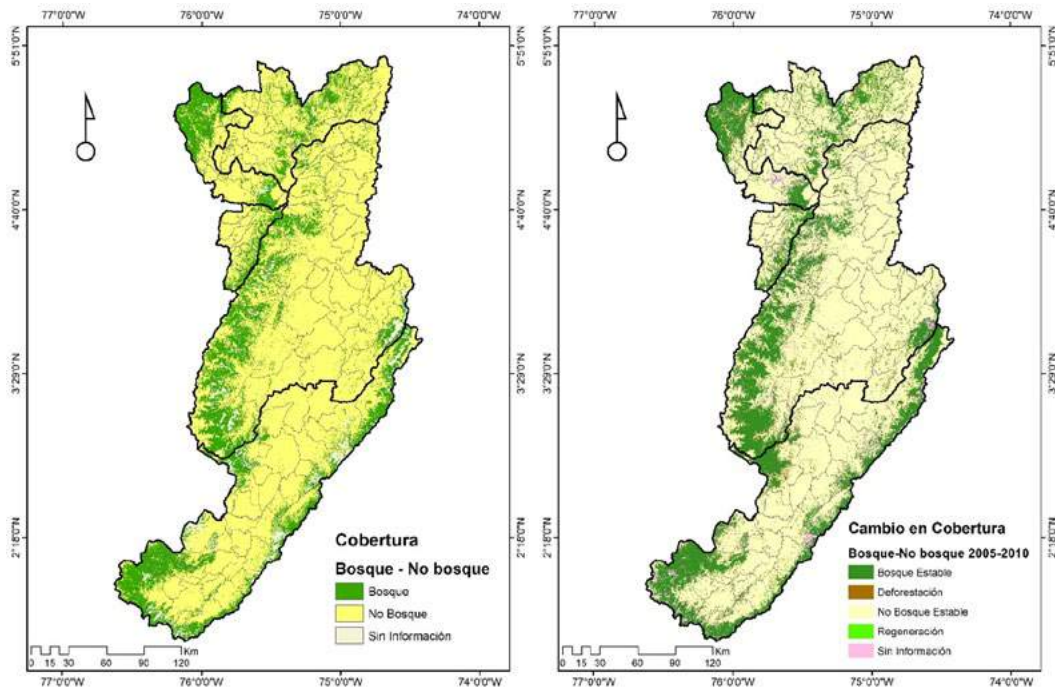
Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

## Deforestación

Según el informe del Instituto de Recursos Mundiales (WRI, 2018), Colombia es uno de los países más afectados por la deforestación, a nivel mundial. El país ha lanzado la Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques (EICD), como (IDEAM, 2019): “Reducir la deforestación y la degradación de los bosques promoviendo y estableciendo una gestión forestal en el territorio colombiano, bajo un enfoque de desarrollo rural integral sostenible, que coadyuve al buen vivir de las comunidades locales, contribuya al desarrollo local y aumente la resiliencia ecosistémica fomentando la adaptación y mitigación del cambio climático” (p.25).

Los reportes de Terridata (2020) presentan estadísticas de deforestación para el período 2000- 2016. El análisis comparativo para los 5 departamentos y Colombia se resumen en la tabla 27. Por su parte, la figura 40 ilustra las áreas con bosque y no bosque, y el panorama de cambios en la cobertura de bosques para el período 2005-2010, según el SIAC (2020).

**Figura 40.** Coberturas del suelo y cambios en la cobertura de bosques.



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

Tabla 27. Deforestación, hectáreas

Entidad	Deforestación, ha					
	2000	2005	2010	2012	2014	2016
<b>Colombia</b>	2.654.459	1.578.013	1.409.871	332.145	140.353	178.595
<b>Caldas</b>	4.474	11.685	18.522	967	874	472
<b>Huila</b>	53.562	60.438	45.404	6.863	386	354
<b>Quindío</b>	9.347	4.237	4.532	321	50	108
<b>Risaralda</b>	5.491	5.338	7.152	227	413	166
<b>Tolima</b>	53.270	53.307	41.383	3.121	295	677
<b>Subtotal</b>	126.144	135.005	116.993	11.499	2.018	1.777

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Conflictos de uso del suelo

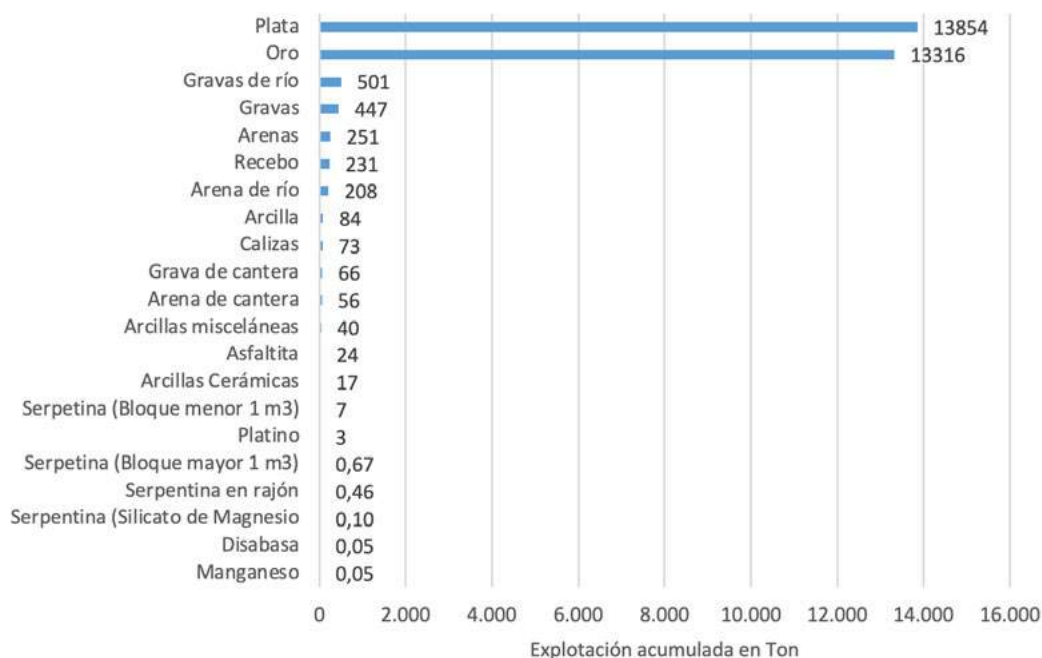
En esta dimensión, el DNP agrupa una serie de subcategorías sobre el uso adecuado y en conflicto.

### Minería y conflicto de tipo minero

#### *Minería en Caldas*

De acuerdo con el reporte de Catastro Minero Colombiano (2017), en el departamento Caldas existen 403 títulos mineros vigentes con un área de 71412,62 Ha, que representan 9,62% de superposición en el departamento. El número de títulos por mineral en Caldas se divide así: 152 de materiales de construcción, 4 de materiales de construcción-otros minerales, 196 de oro y metales preciosos, 16 de oro y metales preciosos-otros minerales y 35 de otros minerales. Las toneladas de minerales explotados en Caldas durante el periodo 2012- 2017 se presentan en la figura 41. La mayor explotación corresponde a plata (13854 Ton) y oro (13316); en segundo y tercer lugar se encuentran las gravas de río (501 Ton) y gravas (447 Ton).

**Figura 41.** Explotación de minerales acumulada tde 2012 a 2017 en Caldas.

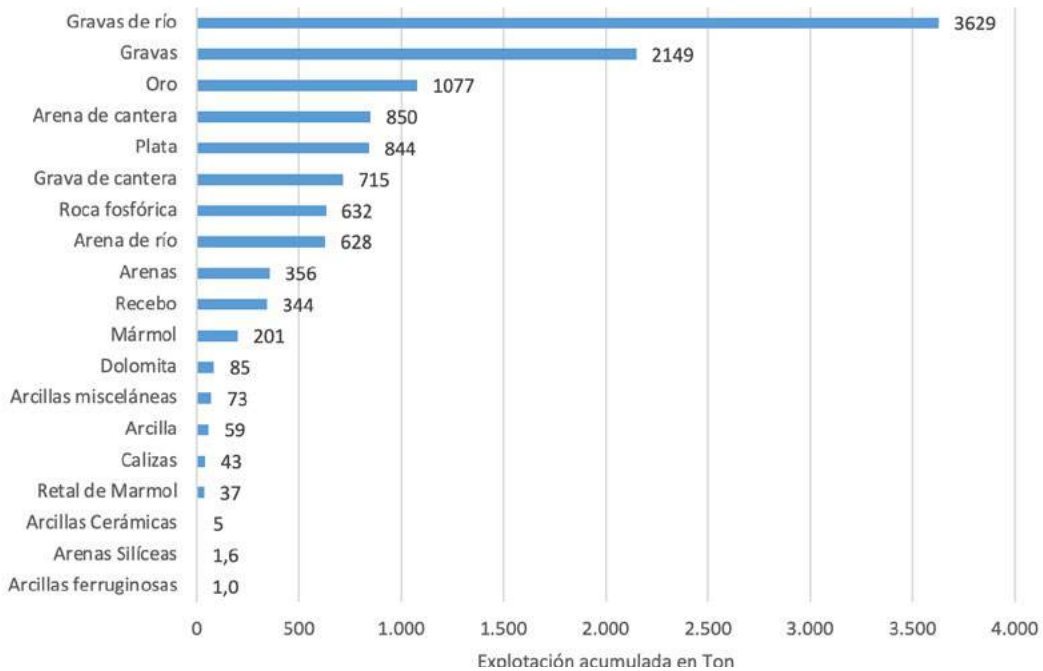


Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

### ***Minería en Huila***

De acuerdo con reportes del Catastro Minero Colombiano (2017), en el departamento Huila existen 217 títulos mineros vigentes que representan un área de 59736,1911 Ha, correspondiente al 3,29% de superposición en el departamento. El número de títulos por mineral en Huila son: 6 de carbón, 2 de esmeraldas-otros minerales, 121 de materiales de construcción, 26 de oro y metales preciosos y 62 de otros minerales.

Las toneladas de minerales explotadas en el departamento desde 2012 hasta 2017 se presentan en la figura 42. La mayor explotación (3629 Ton) corresponde a gravas de río, seguidas por la categoría gravas con una explotación de 2150 Ton. En el caso del oro y la plata, en Huila se estimó una producción acumulada de 1077 y 843 Ton, respectivamente.

**Figura 42.** *Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Huila*

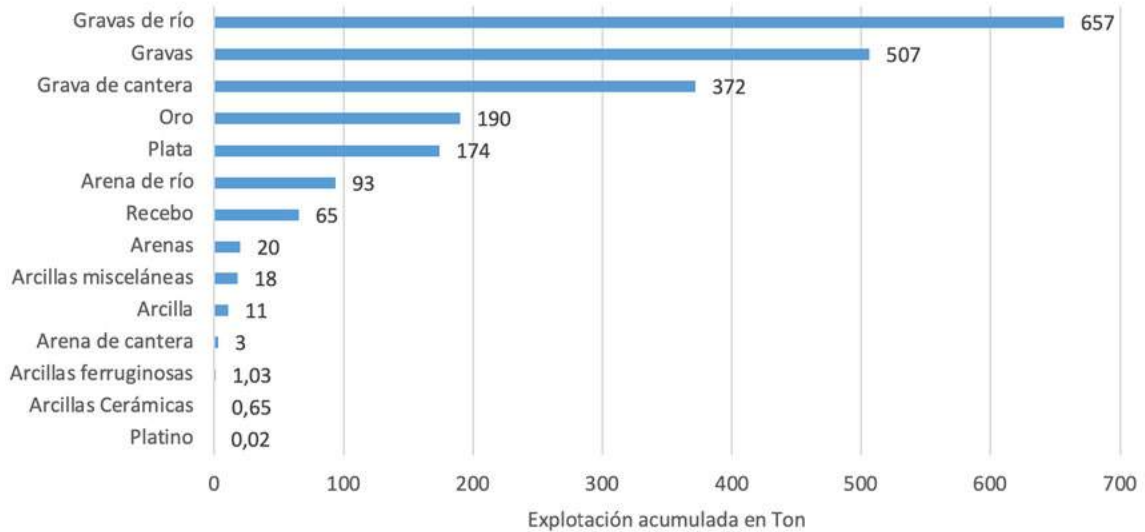
Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

### ***Minería en Quindío***

Según Catastro Minero Colombiano (2017), en el departamento Quindío existen 48 títulos mineros vigentes que representan un área de 10156,6204 Ha, correspondiente al 5,25% de superposición en el departamento. De estos, 5 títulos se encuentran en etapa de exploración, 4 en construcción y montaje, y 39 en explotación. El número de títulos por mineral se divide en 32 materiales de construcción, 5 de oro y metales preciosos, 7 de oro y metales preciosos - otros minerales- y 4 de otros minerales.

La figura 43 presenta el total de minerales explotados en Quindío durante el periodo de 2012- 2017. La mayor explotación corresponde a gravas de río (657 Ton), gravas (507 Ton) y gravas de cantera (372 Ton). La producción acumulada de oro y plata en el departamento es de 190 y 174 Ton, respectivamente.

**Figura 43.** Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Quindío

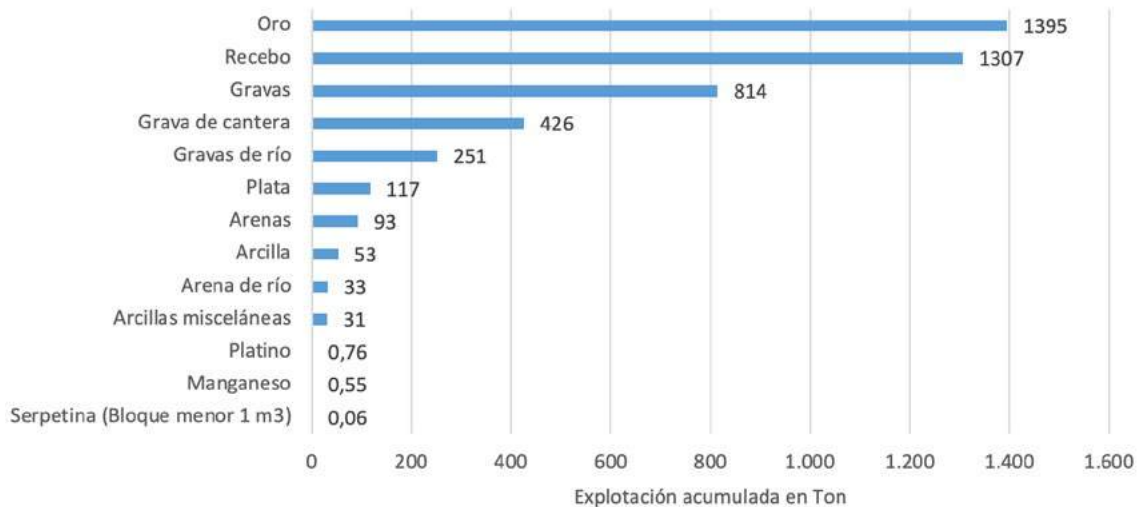


Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

### ***Minería en Risaralda***

En 2017, en el Risaralda se reportaron 89 títulos mineros vigentes que representan un área de 19960,53 Ha, equivalente al 5,61% de superposición en el departamento (ANM, 2017). El número de títulos por mineral se distribuye así: 1 de carbón, 43 de materiales de construcción, 40 de oro y metales preciosos, y 5 de otros minerales. Las toneladas de minerales explotadas en Risaralda desde 2012 hasta 2017 se presentan en la figura 44. Los principales minerales explotados son: oro (1395 Ton), recebo (1307 Ton) y gravas (814 Ton).

**Figura 44.** Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Risaralda



Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

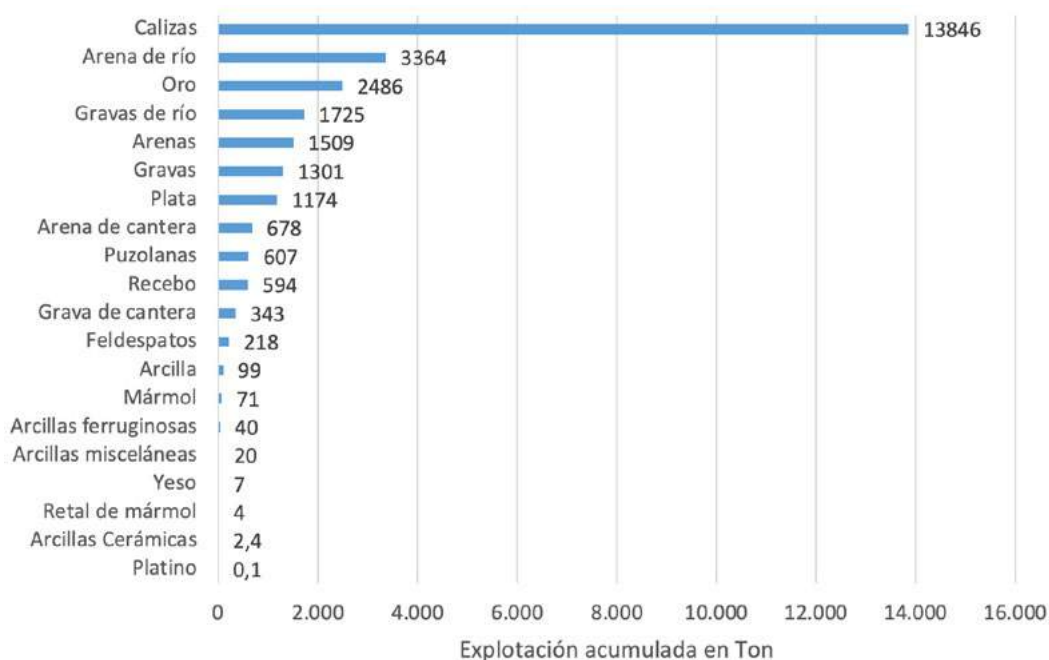
### ***Minería en Tolima***

Según Catastro Minero Colombiano (2017), en el departamento Tolima existen 529 títulos mineros vigentes que representan un área de 263124,9103 Ha, equivalente al 10,9% de superposición en el departamento. Los títulos por mineral en Tolima son: 5 de carbón, 2 de esmeraldas, 262 de materiales de construcción, 74 de oro y metales preciosos, 82 de oro, 104 otros minerales.

Las toneladas de minerales explotados en Tolima desde 2012 hasta 2017 se presentan en la figura 45; la mayor explotación corresponde a calizas (13846 Ton), seguidas por arena de río (3364 Ton). La producción acumulada de oro y plata en Tolima es de 2486 y 1174 Ton, respectivamente.



**Figura 45.** Explotación de minerales acumulada de 2012 a 2017 en Tolima

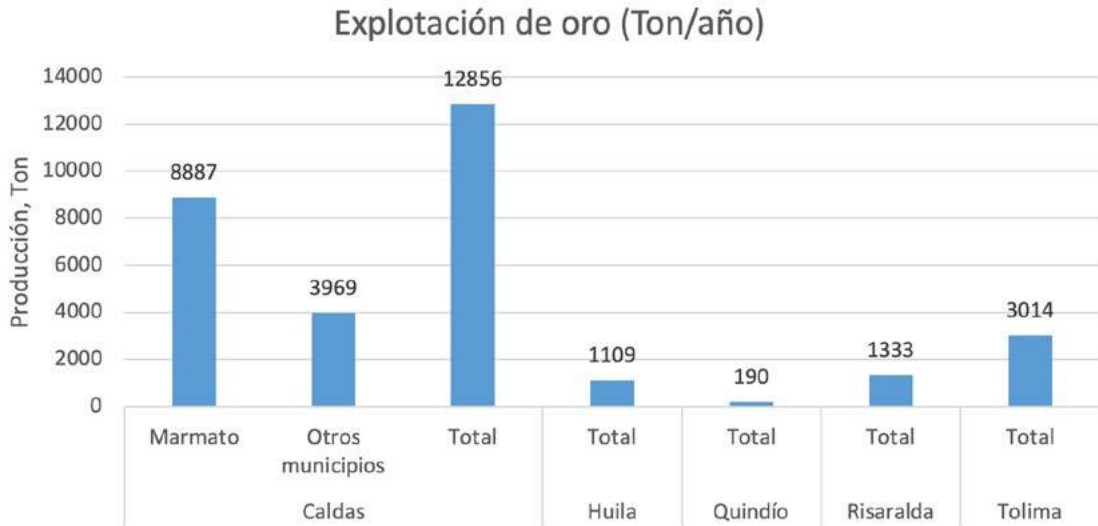


Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

### ***Minería de oro y plata***

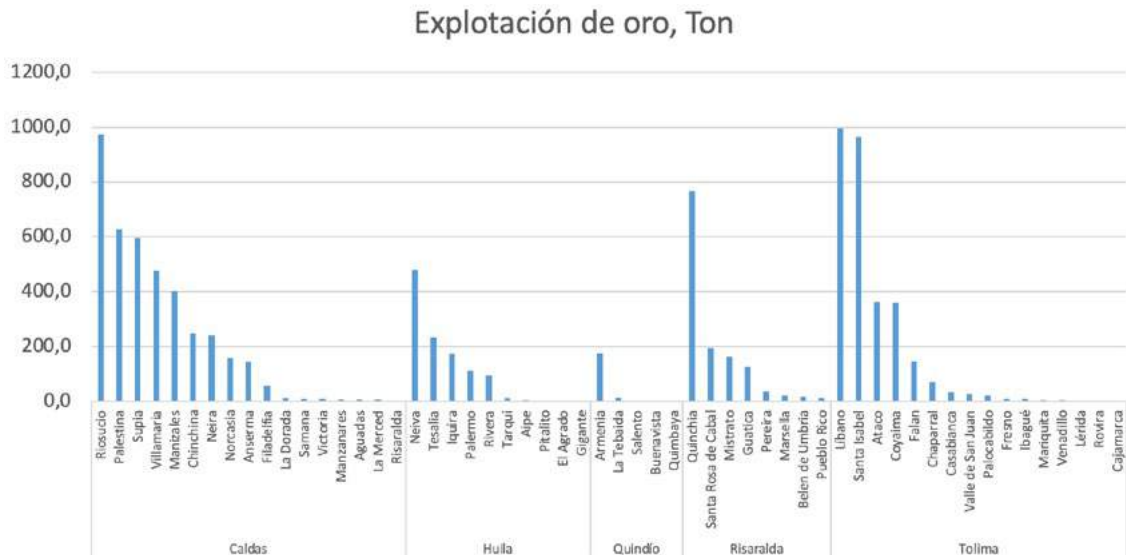
La figura 46 ilustra la producción de oro a nivel departamental e incluye las cifras de Marmato, donde se presenta la mayor explotación; por otra parte, la figura 47 ilustra la explotación a nivel municipal sin incluir Marmato. En 5 departamentos la producción de oro asciende a 18.502 Ton.

Figura 46. Explotación anual de oro a nivel departamental



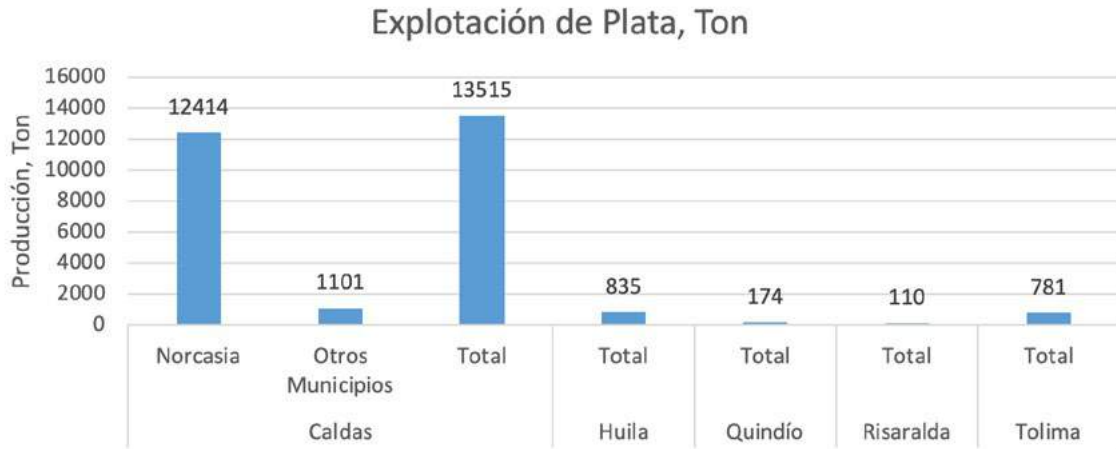
Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

Figura 47. Explotación anual de oro a nivel municipal, sin incluir Marmato



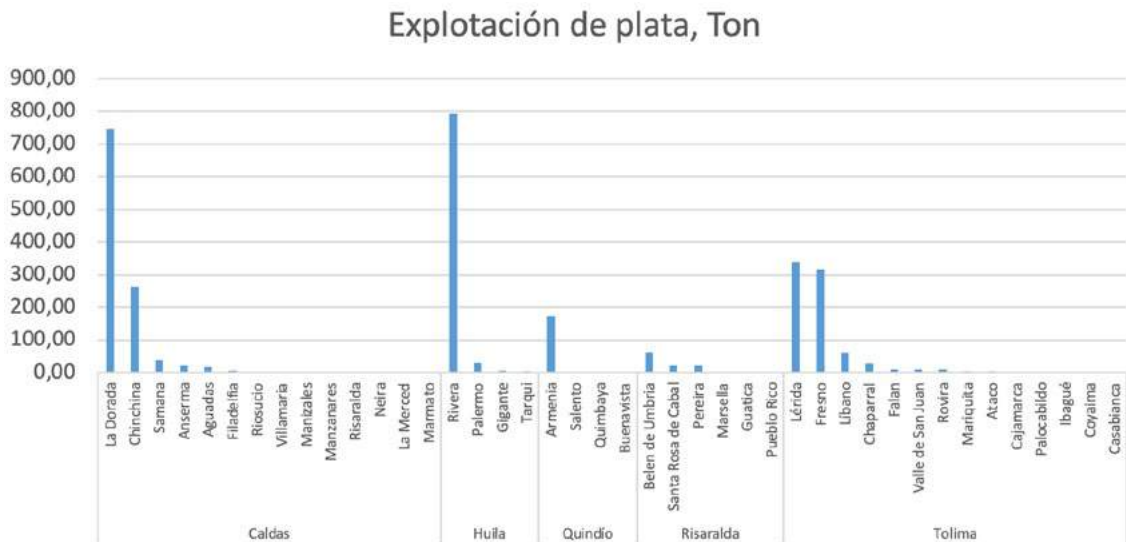
Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

Figura 48. Explotación anual de plata a nivel departamental



Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

Figura 49. Explotación anual de plata a nivel municipal, sin incluir Norcasia



Fuente: Adaptación de Agencia Nacional Minera (2017)

El ENA (2018) reporta el análisis de vertimientos de mercurio al agua y suelo. Para las subzonas hidrográficas de interés, el ENA (2018) reportó la categoría media en: Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena; Río Frío y Otros Directos al Cauca; Río San Juan Alto y la categoría baja en 25 subzonas hidrográficas, a saber: Ríos Directos al Magdalena (mi); Río Páez; Ríos directos Magdalena (md); Río Yaguará y río Íquira; Juncal y otros ríos directos al Magdalena; Río Neiva; Río Fortalecillas y otros; Río Baché; Río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena; Río Coello; Río Totare; Alto Saldaña; Río Atá; Medio Saldaña; Río Amoyá; Río Tetuán, río Ortega; Bajo Saldaña; Río Gualí; Río La Miel (Samaná); Río La Vieja; Río Otún y otros directos al Cauca; Río Risaralda; Río Chinchiná; Río Tapias y otros Directos al Cauca; Río Arma.

### ***Conflictos de tipo minero***

La relación conflictiva entre minería y territorio está dada por los impactos medioambientales que supone el trabajo minero, pero también por el ciclo económico de la minería, la relación empresa - Estado y los procesos de negociación con las comunidades locales (Jordán, 2008).

Terridata (2020), reporta para el año 2012 las áreas por conflicto minero que se resumen en la tabla 28 para los departamentos evaluados. A nivel municipal, sólo se reportan áreas en conflicto para los municipios descritos en la tabla 29. Por otra parte, las áreas reportadas en el SIAC (2020) de proyectos mineros y su localización geográfica se muestran en el mapa de la figura 50.

**Tabla 28.** *Áreas departamentales por conflicto de tipo minero, 2012*

<b>Departamento</b>	<b>Área conflicto Minero, ha</b>
Caldas	68,0
Huila	52,6
Quindío	0,0
Risaralda	0,0
Tolima	187,0
Subtotal	307,6

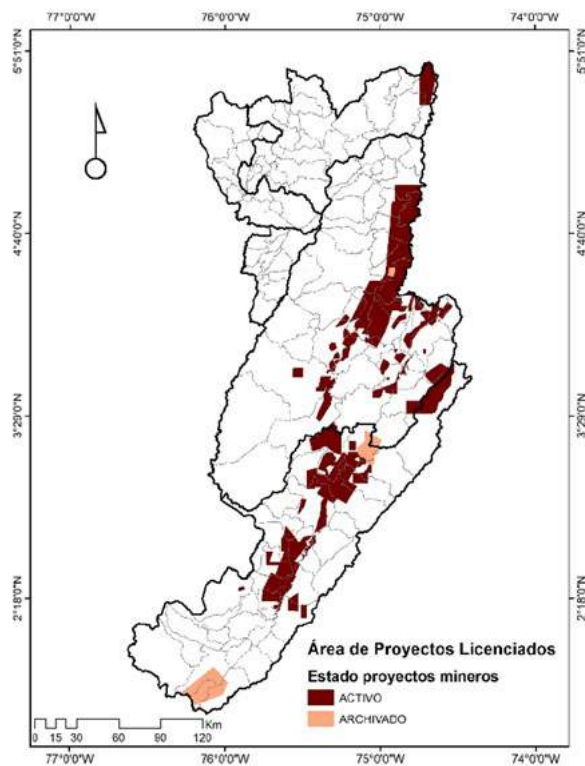
Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Tabla 29. Áreas municipales por conflicto de tipo minero, 2012

Departamento	Municipio	Área conflicto Minero, ha
Tolima	San Luis	111,45
Caldas	Marmato	50,42
Tolima	Ataco	38,36
Tolima	Chaparral	37,21
Huila	Neiva	32,34
Huila	Baraya	20,21
Caldas	Victoria	8,81
Caldas	Supía	8,78

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Figura 50. Área de proyectos mineros licenciados.



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

### **Conflicto por sobreutilización o subutilización**

Los conflictos de uso de la tierra son producto de la discrepancia entre el uso que se le da al suelo y aquel que debería dársele, según la oferta ambiental. Estos conflictos son causados por la desigualdad en la distribución de las tierras, el predominio de intereses particulares sobre los intereses colectivos y el manejo no planificado de la relación uso - tierra en una determinada región (IGAC y CORPOICA, 2002). Los conflictos de uso de la tierra se presentan cuando las tierras son utilizadas inadecuadamente por sobreutilización o subutilización:

El conflicto por sobreutilización, según el IGAC y Corpoica (2002), comprende las tierras donde el uso actual es más intenso, en comparación con la vocación de uso principal natural, según sus características agroecológicas.

El conflicto por subutilización abarca las tierras donde el uso es inferior, en comparación con la vocación de uso o los usos compatible (IGAC y Corpoica, 2002).

El análisis de la información reportada por Terridata (2020) permite estimar las áreas en conflicto por sobreutilización o subutilización en los 5 departamentos evaluados, que se resumen en la tabla 30.

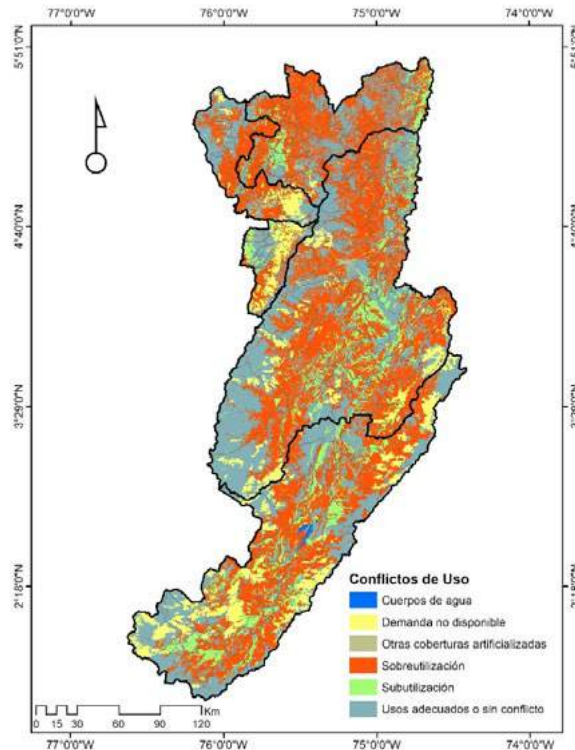
**Tabla 30.** *Áreas departamentales por conflicto, 2012*

<b>Departamento</b>	<b>Sobreutilización, ha</b>	<b>Subutilización, ha</b>
Caldas	355.479	61.010
Huila	641.900	193.508
Quindío	45.400	18.395
Risaralda	99.187	6.083
Tolima	875.881	205.917
Subtotal	2.017.846	484.912

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

La figura 51 compila los conflictos de uso de suelo según el IGAC (2020), se dan por la diferencia entre el uso del medio natural y el uso que debería tener según las potencialidades y restricciones ambientales, ecológicas, culturales, sociales y económicas.

**Figura 51.** Conflictos de uso del suelos.



Fuente: Adaptación de IGAC (2020)

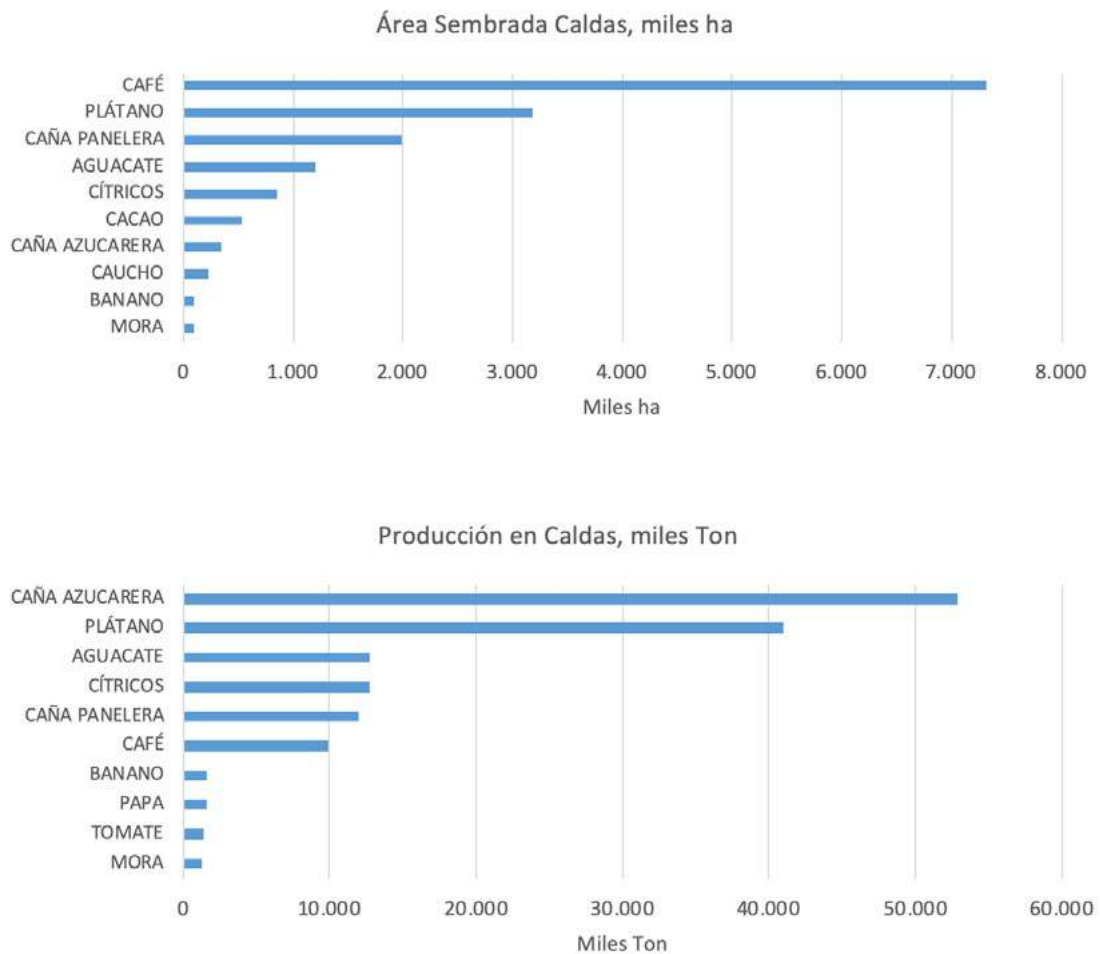
Según Terridata (2020), los mayores valores en conflicto por sobreutilización se presentan en: Chaparral, Ortega, Ibagué (Tolima); Colombia y Neiva (Huila). Por otra parte, la mayor cantidad de áreas en conflicto por subutilización se presentan en: La Dorada (Caldas); Guamo, Chaparral y Coyaima (Tolima); y Pitalito (Huila).

### **Producción agrícola y uso de agroquímicos**

A partir de reportes de Agronet (2020), se determinó el área sembrada y la producción agrícola en los departamentos objeto de análisis. La figura 52 presenta la información de áreas sembradas y la producción para los principales productos agrícolas de Caldas: Café, plátano y caña panelera encabezan las listas en producción.

Los agroquímicos asociados al cultivo de estos productos se identificaron a partir de la revisión de estudios y reportes de entidades gubernamentales, así como la revisión de fichas técnicas de agroquímicos. Para los cultivos de mayor producción, los principales agroquímicos asociados son: Clorpirifos, Pendimetalina, Paraquat, Carbendazim y Picloran.

**Figura 52.** Estadísticas de producción agrícola en Caldas, 2018

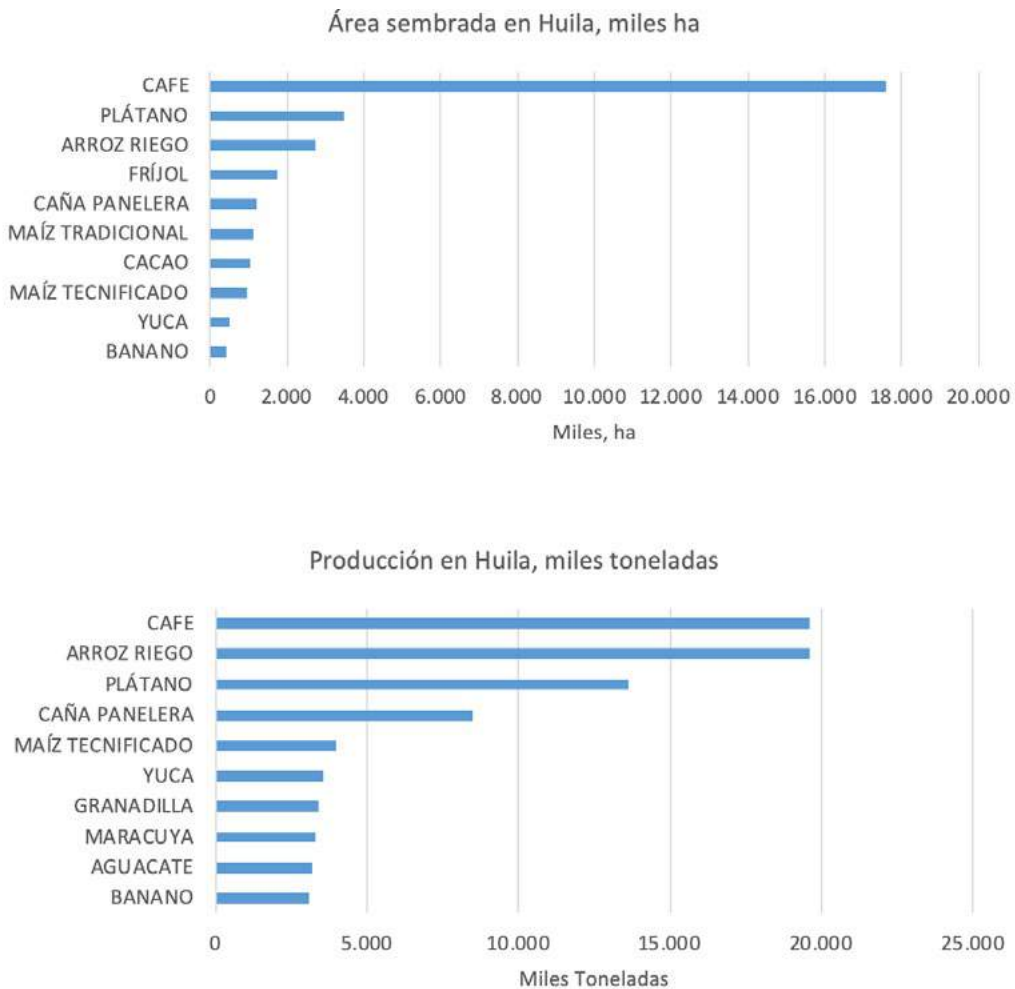


Fuente: Adaptación de Agronet (2020)



La figura 53 presenta las estadísticas de producción en Huila. El arroz es el cultivo con mayor participación, seguido del plátano, café, caña panelera y maíz. Se realizó una revisión de la literatura a partir de estudios, reportes oficiales, fichas técnicas y encuestas, de los agroquímicos mayormente empleados en el cultivo de estos alimentos evidenciándose que son: Paraquat; Glifosato; Clorpirifos; Pendimetalina; Diuron y Carbendazim.

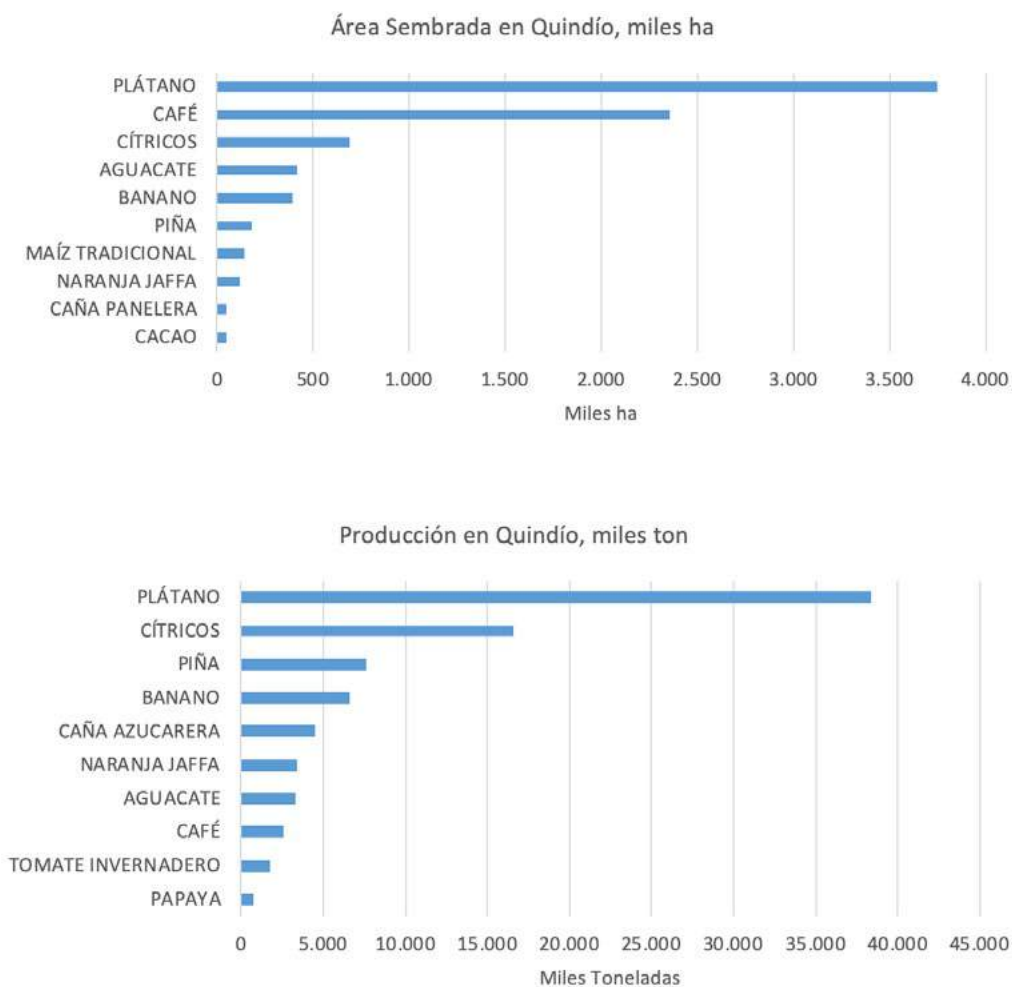
**Figura 53.** Estadísticas de producción agrícola en Huila, 2018



Fuente: Adaptación de Agronet (2020)

Las estadísticas de producción agrícola de cultivos se presentan en la figura 54 para Quindío. En este departamento, los reportes indicaron que plátano, banano y café son los principales productos agrícolas cultivados. A partir de la revisión de estudios, reportes oficiales, fichas técnicas y encuestas (ICA, 2011; ICA, 2018; ICA, 2019), se identificaron los agroquímicos mayormente empleados en el cultivo de estos alimentos, encontrándose que son: Glifosato, Clorpirifos, Paraquat y Diuron, entre otros.

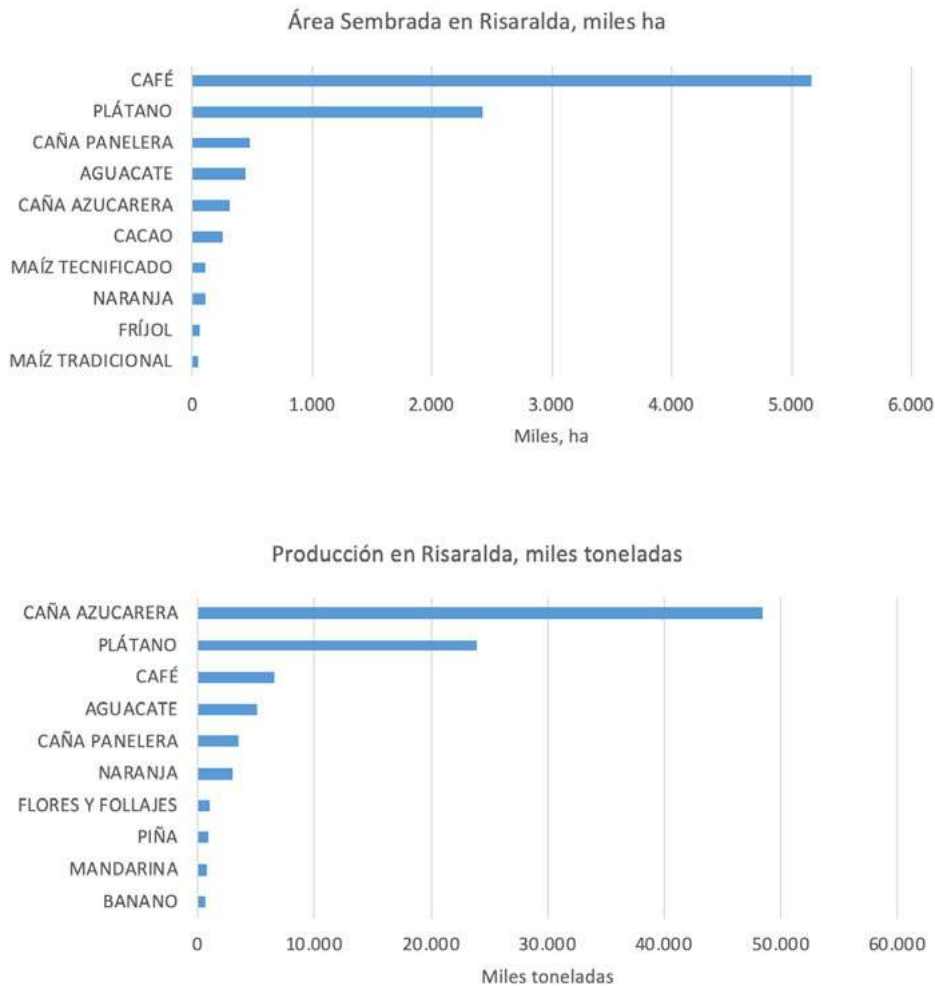
**Figura 54.** Estadísticas de producción agrícola en Quindío, 2018



Fuente: Adaptación de Agronet (2020)

Las estadísticas de producción para Risaralda se presentan en la figura 55. La caña, el plátano y el café son los principales productos agrícolas cultivados en Risaralda. Se realizó una revisión de la literatura para identificar los principales agroquímicos asociados a estos cultivos; se encontraron sustancias de uso común tales como: Clorpirifos, Pendimetalina, Paraquat, Carbendazim y Picloran. Sin embargo, es posible que otras sustancias se empleen, pero no se identifiquen ya que su uso no se reporta adecuadamente o se realiza de forma clandestina.

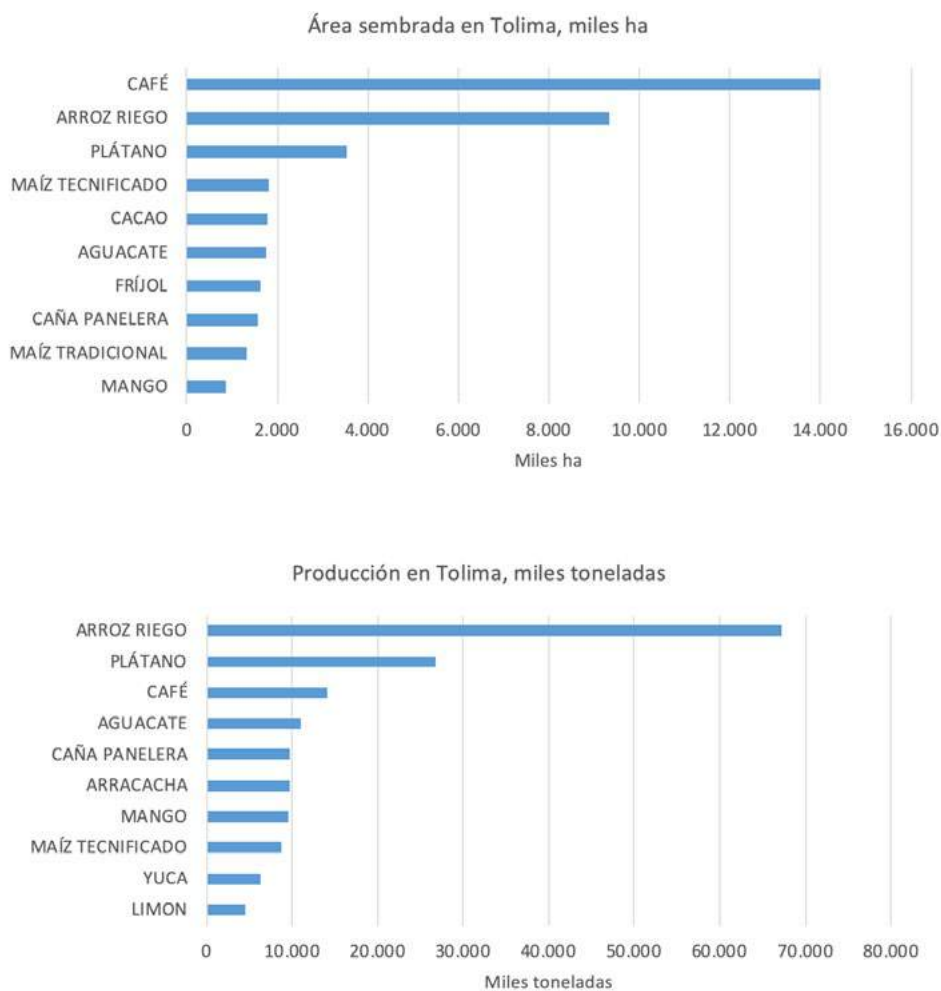
**Figura 55.** Estadísticas de producción agrícola en Risaralda, 2018



Fuente: Adaptación de Agronet (2020)

La figura 56 resume las estadísticas de producción agrícola de los principales productos de Tolima. El arroz es el cultivo con mayor participación en la producción total departamental, seguido de plátano, café, caña panelera y maíz. A partir de la revisión de estudios, reportes oficiales, fichas técnicas y encuestas (ICA, 2019), se identificaron los agroquímicos mayormente empleados en el cultivo de estos alimentos: Mancozeb, Paraquat, Glifosato, Clorpirifos, Pendimetalina, Atrazina y Diuron.

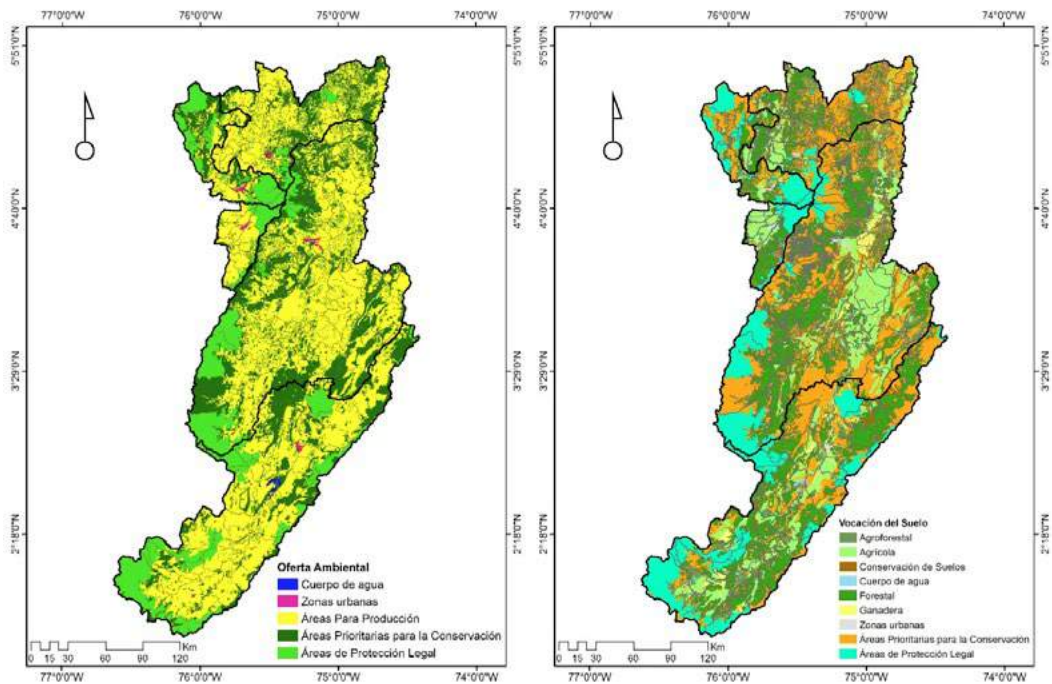
**Figura 56.** Estadísticas de producción agrícola en Tolima, 2018



Fuente: Adaptación de Agronet (2020)

La figura 57 ilustra la oferta ambiental del territorio que muestra las áreas para la producción; se incluye, además, el mapa de vocación del suelo, según la información del IGAC (2020), que representa las áreas con vocación agroforestal, agrícola, ganadera; también, las áreas de conservación de suelos, áreas prioritarias de conservación y de protección legal.

**Figura 57.** Oferta ambiental y vocación del suelo



Fuente: Adaptación de ICAG (2020)

☞ Indicadores de estado

## Ecosistemas estratégicos

---

Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), los ecosistemas estratégicos ofrecen bienes y servicios ambientales esenciales para el desarrollo sostenible, regulan procesos ecológicos fundamentales como el clima y el ciclo del agua, limpian el aire, agua y suelos, y conservan la biodiversidad.

Teniendo como referente biodiversidad de la región evaluada, y los bienes y servicios ecosistémicos que presta, los ecosistemas estratégicos de mayor importancia son: páramos, humedales, bosque alto andino, bosque seco tropical. La tabla 31 resume la contribución de ecosistemas estratégicos. Por otra parte, la figura 58 ilustra la distribución geográfica de páramos, humedales, áreas protegidas en RUNAP; se incluyen las prioridades de conservación según el CONPES 3680.

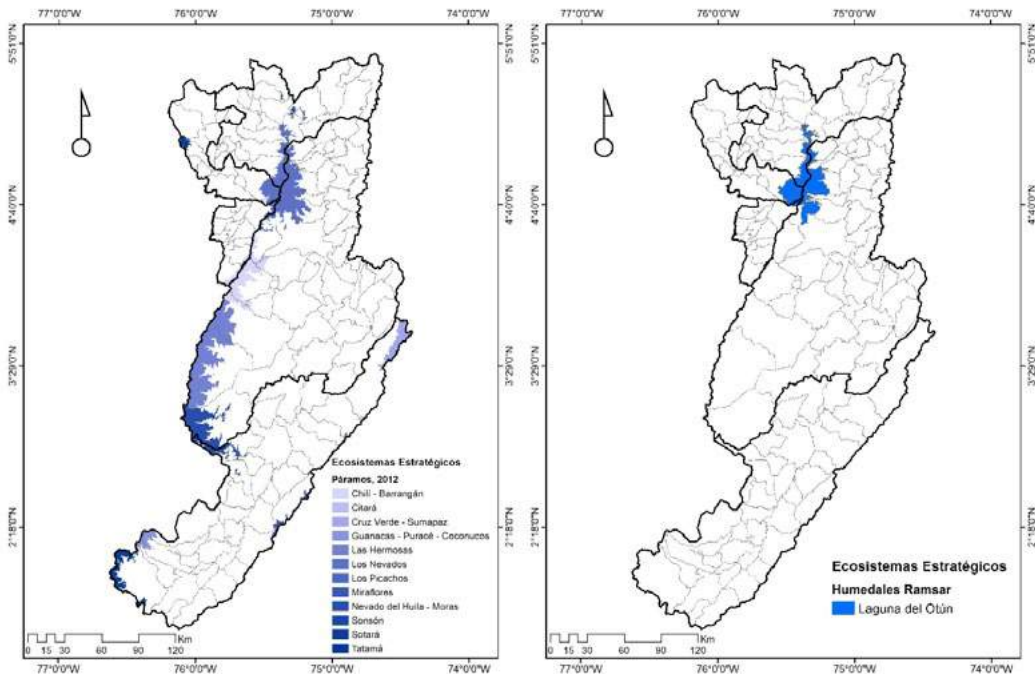
Estos 5 departamentos concentran el 18% de los páramos del país, 9% del Bosque Seco Tropical, 5% de las Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) y 3% de la superficie de ecosistemas estratégicos del país.

**Tabla 31.** Ecosistemas estratégicos, 2016-2017

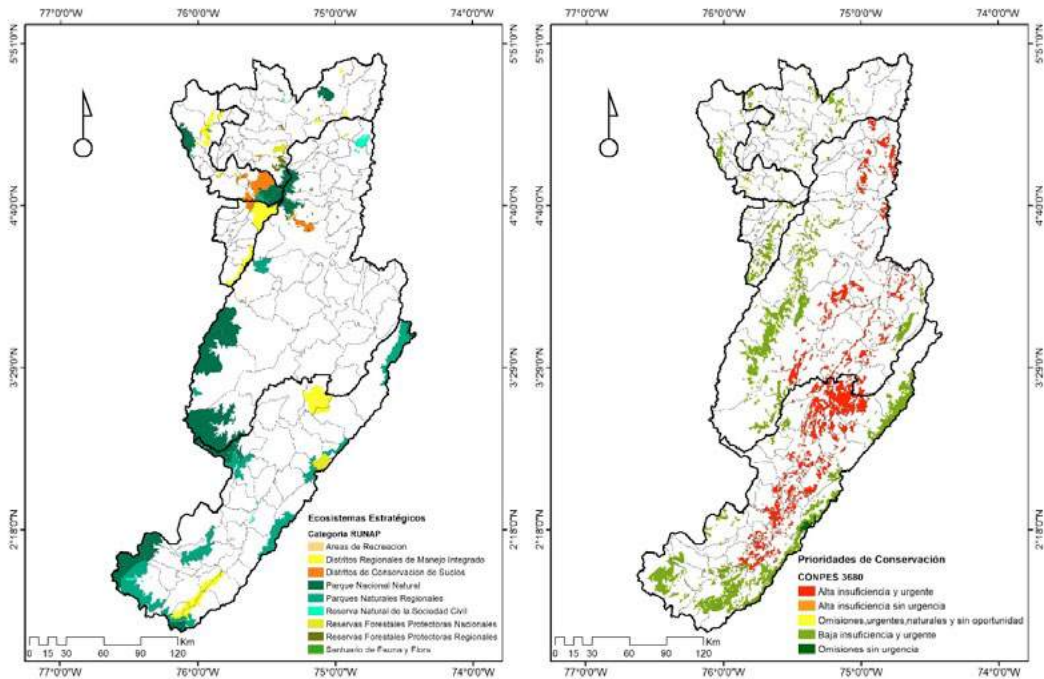
Entidad	Superficie, ha					Ecosistemas Estratégicos
	Páramos	Humedales	Bosque Seco Tropical	Bosque	Áreas SINAP	
Colombia	2.909.045	21.925.613	710.363	59.312.254	16.230.356	25.834.642
Caldas	37.144	14.439	2.339	146.712	35.115	53.922
Huila	104.489	38.846	15.162	466.718	358.505	158.497
Quindío	19.455	1.069	149	50.891	43.199	30.592
Risaralda	25.560	3.267	1.765	134.928	89.684	20.673
Tolima	345.897	37.991	43.574	418.162	250.506	427.462
Subtotales	532.546	95.611	62.989	1.217.411	777.010	691.146

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

**Figura 58.** Ecosistemas estratégicos.





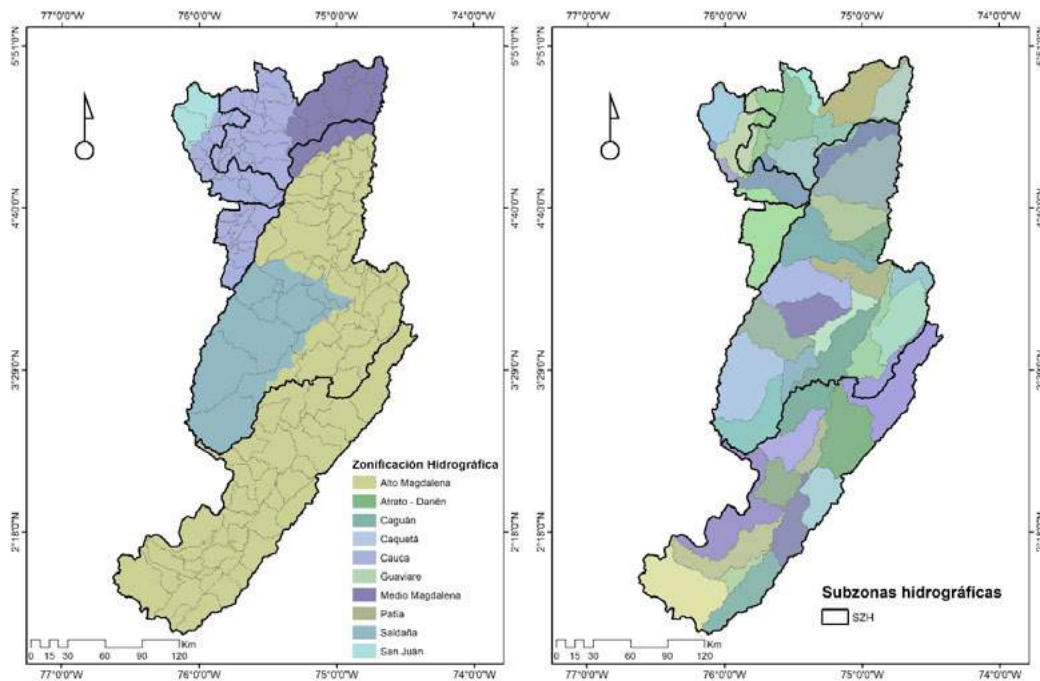


Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

## Cuencas hidrográficas

El ENA (2018) presenta el análisis de los principales indicadores relacionados con las zonas y subzonas hidrográficas en el país. Para los departamentos objeto de análisis, las zonas hidrográficas se ilustran en la figura 59 y las subzonas se resumen en la tabla 32.

Figura 59. Zonificación hidrográfica, 2013



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

Los indicadores de las subzonas hidrográficas son evaluados en el ENA; la información reportada en los dos últimos estudios -ENA 2014 (IDEAM, 2015) y ENA 2018 (IDEAM, 2019)- contempla información clave que permite comprender el estado de las cuencas.

### Oferta hídrica e indicadores del régimen hidrológico

La oferta hídrica total superficial, según el ENA (2014), hace referencia al “volumen de agua que escurre por la superficie e integra los sistemas de drenaje superficial. Es el agua que fluye por la superficie de suelo, que no se infiltra o se evapora y se concentra en los cauces de los ríos y/o en los cuerpos de agua lénticos” (p.49).

El ENA (2018) estimó la oferta total para las subzonas hidrográficas relacionadas en la tabla 32, la cual anualmente asciende a 76.587 millones  $m^3$  en año medio; 30.278 millones  $m^3$  en año seco y 169.754 millones  $m^3$  en año húmedo.

Tabla 32. Subzonas hidrográficas

	Área hidrográfica	No ZH	ZH- Zona Hidrográfica	No SZH	SZH- Subzona hidrográfica	Departamento
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2101	Alto Magdalena	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2102	Río Timaná y otros directos al Magdalena	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2103	Río Suaza	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2105	Río Páez	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2106	Ríos directos Magdalena (md)	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2108	Río Yaguará y Río Iquira	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2109	Juncal y otros Ríos directos al Magdalena	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2110	Río Neiva	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2111	Río Fortalecillas y otros	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2112	Río Baché	Huila
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2113	Río Aipe, Río Chenche y otros directos al Magdalena	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2114	Río Cabrera	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2115	Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md)	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2116	Río Prado	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2119	Río Sumapaz	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2121	Río Coello	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2122	Río Opía	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2124	Río Totare	Tolima
2	Magdalena Cauca	21	Alto Magdalena	2125	Río Lagunilla y Otros Directos al Magdalena	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2201	Alto Saldaña	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2202	Río Atá	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2203	Medio Saldaña	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2204	Río Amoyá	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2206	Río Tetuán, Río Ortega	Tolima
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2207	Río Cucuana	Tolima

	Área hidrográfica	No ZH	ZH- Zona Hidrográfica	No SZH	SZH- Subzona hidrográfica	Departamento
2	Magdalena Cauca	22	Saldaña	2208	Bajo Saldaña	Tolima
2	Magdalena Cauca	23	Medio Magdalena	2301	Río Gualí	Tolima
2	Magdalena Cauca	23	Medio Magdalena	2302	Río Guarinó	Caldas
2	Magdalena Cauca	23	Medio Magdalena	2304	Directos Magdalena entre Ríos Guarinó y La Miel (mi)	Caldas
2	Magdalena Cauca	23	Medio Magdalena	2305	Río La Miel (Samaná)	Caldas
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2612	Río La Vieja	Quindío, Risaralda
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2613	Río Otún y otros directos al Cauca	Caldas, Risaralda
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2614	Río Risaralda	Caldas, Risaralda
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2615	Río Chinchiná	Caldas
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2616	Río Tapias y otros directos al Cauca	Caldas
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	Caldas
2	Magdalena Cauca	26	Cauca	2618	Río Arma	Caldas
5	Pacífico	54	San Juan	5401	Río San Juan Alto	Risaralda

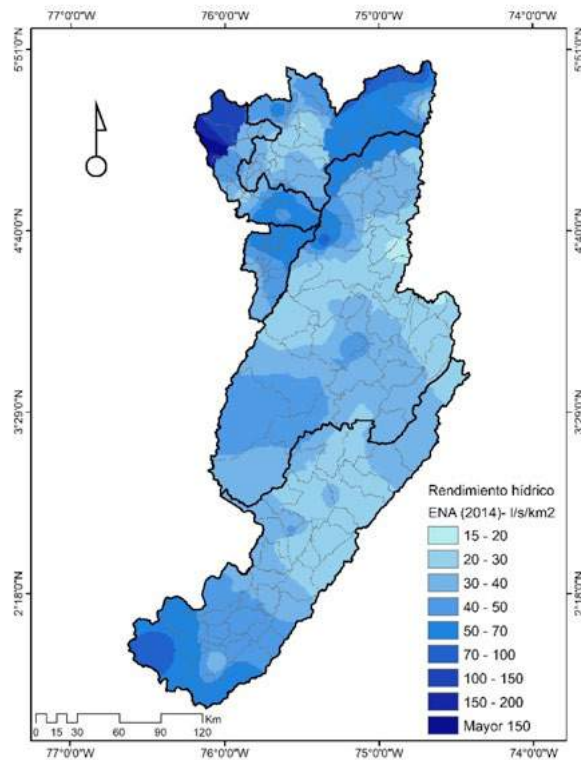
Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

Por su parte, la oferta hídrica disponible, según el ENA (2014), es “el volumen de agua promedio que resulta de sustraer a la oferta hídrica total superficial, el volumen de agua que garantizaría el uso para el funcionamiento de los ecosistemas y de los sistemas fluviales” (p.49). Para las subzonas hidrográficas de la tabla 32, el ENA (2018) estimó la oferta hídrica disponible así: 41.546 millones m<sup>3</sup> en año medio; 16.181 millones m<sup>3</sup> en año seco y 92.926 millones m<sup>3</sup> en año húmedo.

El análisis de variabilidad de la oferta hídrica, según el ENA (2018), es alta en las siguientes subzonas: Ríos directos Magdalena (md); Río Yaguará y Río Íquira; Juncal y otros ríos directos al Magdalena; Río Neiva; Río Fortalecillas y otros; Río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena; Río Prado; Río Atá; Medio Saldaña; Río Amoyá; Río Tetuán, Río Ortega; Río La Vieja; Río Otún y otros directos al Cauca; Río Risaralda; Río Tapias y otros Directos al Cauca; Río Frío y Otros Directos al Cauca.

La figura 60 resume el rendimiento hídrico según los resultados del ENA (2014), el cual representa la cantidad de agua por unidad de superficie en un intervalo de tiempo dado ( $l/s/km^2$ ). En el orden nacional se estima un rendimiento hídrico de  $56 l/s/km^2$ ; este rendimiento hídrico está por encima del promedio mundial ( $10 l/s-km^2$ ) y del rendimiento latinoamericano ( $21 l/s-km^2$ ); sin embargo, el área hidrográfica Magdalena-Cauca tiene rendimientos promedio más bajos con  $31,7 l/s-km^2$  (ENA, 2014).

**Figura 60.** Rendimiento hídrico - ( $l/s/km^2$ ), ENA 2014



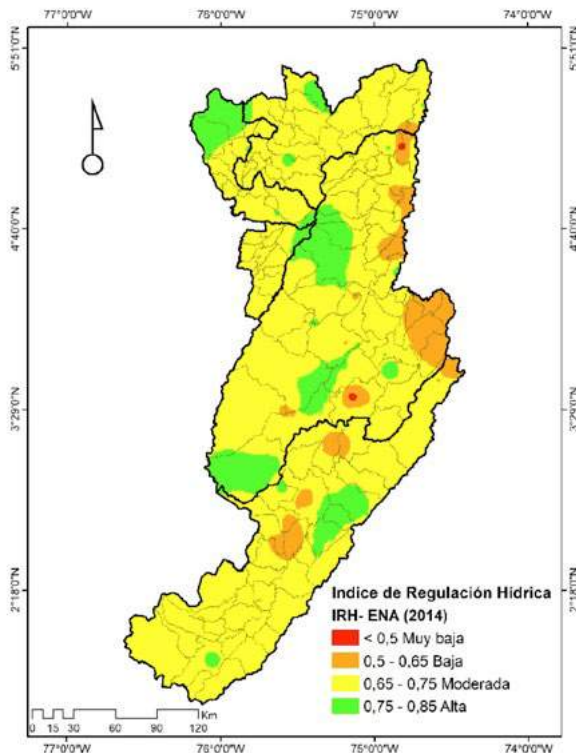
Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

### ***Índice de regulación hídrica***

El Índice de Retención y Regulación Hídrica (IRH) está asociado al régimen natural y mide la cantidad de agua que puede retener la cuenca, clave en los indicadores de régimen hidrológico en una cuenca. “Su estimación resulta de la relación entre el volumen representado por el área que se encuentra por debajo de la línea del caudal medio y el correspondiente al área total bajo la curva de duración de caudales diario” (IDEAM, 2010, p.67).

La figura 61 presenta el IRH según el ENA (2014). El IRH es bajo en las subzonas hidrográficas del Río Yaguará y Río Iquira; y Río Sumapaz. Por su parte, es moderado en 36 subzonas hidrográficas en el área de estudio. En el ENA (2018) se reportan valores bajos en Río Yaguará y río Íquira; Río Aipe, Río Chenche y otros Directos al Magdalena; Río Sumapaz y Río Guarinó.

**Figura 61.** *Índice de Retención y Regulación Hídrica, ENA 2014*



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

### ***Índice de vulnerabilidad al desabastecimiento hídrico***

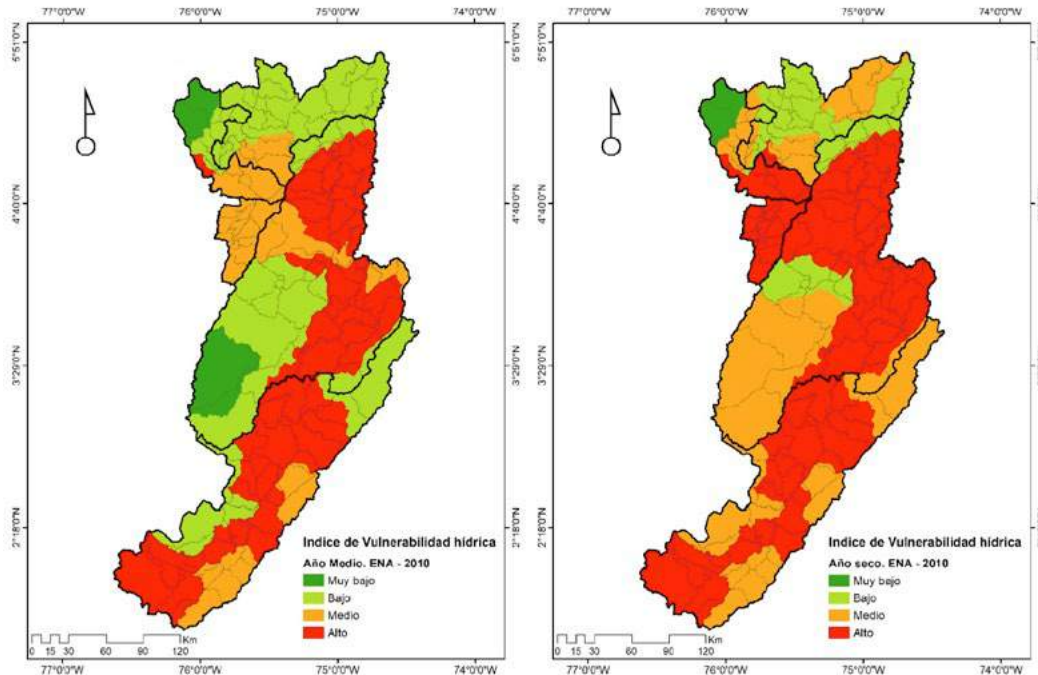
El Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento Hídrico (IVH), según el IDEAM (2014), “permite identificar el grado de fragilidad del sistema hídrico para mantener una oferta para el abastecimiento de agua, que ante amenazas – como periodos largos de estiaje o eventos como el Fenómeno cálido del Pacífico (El Niño)– podrá generar riesgos de desabastecimiento” (p.361).

La figura 62 muestra el IRH según el ENA 2010 (IDEAM, 2010) para año medio y seco, que es la información más reciente disponible en el SIAC (2020). Sin embargo, según el reporte

del ENA (2014), el IVH es muy alto en las subzonas hidrográficas del Río Yaguará y Río Iquirá; Juncal y otros Ríos directos al Magdalena; alto en 13 subzonas hidrográficas, concentradas en Huila y Tolima.

En el ENA (2018) se reportaron las siguientes subzonas hidrográficas con un IVH muy alto, para año medio: Ríos Directos al Magdalena (mi); Ríos Directos Magdalena (md); Río Yaguará y río Íquirá; y para año seco, además de las anteriores, las siguientes: Juncal y otros ríos directos al Magdalena; Río Neiva; Río Fortalecillas y otros; Río Luisa y otros directos al Magdalena; Río Opía; Río Totare; Bajo Saldaña.

**Figura 62.** Índice de Vulnerabilidad al Desabastecimiento hídrico, ENA 2010



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)



### ***Fuentes abastecedoras de acueductos – Abacos***

El ENA (2018) realiza un análisis las cabeceras municipales susceptibles al desabastecimiento en temporada seca y la potencialidad de uso de aguas subterráneas. Los resultados para los departamentos objeto de análisis se ilustran en las tablas desde la 33 hasta la 37; es así como se reportan con riesgo de desabastecimiento en temporada seca: 11 cabeceras municipales en Caldas, 7 en Huila, 7 en Quindío, 3 en Risaralda y 3 en Tolima.

**Tabla 33.** Cabeceras municipales en Risaralda susceptibles al desabastecimiento en temporada seca

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Balboa	2608	Ríos Pescador - RUT - Chanco - Catarina y Cañaveral	Quebrada La Eme	x		Baja
Guática	2614	Río Risaralda	Quebrada Samaria Quebrada La Pira o La Cabaña Quebrada Betania		x	Baja
La Virginia	2614	Río Risaralda	Río Totui	x		Baja

Fuente: ENA (2018)



**Tabla 34.** Cabeceras municipales en Caldas susceptibles al desabastecimiento en temporada seca

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Anserma	2614	Río Risaralda	Quebrada Tamarvía			Baja
			Río Cauya			
			Río de Oro		x	
			Quebrada Tablaroja			
Belalcázar	2614	Río Risaralda	Quebrada Partidas			Baja
			Quebrada Santa Inés - Sanjón Hondo		x	
			Quebrada La Laguna			
La Dorada	2304	Directos Magdalena entre ríos Guarinó y La Miel	Quebrada Canoas			Alta
			Río Guarinó		x	
La Merced	2616	Río Tapias y otros Directos al Cauca	Río Magdalena			Baja
			Quebrada Santana		x	
Manzanares	2302	Río Guarinó	Quebrada La Isabel			Baja
			Quebrada El Rosario		x	
			Quebrada El Ceibo			
Marquetalia	2305	Río La Miel (Samaná)	Quebrada El Palo			Baja
			Quebrada El Rosario		x	
Neira	2616	Río Tapias y otros Directos al Cauca	Río San Juan		x	Baja
			Quebrada Berlín			
			Quebrada San Juan		x	
			Quebrada Floresta			

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Pensilvania	2305	Río La Miel (Samaná)	Quebrada El Popal			Baja
			Quebrada El Dorado		x	
Riosucio	2617	Río Frío y otros Directos al Cauca	Río Riosucio			Baja
			Quebrada Cuerera			
			Quebrada La Robada			
			Quebrada Silverio		x	
			Quebrada Piscina		x	
			Quebrada La Palma o Sedal		x	
		Quebrada Cambia				
		Quebrada Los Manzanos				
Salamina	2616	Río Tapias y otros Directos al Cauca	Quebrada Chagualito			Baja
			Quebrada El Uvito		x	
Villamaría	2615	Río Chinchiná	Microcuenca Quebrada Chupaderos			Baja
			Microcuenca Quebrada Chupaderitos		x	
			Quebrada Cartagena			

Fuente: ENA (2018)

**Tabla 35.** Cabeceras municipales en Quindío susceptibles al desabastecimiento

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Armenia	2612	Río La Vieja	Río Quindío Quebrada La Víbora	x		Alta
Circasia	2612	Río La Vieja	Río Roble Río Quindío Quebrada Arenosa Quebrada Las Águilas Quebrada El Silencio Quebrada Villa Dora Quebrada La Marina Quebrada El Bosque	x		Alta
Filandia	2612	Río La Vieja	Quebrada Bolillos	x		Alta
La Tebaida	2612	Río La Vieja	Río Quindío	x		Alta
Montenegro	2612	Río La Vieja	Río Roble Quebrada Soledad Quebrada Turín Quebrada La Paloma Quebrada Porvenir	x		Alta
Quimbaya	2612	Río La Vieja	Quebrada Buenavista	x		Alta
Salento	2612	Río La Vieja	Quebrada Cruz Gorda Quebrada Bolivia Quebrada Cristalina Quebrada Corozal	x		Alta

Fuente: ENA (2018)

**Tabla 36.** Cabeceras municipales en Huila susceptibles al desabastecimiento en temporada seca

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Agrado	2104	Ríos Directos al Magdalena (mi)	Quebrada Yaguilga	x		Media
Íquira	2108	Río Yaguará y río Íquira	Quebrada Ibirco	x		Media
La Argentina	2105	Río Páez	Quebrada El Pueblo Quebrada Garruchal	x		Baja
Nátaga	2105	Río Páez	Quebrada El Lindero Quebrada El Orozco	x		Media
San Agustín	2101	Alto Magdalena	Quebrada El Quebradon	x		Baja
Tesalia	2105	Río Páez	Quebrada Los Limones	x		Media
			Quebrada El Bombón			
			Quebrada Benito			
			Quebrada La Venta			
			Reservorio Los Conejos			
Villavieja	2111	Río Fortalecillas y otros	Río Magdalena	x		Media

Fuente: ENA (2018)

Tabla 37. Cabeceras municipales en Huila susceptibles al desabastecimiento

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Alvarado	2124	Río Totaré	Río Alvarado	x		Alta
Ambalema	2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	Río Magdalena	x		Media
Armero Guayabal	2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	Río Jiménez Quebrada Los Morales	x		Media
Ataco	2203	Medio Saldaña	Quebrada Paipita Tres (3) Pozos profundos	x		Media
Cajamarca	2121	Río Coello	Quebrada Chorros Blancos Quebrada Dos Quebradas	x		Baja
Carmen de Apicalá	2119	Río Sumapaz	Quebrada Agua Negra Quebrada Palmara Quebrada Oloche	x		Media
Chaparral	2206	Río Tetuín, río Ortega	Río Amoya	x		Media
Coello	2121	Río Coello	Quebrada La Lucha	x		Media
Coyaima	2208	Bajo Saldaña	Río Magdalena	x		Media
Cunday	2116	Río Prado	Quebrada Miravalles Quebrada El Coco Quebrada La Enramada Quebrada El Papayal Quebrada Madroñal Quebrada Cocorinto	x		Baja
Dolores	2115	Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz	Quebrada Miravalle Quebrada El Salado	x		Media
Espinal	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Río Coello	x		Media
Flandes	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Río Magdalena	x		Media

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Fresno	2301	Río Gualí	<u>Quebrada Guarumo</u> <u>Quebrada San Antonio</u> <u>Quebrada La Granja</u> <u>Quebrada La Florida</u> <u>Quebrada La Moya</u>	x		Baja
Guamo	2208	Bajo Saldaña	Río Luisa	x		Media
Herveo	2301	Río Gualí	<u>Río Sucio</u> <u>Quebrada Padilla</u> <u>Río Medina</u> <u>Quebrada Yolombal</u> <u>Quebrada Agua Blanca</u> <u>Quebrada Matadero</u>	x		Baja
Honda	2301	Río Gualí	<u>Río Sucio</u> <u>Quebrada Padilla</u> <u>Río Medina</u> <u>Quebrada Yolombal</u> <u>Quebrada Agua Blanca</u> <u>Quebrada Matadero</u>	x		Media
Ibagué	2124	Río Totaré	Río Combeima	x		Alta
Lérida	2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	Río Recio	x		Media
Mariquita	2301	Río Gualí	<u>Río Sucio</u> <u>Quebrada Padilla</u> <u>Río Medina</u> <u>Quebrada Yolombal</u> <u>Quebrada Agua Blanca</u> <u>Quebrada Matadero</u>	x		Media
Melgar	2119	Río Sumapaz	<u>Quebrada La Melgara</u> <u>Río Sumapaz</u> <u>Río Juan López</u>	x		Media
Natagaima	2113	Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	Río Anchique	x		Media
Ortega	2206	Río Tetuín, río Ortega	Quebrada Anaba	x		Media

Cabecera municipal	SZH	Nombre de subzona hidrográfica	Nombre de fuente hídrica abastecedora	Área de afectación		Potencialidad de uso aguas subterráneas
				Urbano	Urbano y rural	
Piedras	2124	Río Totaré	Río Opía	x		Alta
Prado	2116	Río Prado	Quebrada Mojaco	x		Media
			Quebrada Chonto			
			Quebrada Miravalles			
			Quebrada El Coco			
			Quebrada La Enramada			
			Quebrada El Papayal			
			Quebrada Madroñal			
Purificación	2113	Río Aipe, río Chenche y otros Directos al Magdalena	Río Magdalena	x		Media
Rovira	2118	Río Luisa y otros directos al Magdalena	Río Luisa	x		Baja
Saldaña	2208	Bajo Saldaña	Pozo 1 Planta o Pila Pública	x		Media
			Pozo 5 Subestación			
			Pozo 3 Mirador Palmar			
San Luis	2207	Río Cucuana	Quebrada El Cobre	x		Alta
			Río Luisa			
Suárez	2115	Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz	Quebrada Batatas	x		Alta
Valle de San Juan	2118	Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Quebrada La Liga	x		Alta
Venadillo	2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	Río Totaré	x		Media
			Río Recio			
Villarrica	2116	Río Prado	Río Cuindecito	x		Baja

### ***Usos del agua e Índice de Uso de Agua (IUA)***

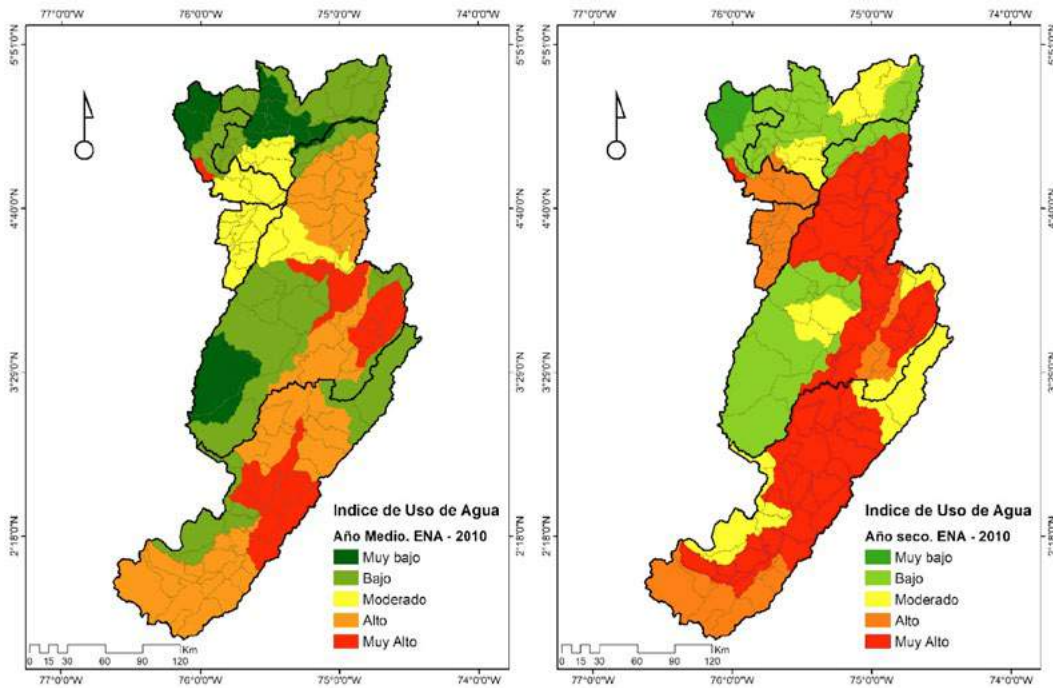
La mayoría de las cuencas pertenecen al Área Hidrográfica del Magdalena Cauca. En esta región, la demanda hídrica de las actividades socioeconómica ha sido estimada por el ENA (2014), según los usos del agua, así: Agrícola, 46,2%; Energía hidroeléctrica, 22,9%; Doméstico, 10,9%; Pecuario, 9,5%; acuícola, 5,8%; minería, 1,6%; servicios, 1,3%; industria, 1,2%; hidrocarburos, 0,4%; y construcción, 0,1%.

Para las subzonas hidrográficas de la tabla 32, el ENA (2018) calculó la demanda hídrica en 7.255 millones m<sup>3</sup> por año. El IUA, según el IDEAM (2014), “corresponde a la cantidad de agua utilizada por los diferentes sectores usuarios, en un período determinado (anual, mensual) y por unidad espacial de subzona hidrográfica y cuencas abastecedoras de acueductos en relación con la oferta hídrica superficial disponible para las mismas unidades de tiempo y espaciales” (p.358).

Este índice para los años secos y medios, según el ENA (2010) se ilustra en la figura 63, información disponible en SIAC (2020). Sin embargo, el ENA (2014) indica que, para año medio, se presentan valores críticos en las subzonas hidrográficas del Huila, como son: Río Yaguará y Río Iquira, Juncal y otros Ríos directos al Magdalena. Para año seco, se presentan valores críticos además de las subzonas anteriores, en el Huila en: Ríos directos Magdalena (md) y Río Neiva; mientras que para el Tolima los valores son críticos en: Río Prado, Río Luisa y otros directos al Magdalena, Río Opía, Río Lagunilla y Otros directos al Magdalena, y Bajo Saldaña.



Figura 63. Índice de Uso de Agua, ENA 2010



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

En el ENA (2018) se reportan IUA críticos en año medio en: Ríos directos al Magdalena (mi), Río Yaguará y Río Íquira; mientras que, en año seco, además de los anteriores se incluyen: Juncal y otros ríos directos al Magdalena, Río Neiva, Río Fortalecillas y otros, Río Luisa y otros directos al Magdalena, Río Opía, Río Totare, Bajo Saldaña.

## **Huella hídrica e indicadores de contaminación del agua**

### ***Huella hídrica***

El ENA (IDEAM, 2015; 2019) incorporó el análisis de la huella hídrica que permite estimar el contenido de agua oculta en cualquier bien o servicio; el agua consumida y contaminada, y sus usos directos e indirectos en procesos antrópicos. La figura 64 resume los indicadores de huella hídrica verde; mientras que la figura 65, la huella hídrica azul, según el ENA (2014).

La huella hídrica verde, según el ENA (2014), “permite una aproximación numérica a la competencia del sector agropecuario y los ecosistemas naturales a causa de la ampliación de la frontera agropecuaria” (p.192).

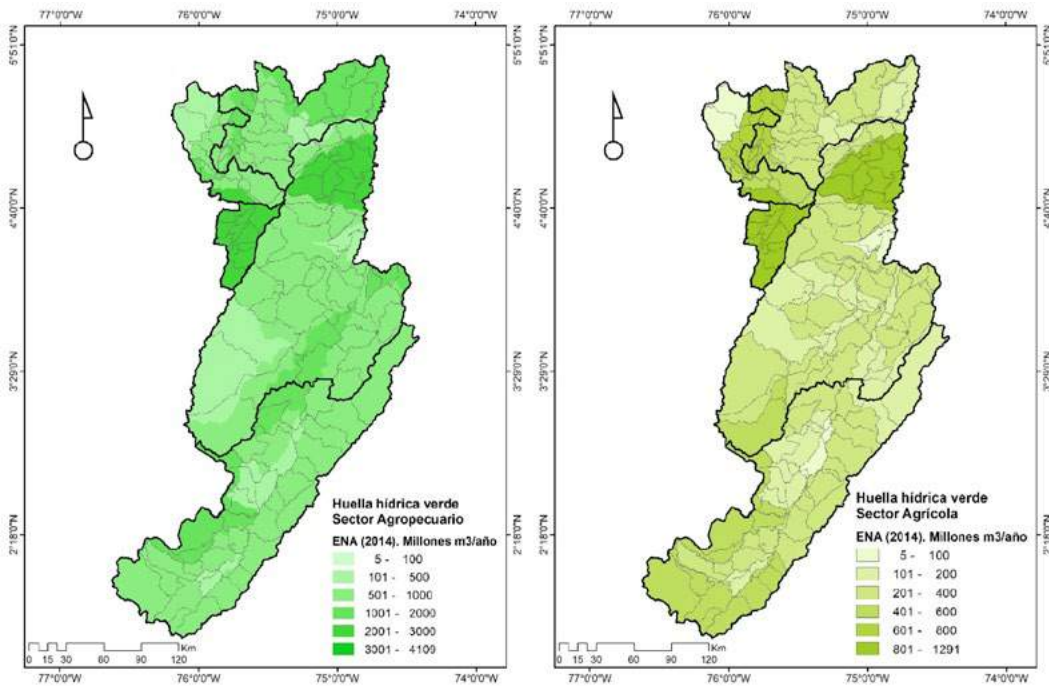
La huella hídrica azul, en el ENA (2014), “está presente en el sector agrícola como riego, y en todos los otros sectores, como la parte del agua usada que no retorna a la cuenca” (p.192). La huella hídrica azul, para las subzonas hidrográficas de interés (tabla 32) fue estimada en 1.756 millones m<sup>3</sup>; mientras que la huella hídrica verde, en 30.780 millones m<sup>3</sup>.

Adicional a la cuantificación de las huellas hídricas azul y verde, el ENA (2014, 2018) evaluó dos indicadores asociados: el Índice de Agua no Retornada a la Cuenca (IARC) y el Índice de Presión Hídrica a los Ecosistemas (IPHE). El IARC relaciona la huella hídrica azul con la oferta disponible de agua por subzona hidrográfica y brinda una situación de alerta respecto a su capacidad de satisfacer las necesidades de agua azul demandada en el territorio. El IPHE define en qué subzonas hidrográficas se presenta una competencia por el agua verde, la cual se evalúa entre las actividades agropecuarias y las áreas de importancia ambiental (ecosistemas estratégicos).

Los resultados del ENA (2018) para las subzonas de interés revelan IARC Altos en las siguientes subzonas: Ríos Directos al Magdalena (mi); Juncal y otros ríos directos al Magdalena; Río Neiva; Río Fortalecillas y otros; Río Luisa y otros directos al Magdalena; Río Opía; Bajo Saldaña; Río Guarinó.

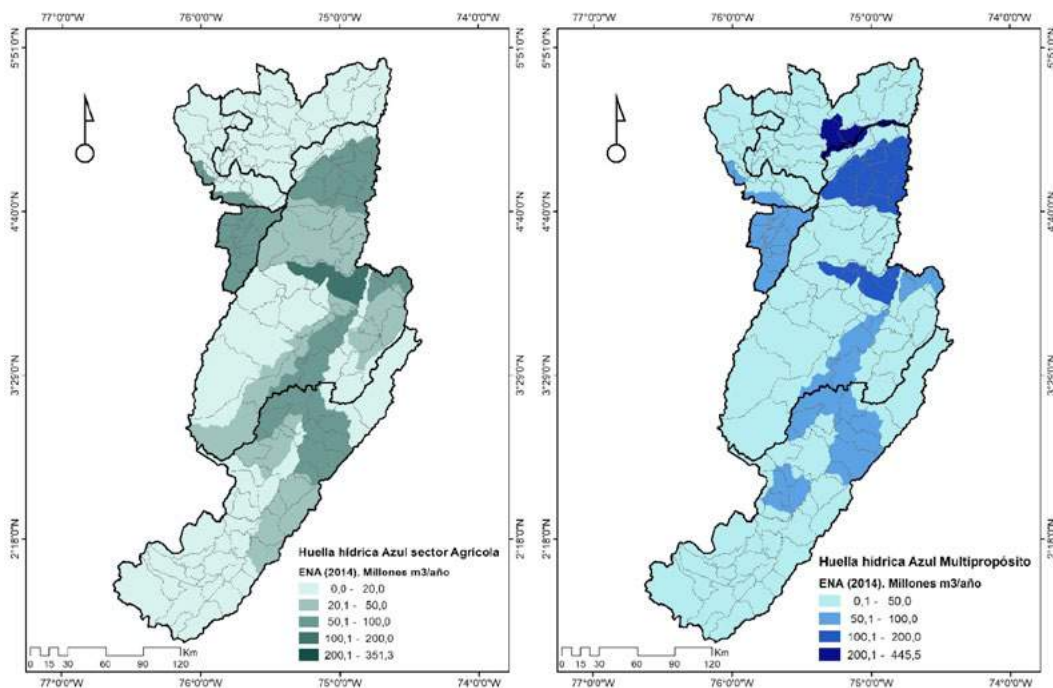
Por otra parte, se reportan IPHE críticos en: Río La Vieja; Río Otún y otros directos al Cauca; Río Risaralda y Río Chinchiná. En consecuencia, el análisis del recurso hídrico por presiones de demanda y variabilidad hídrica es muy alto en 29 subzonas hidrográfica, de 40 de interés.

Figura 64. Indicadores de huella hídrica verde, ENA (2014).



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

En el ENA (2018) se reportan IUA críticos en año medio en: Ríos directos al Magdalena (mi), Río Yaguará y Río Íquira; mientras que, en año seco, además de los anteriores se incluyen: Juncal y otros ríos directos al Magdalena, Río Neiva, Río Fortalecillas y otros, Río Luisa y otros directos al Magdalena, Río Opía, Río Totare, Bajo Saldaña.

**Figura 65.** *Indicadores de huella hídrica azul, ENA (2014).*

Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

### ***Cargas contaminantes de aguas superficiales***

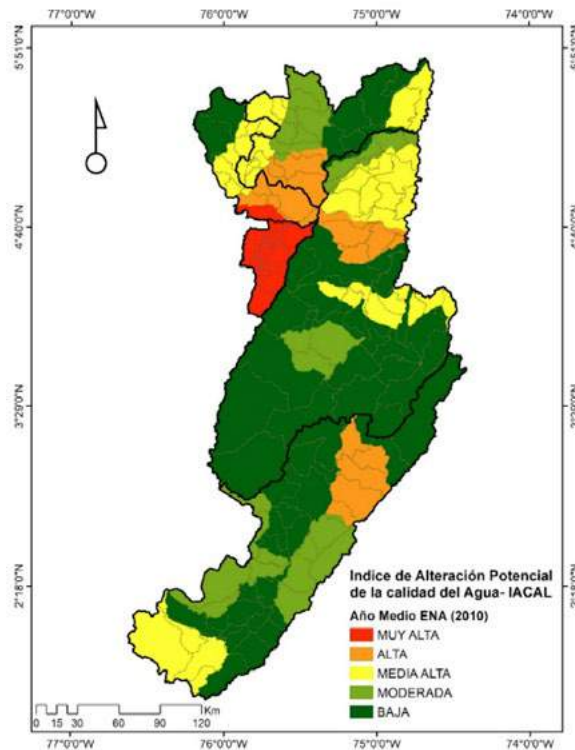
El ENA (2018) estimó las cargas contaminantes para las subzonas hidrográficas del país. Tomando como referente las subzonas de la región de estudio, las cargas contaminantes ascienden a 115.824 t/año en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), los mayores aportantes en DBO son: Río La Vieja (26,28%), Río Chinchiná (12,06%) y Río Coello (7,95%). En términos de la Demanda Química de Oxígeno (DQO), la carga total fue estimada en 259.558 Ton/año DQO, las subzonas con mayor contaminación en DQO: son Río La Vieja (21,2%), Río Totare (10%) y Río Chinchiná (9,5%). Finalmente, en materia de Sólidos Suspendidos Totales (SST) la carga asciende a 191.026 Ton/año para SST; lo mayores aportantes son: Río La Vieja (27,3%), Río Chinchiná (10,4%) y Río Coello (10%).

### *Índice de Alteración Potencial de la Calidad del Agua*

El Índice de Alteración Potencial de la Calidad de Agua (IACAL), según el IDEAM (2015), es un indicador que mide la presión sobre las condiciones de calidad de agua en las cuencas hidrográficas. Se calcula mediante el promedio de las jerarquías asignadas a las cargas contaminantes en términos de materia orgánica (DBO y DQO), sólidos suspendidos (SST) y nutrientes (Nitrógeno y fósforo).

El SIAC (2020) tiene disponible la información del ICAL para el ENA (2010) que se muestra en la figura 66 para año Medio en los subzonas hidrográficas de interés. No obstante, el ENA (2014) refiere valores muy altos del ICAL para las siguientes subzonas:

**Figura 66.** Índice de alteración potencial de la calidad del agua



Fuente: Adaptación de SIAC (2020)

- IACAL<sub>DBO</sub>: Río Coello, Río La Vieja, Río Chinchiná.
- IACAL<sub>DQO-DBO</sub>: Río Luisa y otros directos al Magdalena, Río Coello, Río Chinchiná.
- IACAL<sub>SST</sub>: Río Fortalecillas y otros, Río Coello, Río La Vieja, Río Chinchiná.
- IACAL<sub>NT</sub>: Río Fortalecillas y otros, Río Coello, Río La Vieja, Río Otún y otros directos al Cauca, Río Chinchiná.
- IACAL<sub>PT</sub>: Río Fortalecillas y otros, Río Coello, Río La Vieja, Río Otún y otros directos al Cauca, Río Chinchiná.

Para año seco, los valores del IACAL, según el ENA (2014), son muy altos en las siguientes subzonas hidrográficas: Río Fortalecillas y otros; Río Luisa y otros directos al Magdalena; Río Sumapaz; Río Coello; Bajo Saldaña; Río La Vieja; Río Otún y otros directos al Cauca; Río Chinchiná.

En el estudio más reciente, ENA (2018), el análisis de IACAL no evidencia cambios sustanciales. Se reportan, por tanto, IACAL muy altos, en año medio, en las subzonas: Río Fortalecillas y otros; Río Coello; Río Totare; Río La Vieja; Río Otún y otros directos al Cauca; Río Chinchiná. Mientras que en año seco se incluyen, además: Ríos Directos Magdalena (md); Río Luisa y otros directos al Magdalena; Río Sumapaz; Río Risaralda; Río Tapias y otros directos al Cauca.

## Calidad de aire

---

### Gases de efecto invernadero

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020), los Gases de Efecto Invernadero (GEI) son “compuestos químicos en estado gaseoso como el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso(N<sub>2</sub>O) que se acumulan en la atmósfera de la Tierra y que son capaces de absorber la radiación infrarroja del Sol, aumentando y reteniendo el calor en la atmósfera”. Estos GEI producen el efecto invernadero que genera el cambio climático en la medida que aumentan.

La Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático realizó el inventario de GEI para Colombia (IDEAM et al., 2016). Los resultados

se resumen en la tabla 38, para los departamentos objeto de análisis, en términos de emisiones, absorciones y emisiones netas.

Las emisiones netas por sector han sido estimadas por el IDEAM et al. (2016) y permiten evaluar la contribución de sectores clave en la contaminación atmosférica, como son el transporte y la industria; por otra parte, evidencian el aporte del saneamiento y residencial; para los departamentos evaluados, esta información se presenta en la tabla 39.

**Tabla 38.** Emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero

Departamento	Inventario GEI, año 2012 [Mton CO <sub>2</sub> eq]		
	Emisiones	Absorciones	Emisiones Netas
Caldas	3,42	-3,96	-0,53
Huila	5,64	-6,31	-0,67
Quindío	1,84	-1,51	-0,17
Risaralda	1,34	-2,64	-0,8
Tolima	6,97	-5,45	1,52

Fuente: Adaptación de (IDEAM et al., 2016)

**Tabla 39.** Contribución en porcentaje a las emisiones de gases de efecto invernadero

Entidad	Porcentaje de contribución emisiones netas de gases de efecto invernadero 2012								
	Agrícola	Forestal	Transporte	Industrias manufactureras y de la construcción	Pecuario	Saneamiento	Residencial	Industrias de la Energía	Comercial
Caldas	34,54	19,36	14,55	10,21	9,59	6,45	3,74	0,69	0,87
Huila	31,07	31,72	9,95	3,02	10,55	2,89	2,61	7,84	0,36
Quindío	33,74	13,81	22,66	2,86	8,59	11,91	4,87	0,16	1,4
Risaralda	13,69	22,55	27,38	6,98	6,55	14,63	5,96	0,22	2,04
Tolima	16,85	25,27	13,35	22,64	9,94	5,04	2,69	3,76	0,44

Fuente: Adaptación de (IDEAM et al., 2016)

### **Contaminantes criterio de calidad del aire**

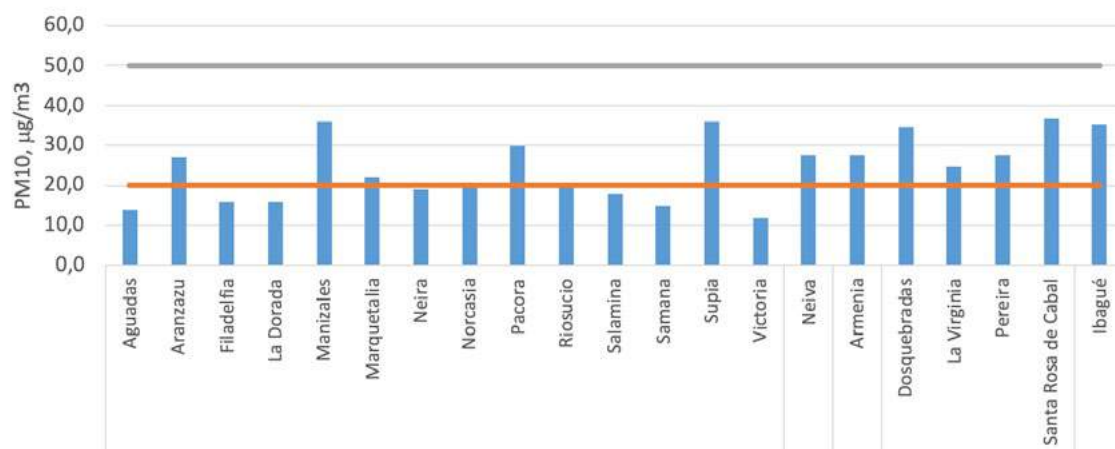
En el análisis de la información existente evidencia que no se cuenta con campañas de monitoreo de indicadores de calidad de aire para todos los municipios en los departamentos analizados.

Para el departamento Caldas, se encontraron los registros más completos que incluyen  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ ,  $SO_2$  y  $O_3$ , los cuales corresponden, en su mayoría, a mediciones del Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire de la capital (Manizales) que es operado desde el año 2009 por Corpocaldas. En segundo lugar, se encuentran las campañas de medición realizadas en los municipios: Aguadas, Aranzazu, Filadelfia, La Dorada, La Merced, Manizales, Manzanares, Marquetalia, Neira, Norcasia, Pácora, Pensilvania, Riosucio, Salamina, Samaná, Supía y Victoria; que, en total (incluyendo a Manizales), representan el 63% de los municipios del departamento. En Huila, los datos de calidad del aire relacionados con  $PM_{10}$ ,  $PM_{2.5}$ , se obtuvieron de reportes generados por la autoridad ambiental del departamento (CAM). En Quindío sólo se encontraron registros de mediciones del contaminante  $PM_{10}$ , con mediciones realizadas Armenia por la Corporación Autónoma Regional del Quindío (CRQ). Las mediciones de calidad del aire en Risaralda corresponden a los contaminantes  $PM_{10}$  y  $PM_{2.5}$ , con mediciones realizadas por la Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER) en Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y La Virginia. Las mediciones mostradas de material particulado,  $PM_{10}$ , en Tolima, fueron realizadas y reportadas por la autoridad ambiental local Cortolima.

La concentración promedio de  $PM_{10}$  anual se presenta en la figura 67, para el período 2015-2017. Como se evidencia en la figura, se cumple la reglamentación vigente a nivel Nacional, pero se sobrepasan los lineamientos de la OMS (2005), en todas las ciudades capitales y en algunos municipios.



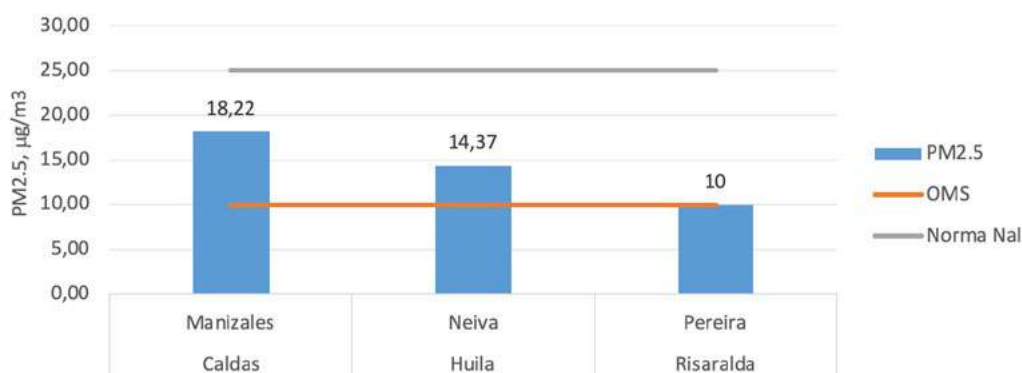
**Figura 67.** Contaminantes criterio de calidad de aire, PM10, 2015-2017



Fuente: Elaboración propia según información de Corporaciones Autónomas Regionales

La concentración promedio de PM2.5 anual se presenta en la figura 68, para el período 2010-2015, en las ciudades con información disponible. Es evidente el cumplimiento de la reglamentación nacional vigente, pero no de los lineamientos de la OMS (2005).

**Figura 68.** Contaminantes criterio de calidad de aire, PM2.5, 2010-2016.



Fuente: Elaboración propia según información de Corporaciones Autónomas Regionales

## Calidad de agua potable

### Índice de Riesgo de Calidad de Agua Potable (IRCA)

De acuerdo con la información disponible en SIVICAP, se compilan los indicadores de IRCA para los municipios evaluados. En el año 2016, se presentaron resultados del IRCA con agua inviable sanitariamente en varios municipios del Tolima: Planadas, Villarrica, Cajamarca, Ataco, Coello. Para ese mismo año, 59 municipios reportaron IRCA con riesgo alto: 17 en Caldas, 33 en Huila, 1 en Risaralda y 8 en Tolima.

Considerando el registro 2010-2016, los mayores valores promedio se reportaron en Villarrica y Planadas (Tolima) con agua inviable sanitariamente. 66 municipios reportaron IRCA con riesgo alto, de los cuales 25 están en Caldas, 29 en Huila y 12 en Tolima. El análisis promedio de los IRCA municipales para el período 2010-2016, se ilustra en la tabla 40; por tanto, los niveles de riesgo son altos en municipios de Caldas y Huila, medios en Risaralda y Tolima, y bajos en Quindío.

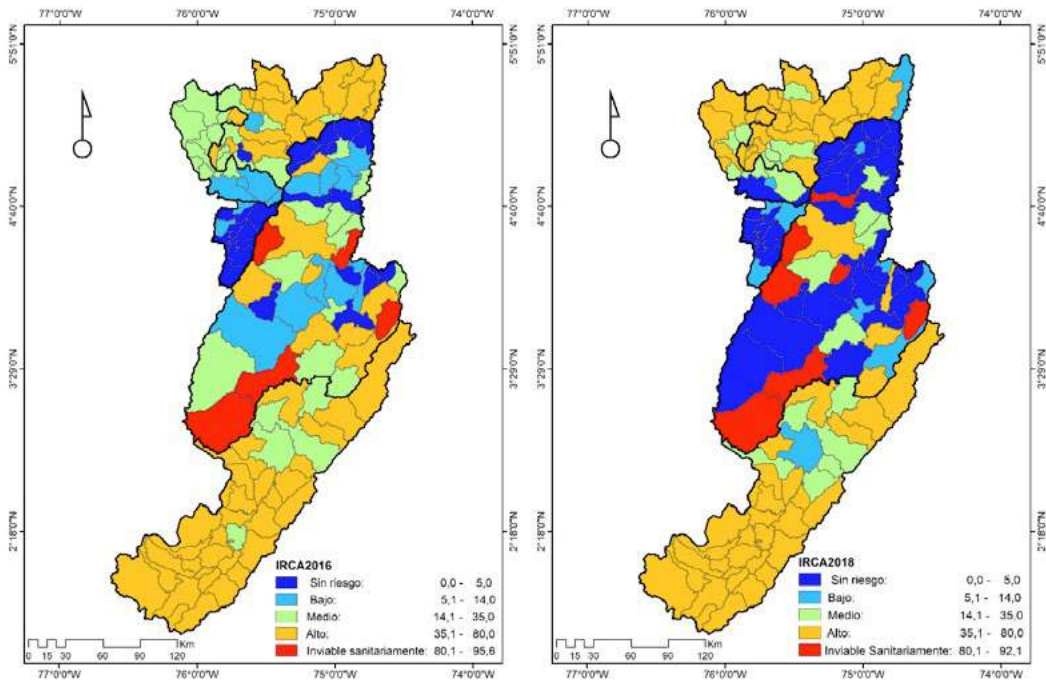
El mapa de la figura 69 se construyó con la información más reciente reportada por el SIVICAP, para el año 2018; se incluye, además, el reporte para el año 2016, para efectos comparativos. En estas bases de datos se encuentran varios valores con cero (0) por lo cual hay confusión respecto a si el agua está sin riesgos o no se presenta datos. Para el año 2018 tienen valor de cero: Buenavista (Quindío); Falán, Natagaima, San Antonio y Villahermosa (Tolima); mientras que para el año 2016 tienen valor cero: Pijao (Quindío), San Antonio y Venadillo (Tolima).

**Tabla 40.** Valores medios del IRCA

Departamento	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	Promedio	Nivel de Riesgo
Caldas	58,07	55,93	50,46	61,54	61,51	61,14	40,76	55,63	Alto
Huila	6,67	28,05	45,55	62,11	49,04	45,78	46,77	40,57	Alto
Quindío	0,73	2,93	2,33	1,12	2,29	5,09	2,76	2,46	Bajo
Risaralda	9,20	7,74	20,08	24,24	17,90	15,51	23,39	16,87	Medio
Tolima	26,07	23,66	32,09	23,01	23,73	21,60	27,86	26,10	Medio

Fuente: Adaptación de SIVICAP (2019)

Figura 69. Índices de riesgo de agua potable



Fuente: Adaptación de SIVICAP (2019)

## Residuos sólidos ordinarios

De acuerdo con los retos de la OCDE, es fundamental analizar de manera exhaustiva los residuos producidos en el territorio nacional, tanto a nivel regional como municipal, incluyendo el uso y la disposición final, con el objetivo de determinar el impacto de la gestión de residuos en la salud humana y el ambiente (Toro et al., 2016).

### Generación de residuos ordinarios

El análisis de la información secundaria disponible evidencia carencias en registros completos en materia de generación de residuos ordinarios, los cuales son expuestos en el *Informe de Disposición final de Residuos Sólidos 2017* (Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios, 2018).

Por otra parte, la SSPD (2018) no reporta información de varios municipios: Filadelfia, Neira y Viterbo, en Caldas; Apia, Balboa, Belén de Umbría, Dosquebradas, La Celia, La Virginia, Mistrató, Pereira, Pueblo Rico, Santa Rosa de Cabal y Santuario, en Risaralda; Ataco, Coyaima, Ortega, Palocabildo, Roncesvalles, Santa Isabel, en Tolima.

La recopilación de información secundaria en el proyecto para el período 2010-2017 evidencia carencia de información en la generación de residuos sólidos ordinarios en el municipio Belén de Umbría en Risaralda.

La triangulación de información reportada por las CAR, los municipios en sus Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (SSPD) y el Sistema Único de Información (SUI) brinda el siguiente panorama en materia de generación de residuos sólidos ordinarios (tabla 41); dadas las diferencias y los registros faltantes en las fuentes, fue realizada la estimación completando registros a nivel municipal, tomado valores promedios y máximos, según la información de las diferentes fuentes. Las mayores generaciones de residuos se concentran en las ciudades capitales: Manizales, Ibagué, Neiva y Armenia, en su orden.

**Tabla 41.** *Generación anual de residuos en Ton*

Departamento	Registros anuales SUI	PGIRS- CAR	SSPD	Estimados	
	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/año	Ton/año
	2009- 2016	2009-2016	2017	Promedio	Máximos
Caldas	178.622	167.971	267.238	209.913	277.460
Huila	168.265	169.524	189.745	176.930	196.639
Quindío	91.454	98.172	126.907	108.739	127.584
Risaralda	43.416	73.372		54.647	77.383
Tolima	97.309	240.984	285.145	263.035	326.636
Subtotal	579.066	750.023	869.035	813.264	1.005.702

Fuente: Elaboración propia.

### Producción per cápita de residuos sólidos

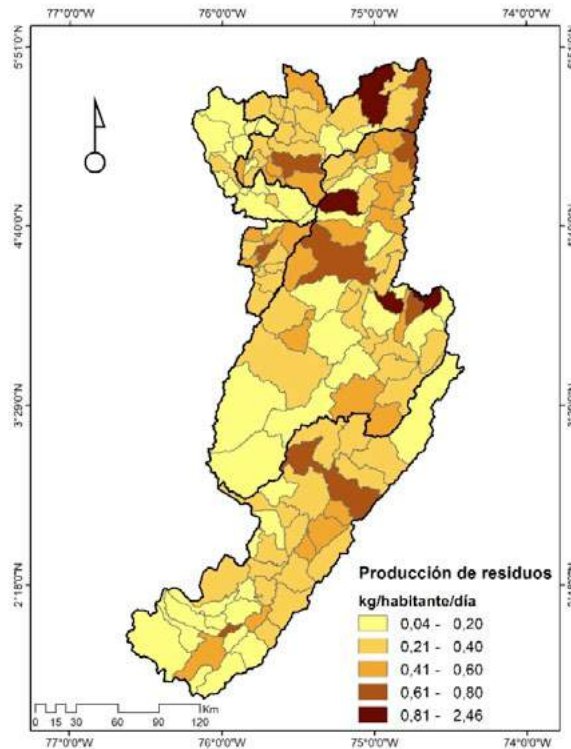
La producción *per cápita* de residuos se calculó considerando la estimación promedio en Ton/año y las cifras poblacionales del CNPV (2018). Los resultados promedio por departamento para municipios y la aglomeración de ciudades se muestran en la tabla 42 y en la figura 70. La generación per cápita evidencia posible subregistro en Risaralda; por tanto, se consolida la información global en términos de mediana.

**Tabla 42.** Generación per cápita de residuos

Promedio en la generación per cápita de residuos kg/hab-día							
Departamento	Global	Capital	Municipios	Ciudades y aglomeraciones	Municipios intermedios	Municipios rural	Municipios rural disperso
Caldas	0,36	0,79	0,35	0,63	0,33	0,30	0,56
Huila	0,26	0,76	0,24	0,76	0,31	0,25	0,16
Quindío	0,40	0,67	0,37	0,53	0,30	0,38	
Risaralda	0,14	0,10	0,11	0,17	0,14		0,09
Tolima	0,42	0,73		0,70	0,43	0,33	0,48
Global (Mediana)	0,36	0,73	0,30	0,63	0,31	0,32	0,32

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 70.** Producción per cápita de residuos sólidos



Fuente: Adaptación de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018)

### Caracterización de residuos

Los PGIRS deben incluir una caracterización de residuos. La mayoría de estos planes están en actualización.

Los valores de peso unitario de residuos según el Título F del RAS (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2012), concerniente al Sistema de Aseo, relaciona valores tipo para los municipios de complejidad baja y media, como son la mayoría de los que pertenecen a los departamentos: Caldas, Risaralda, Quindío, Huila y Tolima (tabla 43).

**Tabla 43.** Peso unitario de acuerdo con el tipo de residuo según el RAS

Tipo de residuo	Peso Unitario Típico (kg/m <sup>3</sup> )
Domésticos (no compactados)	
Residuos de comida mezclados	291
Papel	89
Cartón	50
Plásticos	65
Textiles	65
Goma	131
Cuero	160
Residuos de Jardín	101
Madera	237
Vidrio	196
Latas de hojalata	89
Aluminio	160
Otros metales	320
Suciedad, cenizas, etc.	481
Cenizas	745
Residuos Sólidos	131

Fuente: Adaptación de la tabla F.1.5. del RAS (2012)

### Disposición final

La disposición final reportada para los residuos domiciliarios se presenta en la tabla 44; en su mayoría es el relleno sanitario, varios de carácter regional. De acuerdo con las CAR, gran parte de los rellenos sanitarios cuentan con una disposición técnica de los residuos.

Según la SISPD, en los departamentos Caldas, Huila, Quindío y Risaralda más del 90% de sus municipios disponen sus residuos en sistemas autorizados. En Tolima, 72% de los municipios son atendidos por sistemas autorizados como el Relleno Sanitario.

**Tabla 44.** *Rellenos sanitarios empleados para la disposición final*

<b>Relleno Sanitario</b>	<b>Ubicación Relleno</b>	<b>Departamento</b>
Biorgánicos del Sur	Pitalito	Huila
Botadero a cielo abierto - Km 1 a Coyaima rural Vereda San Rafael	Ataco	Tolima
Botadero a cielo abierto - km 1 vía Palocabildo Loma el Chavito	Casabianca	Tolima
Botadero a cielo abierto - km 2 vía a Castilla rural	Coyaima	Tolima
Botadero a cielo abierto - km 5 vía a Neiva	Planadas	Tolima
Celda de disposición final - Planta de Clasificación	Ortega	Tolima
Celda de Disposición final - Vereda Playa Verde	Ambalema	Tolima
Celda de Disposición Final - Venadillo	Venadillo	Tolima
Celda de disposición final con planta de aprovechamiento	Roncesvalles	Tolima
Celda de disposición final de Alpujarra - Vereda Achiral	Alpujarra	Tolima
Celda de Disposición final km 1 vía Castilla	Natagaima	Tolima
Celda local de la antigua Granja Municipal - Villahermosa	Villahermosa	Tolima
Celda Municipal de Chaparral - Km 6 vía Pipini	Chaparral	Tolima
Parque Ecológico Praderas del Magdalena - Girardot	Girardot	Tolima
Parque Industrial La Miel	Ibagué	Tolima
Planta de aprovechamiento de Residuos Sólidos de Garzón	Garzón	Huila
Planta de aprovechamiento de Residuos Sólidos de La Plata	La Plata	Huila
Planta de Clasificación del municipio de Río Blanco - Vereda La Marmaja	Río Blanco	Tolima
Relleno Regional La Doradita	La Dorada	Tolima
Relleno Sanitario La Esmeralda	Manizales	Caldas
Relleno Sanitario La Glorita	Pereira	Caldas
Relleno Sanitario La Plazuela	Samaná	Caldas
Relleno Sanitario La Vega	Marquetalia	Caldas
Relleno Sanitario Las Eucaliptos	Aguadas	Caldas
Relleno Sanitario Los Ángeles	Neiva	Huila
Relleno Sanitario Parque Ambiental Andalucía	Montenegro	Quindío
Relleno Sanitario Parque Ambiental Tayaru	Florencia	Caquetá
Relleno Sanitario Praderas de la Magdalena	Girardot	Tolima
Relleno sanitario Río Grande	Quinchía	Risaralda

Fuente: Adaptación de Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018)



## Aprovechamiento de residuos

Los datos de aprovechamiento de residuos domiciliarios se deben incluir en los PGIRS municipales; sin embargo, estos planes están en actualización. Sólo se obtuvo información de 33 municipios por los PGIRS o las CAR. El análisis de los documentos vigentes permitió consolidar las cifras de aprovechamiento que se resumen en la tabla 45.

El aprovechamiento es aún incipiente en los municipios y departamentos evaluados; se espera un impulso en esta materia por efecto de las políticas públicas, dado que el CONPES 3874 de 2016 surge como una política enfocada a la priorización de estrategias de minimización, reúso, reciclaje y aprovechamiento de residuos sólidos.

**Tabla 45.** *Aprovechamiento de residuos sólidos*

Departamento	No municipios reportaron	Aprovechamiento Residuos Ton/año	% Aprovechamiento promedio en municipios reportados
Caldas	7	1247	1,5%
Huila	10	4981	35%
Quindío	1	42	6%
Risaralda	10	1978	8,4%
Tolima	5	1258	1,6%

Fuente: Elaboración propia.

## Residuos peligrosos

### *Generación de residuos peligrosos*

En Colombia, según el Decreto 1076 de 2015, un residuo o desecho peligroso (RESPEL) “es aquel que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, infecciosas y radiactivas pueden causar riesgos, daños o efectos no deseados, directos e indirectos a la salud humana y el ambiente. Así mismo se considerará residuo peligroso envases,

empaques y embalajes que estuvieron en contacto con ellos” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2015, p.462). También se considera un residuo peligroso, aquél que se encuentre incluido en el listado de los anexos I y II establecidos en el Artículo 2.2.6.2.3.6 del Decreto 1076 de 2015.

El Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos de Colombia 2016, indica que existen 13.033 generadores en el Registro de Generadores de Residuos Peligrosos (IDEAM, 2017) que generaron 305.216,2 toneladas de residuos peligrosos, de los cuáles se eliminaron 388 toneladas (0,13%); aprovechados por terceros, 48.230 toneladas (15,80 %); tratados externamente, 135.486 toneladas (44,39%); y 121.112 toneladas (39,68%) han sido gestionadas por disposición final, generalmente en celdas de seguridad de rellenos sanitarios.

El Informe Nacional de Residuos o Desechos Peligrosos en Colombia 2017 (IDEAM, 2018), consolida la generación de RESPEL para los años 2015-2017, la cual se presenta en la tabla 46.

**Tabla 46.** *Generación de residuos peligrosos según Informe Nacional RESPEL*

Departamento	Autoridad Ambiental	Generadores 2017		Generación RESPEL, Ton		
		No Inscritos	% Reportan	2015	2016	2017
Caldas	Corpocaldas	519	53	5547,4	5277,0	5383,0
Huila	CAM	589	56	116,5	5890,0	4346,1
Quindío	CRQ	410	73	778,0	1106,0	1522,6
Risaralda	Carder	586	65	2225,0	2668,0	2503,4
Tolima	Cortolima	751	50	314,2	2917,0	8675,9
Subtotales		2855	58	8981,1	17858,0	22431,0

Fuente: Adaptación de IDEAM (2018)

### **Corrientes de residuos peligrosos**

Para los departamentos analizados, la tabla 47 consolida los resultados de generación por corrientes de residuos, según la información reportada en el aplicativo RESPEL y que fue suministrada por las CAR para el estudio.

En Caldas, de acuerdo con el registro RESPEL, Corpocaldas indica que se producen 3.440 ton/año en 251 empresas en promedio (datos de 2009 a 2016). Las corrientes que más se generan son: A1010 (desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las sustancias siguientes: Antimonio, Arsénico, Berilio, Cadmio, Plomo, Mercurio, Selenio, Telurio, Talio); Y1+A4020 (desechos clínicos resultantes de la atención médica y desechos clínicos y afines); Y8 (desechos de aceites minerales); Y9 (mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua); y A1160 (acumuladores de plomo). El estado del residuo que más predomina en todas las corrientes es el sólido/semisólido. Los municipios de Caldas que más producen residuos peligrosos son: Manizales, La Dorada, Chinchiná y Marmato.

**Tabla 47.** Generación de residuos peligrosos

Departamento	Empresas reportan RESPEL	Generación Ton /año	Principales Corrientes Ton/año						
			A1010	A1160	Y1	Y6	Y8	Y9	Y18
Caldas	251	3440	1850	93	630		627	106	
Risaralda	290	2013			750	119	325		147
Quindío		1044							

Fuente: Elaboración propia.

Para el departamento Risaralda, según el registro RESPEL, CARDER indica que se producen 2.013 ton/año en promedio en 290 empresas aproximadamente (datos de 2008 a 2015). Las corrientes que más se generan son: Y1 (desechos clínicos resultantes de la atención médica prestada en hospitales, centros médicos y clínicas); Y8 (desechos de aceites minerales); Y18 (residuos resultantes de las operaciones de eliminación de desechos industriales); y Y6 (desechos resultantes de la producción, la preparación y la utilización de disolventes orgánicos). El estado el residuo que más predomina en todas las corrientes es el sólido/semisólido, de acuerdo con las cantidades de generación que reportan las empresas.

Con respecto a los residuos peligrosos, en Quindío y de acuerdo con el registro RESPEL, CRQ indica que se producen 1.044 ton/año (2017);

no se obtuvo información sobre las corrientes que más se producen en el departamento, pues no se tuvo acceso a los registros RUA y RESPEL.

Por otra parte, el informe del Informe Nacional de Residuos Peligrosos del IDEAM (2018) consolida fichas departamentales sobre las principales corrientes de generación que se resumen en la tabla 48.

**Tabla 48.** Principales corrientes de generación de RESPEL

Departamento	Principales corrientes de generación (Ton)				
	A1010 Desechos con aleaciones metálicas	Y9+A4060 Emulsiones de aceite y agua	Y1 + A4020 Desechos clínicos	Y8+A3020 Desechos de aceites minerales	Y31 + A1160 Acumuladores de plomo de desecho
Caldas	2802		1037	426	
Huila		2419	995	245	
Quindío		483	606		221
Risaralda			919	670	315
Tolima		6263	1117	821	

Fuente: Adaptación de IDEAM (2018)

### **Manejo de residuos peligrosos**

Finalmente, el informe Nacional de Residuos Peligroso del IDEAM (2018) incluye cifras sobre el manejo de RESPEL que se consolidan en la tabla 49 para los departamentos analizados.

Tabla 49. Manejo de RESPEL

Departamento	Tratado %	Dispuesto %	Aprovechado %
Caldas	21	60	19
Huila	86	3	11
Quindío	48	3	49
Risaralda	50	9	41
Tolima	34	59	7

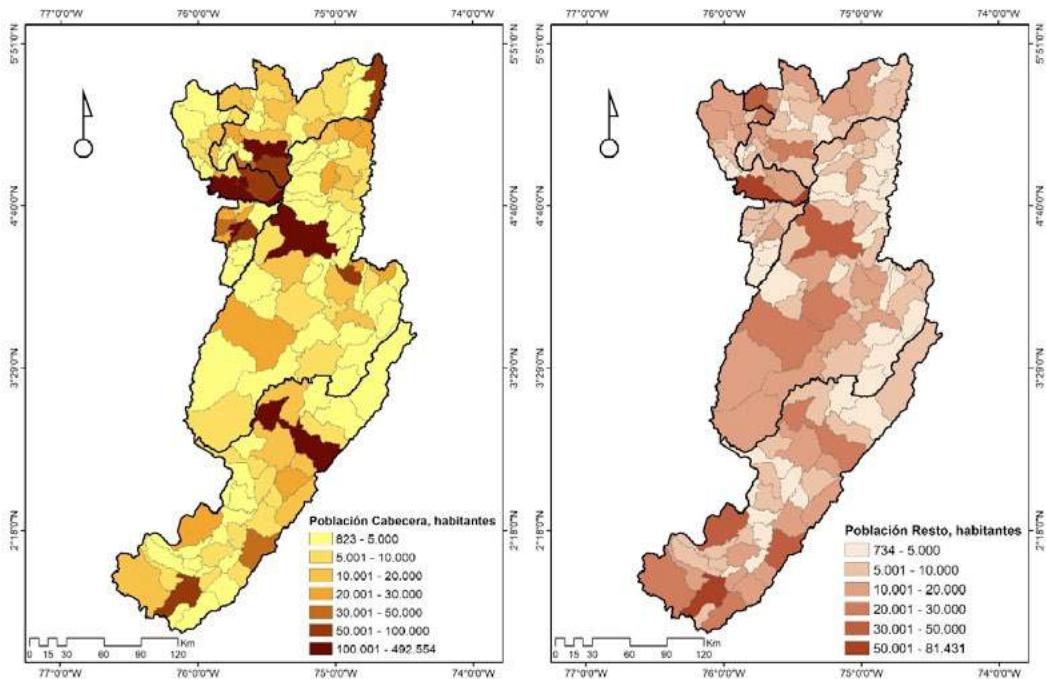
Fuente: Adaptación de IDEAM (2018)

## ☞ Indicadores de exposición

## Población urbana y rural

De acuerdo con los resultados del DANE del CNPV (2018), la distribución de la población por cabecera y demás se ilustra en la figura 71 y se resume por departamento en la tabla 50.

**Figura 71.** Población urbana y rural



Fuente: Adaptación de CNPV (DANE, 2018)

**Tabla 50.** Población urbana y rural CNPV 2018

Nombre Departamento	Total	Cabecera		Centro Poblado y Rural Disperso	
	2018	2018	%	2018	%
Nacional	48.258.494	36.424.653	75,5%	11.833.841	24,5%
Caldas	998.255	740.865	74,2%	257.390	25,8%
Huila	1.100.386	669.697	60,9%	430.689	39,1%
Quindío	539.904	471.910	87,4%	67.994	12,6%
Risaralda	943.401	736.164	78,0%	207.237	22,0%
Tolima	1.330.187	907.506	68,2%	422.681	31,8%
Subtotal	4.912.133	3.526.142	71,8%	1.385.991	28,2%

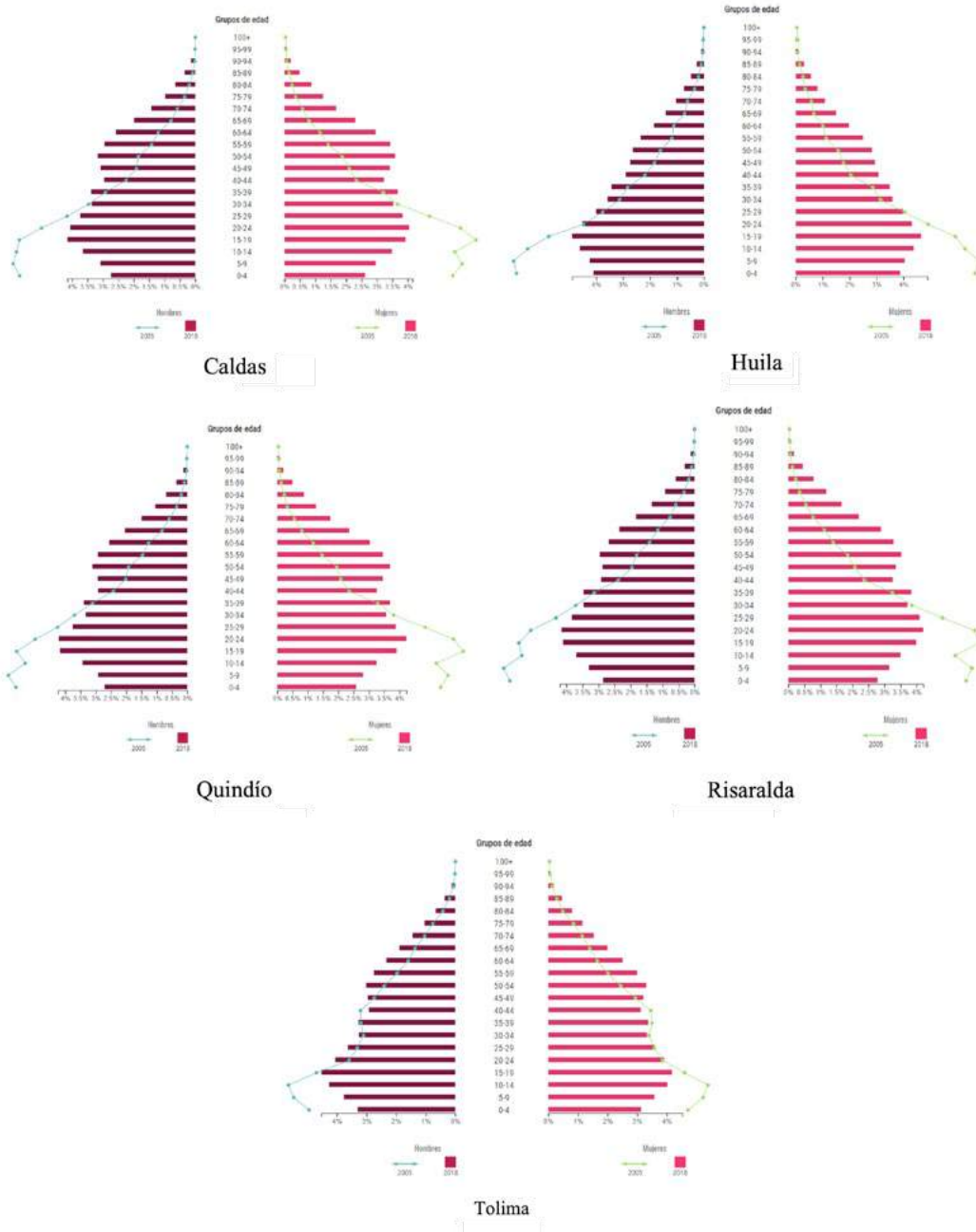
Fuente: Adaptación de DANE (2019)

## Estructura por grupos quinquenales

La figura 72 muestra las pirámides poblacionales según los resultados del CNPV 2018; el análisis comparativo con el CN2005, según la estructura por grupos quinquenales de edad, evidencia cambio en la forma de la pirámide de población con reducción de la base, ensanchamiento de la cúspide y decrecimiento en la tasa de natalidad para todos los departamentos evaluados. En promedio, la población entre 0-14 años se redujo 9.1%, mientras que la población mayor de 65 años aumentó 4,1%.



Figura 72. Pirámides poblacionales



Fuente: Adaptación de CNPV (DANE, 2018)

La tabla 51 presenta los indicadores demográficos donde se incluye el Índice de Envejecimiento que relaciona las cantidad de adultos mayores, con los niños y jóvenes; se estima como el cociente entre personas de 60 años y más, en relación con las personas menores de 15 años, multiplicado por 100. Quindío, Caldas, Valle, Risaralda y Tolima son los cinco departamentos que encabezan los índices de envejecimiento en el país.

**Tabla 51.** *Indicadores demográficos CNPV 2018 y CG 2005*

Unidad Administrativa	Índice de Envejecimiento		Población entre 0 y 14 años (%)		Población mayor a 65 años	
	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005	CNPV 2018	CG 2005
Colombia	40,4	20,5	22,6	30,7	9,1	6,3
Caldas	67,1	29,4	18,5	27,3	12,4	8,0
Huila	33,8	17,5	25,2	34,6	12,4	8,5
Quindío	72,4	27,4	17,7	27,9	12,8	7,6
Risaralda	60,7	25,2	19,3	28,1	11,7	7,1
Tolima	53,2	25,5	22,0	31,2	11,7	7,9

Fuente: Adaptación de DANE (2019)

➤ **Indicadores de efecto**

## Enfermedades respiratorias crónicas

---

### **EPOC**

Durante el período 2010-2016, en los departamentos Caldas, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima se reportó EPOC como una causa importante de morbimortalidad en la región. La tabla 52 presenta el análisis de estadística descriptiva de la proporción de morbilidad y mortalidad ajustada en la región, para el período evaluado. Las proporciones ajustadas más altas se presentaron en hombres, tanto por mortalidad (62,6%) como por morbilidad (57,5%). La mayor proporción de mortalidad ajustada se concentró en el grupo etáreo de 80 años o más (62,8%); mientras que la morbilidad en los mayores de 60 años fue de 93,1%.

La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,67 para la región y por departamento: Caldas 1,63, Huila 1,78; Quindío 1,63; Risaralda 1,69, Tolima 1,65; mientras que para la morbilidad esta relación fue 1,35 y por departamentos: Caldas 1,33, Huila 1,44; Quindío 1,43; Risaralda 1,29, Tolima 1,35.

Tabla 52. Proporciones de mortalidad y morbilidad por EPOC, 2010-2016

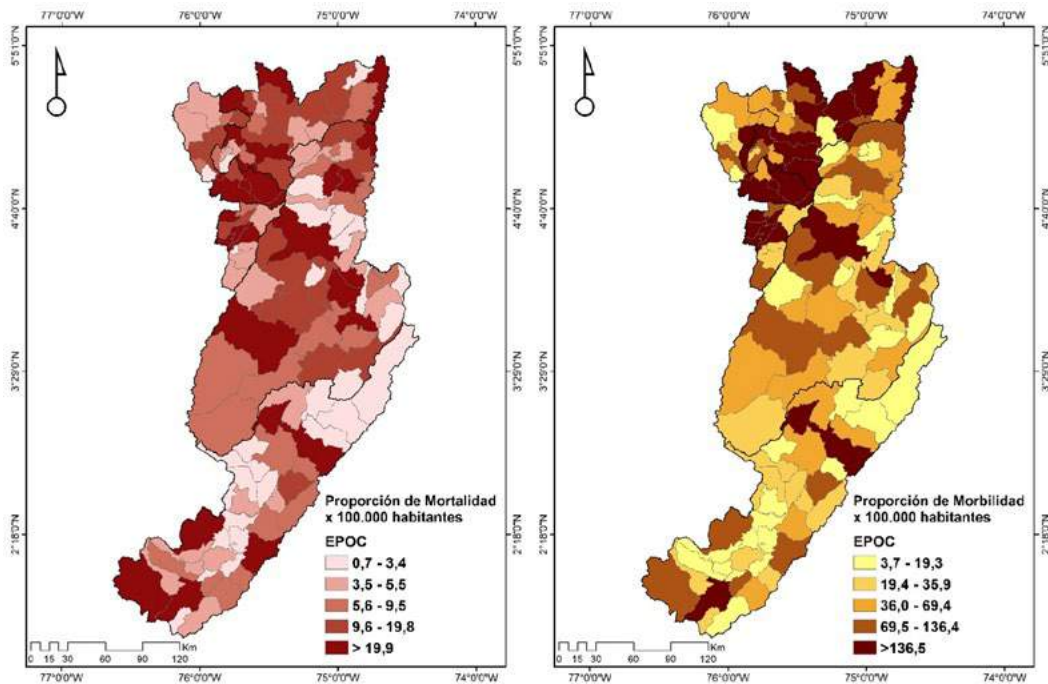
Descriptivos		Proporción de morbilidad por EPOC x 100.000 hab	Proporción de mortalidad por EPOC x 100.000 hab
Media		195,35	29,27
Error estándar		48,18	7,57
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	100,07	14,30
	Límite superior	290,63	44,25
Mediana		47,13	6,84
Mínimo		3,68	,70
Máximo		4783,52	657,14
Rango intercuartil		92,26	11,28

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

La distribución geográfica a nivel municipal de la proporción de mortalidad y morbilidad ajustada por EPOC para los departamentos evaluados se ilustra en la figura 73. Los municipios con una proporción de mortalidad ajustada para el período 2010-2016, por encima del percentil 80 fueron, en Caldas: Manizales, La Dorada, Chinchiná, Riosucio, Aguadas, Anserma; en Quindío: Armenia, Calarcá, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya; en Risaralda: Dosquebradas, La Virginia, Pereira, Santa Rosa de Cabal; en Huila: Garzón, La Plata, Neiva, Pitalito, San Agustín; en Tolima: Chaparral, Espinal, Guamo, Honda, Ibagué, Lérída, Líbano, Purificación. Los 10 municipios con las mayores proporciones de mortalidad por EPOC representan el 67,4% de la proporción para la región y en su orden son: Pereira, Ibagué, Armenia, Manizales, Neiva, Pitalito, La Dorada, Espinal, Dosquebradas y Líbano.

Los municipios con una proporción de morbilidad ajustada para el período 2010-2016, por encima del percentil 90 fueron, en Caldas: Manizales, La Dorada, Chinchiná, Samaná; en Quindío: Armenia, Calarcá, Quimbaya, Montenegro; en Risaralda: Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa De Cabal; en Huila: Neiva, Pitalito; en Tolima: Ibagué. Los 10 municipios con las mayores proporciones de mortalidad por EPOC representan el 67,4% de la proporción para la región y en su orden son: Manizales, Pereira, Armenia, Ibagué, La Dorada, Dosquebradas, Calarcá, Neiva, Chinchiná y Quimbaya.

**Figura 73.** *Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por EPOC 2010- 2016*



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

## Asma

La tabla 53 compila el análisis de estadística descriptiva de las proporciones ajustadas de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016. En mortalidad, la mayor proporción se presentó en hombres (51,9%); mientras que en morbilidad, en mujeres (58,5%).

La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,08 para la región y por departamento: Caldas 1,18; Huila 1,33; Quindío 0,21; Risaralda 0,60; Tolima 1,68; mientras que para la morbilidad esta relación fue 0,71 y por departamentos: Caldas 0,71; Huila 0,69; Quindío 0,75; Risaralda 0,71; Tolima 0,68.

Por grupos de edad, en términos de proporciones ajustadas la mortalidad se concentró en mayores de 60 años (75%); mientras que la morbilidad en menores de 20 años fue de 33% y mayores de 60, 35%. La

figura 74 presenta la distribución geográfica de las proporciones ajustadas de mortalidad y morbilidad por asma a escala municipal.

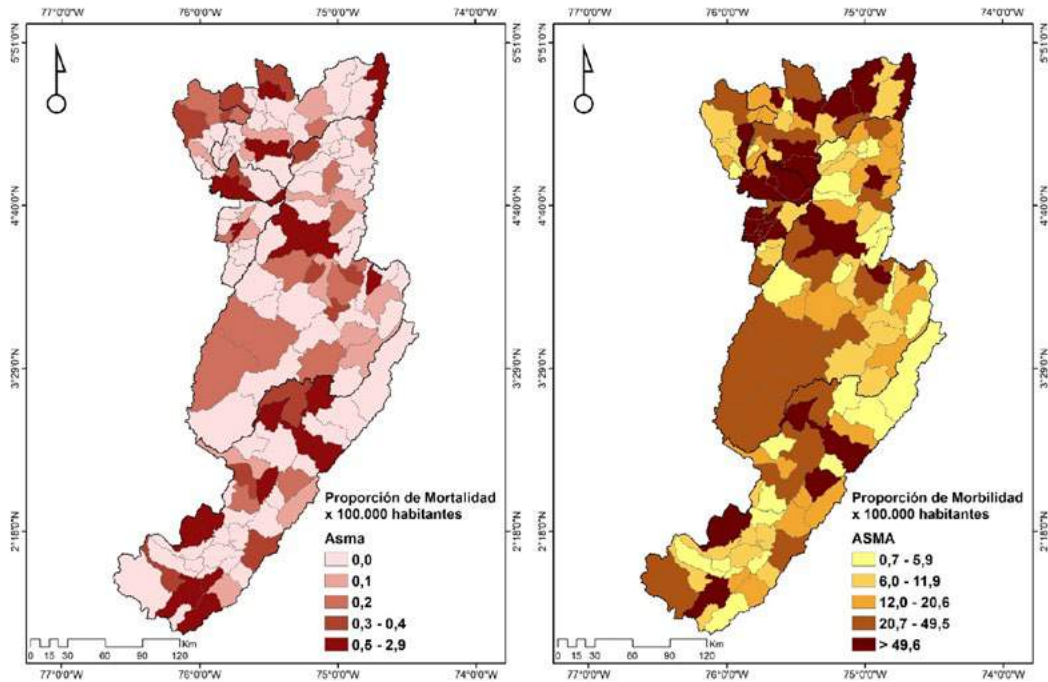
Para el período 2010-2016, los municipios con proporciones de mortalidad por asma mayores que el percentil 80 fueron: Aguadas, La Dorada, Manizales, Pácora y Riosucio, en Caldas; Acevedo, Aipe, Garzón, Iquira, Isnos, La Plata, Neiva, Pitalito, Timaná, Villavieja, Yaguará, en Huila; Armenia en Quindío; Dosquebradas, Guática, Marsella, Pereira, Pueblo Rico, en Risaralda; Carmen de Apicalá, Espinal, Herveo, Ibagué, Saldaña, Valle de San Juan, en Tolima. Los 10 municipios con mayor proporción de mortalidad ajustada por asma concentran el 58% de esta carga y son, en su orden: Manizales, Pitalito, Pereira, Ibagué, Armenia, Yaguará, La Dorada, Acevedo, Timaná, Pácora.

**Tabla 53.** Proporciones de mortalidad y morbilidad por asma, 2010-2016

Estadísticos		Proporción de mortalidad por Asma x 100.000 hab.	Proporción de morbilidad por Asma x 100.000 hab.
Media		,14	64,08
Error estándar		,03	16,96
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,08	30,54
	Límite superior	,20	97,61
Mediana		,00	17,20
Desviación estándar		,35	198,47
Mínimo		,00	,71
Máximo		2,87	1785,62
Rango intercuartil		,08	27,95

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 74.** Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por asma 2010- 2016



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

En relación con la morbilidad por asma para este período, los siguientes municipios presentaron proporciones ajustadas por encima del percentil 80: Chinchiná, La Dorada, Manizales, Pensilvania, Salamina, Samaná, Supía, Villamaría, Viterbo, en Caldas; Campoalegre, Garzón, La Plata, Neiva, Pitalito, en Huila; Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya, en Quindío; Belén de Umbría, Dosquebradas, La Virginia, Pereira, Santa Rosa de Cabal, en Risaralda; Espinal, Ibagué, Lérica, en Tolima. Los 10 municipios con mayor proporción de morbilidad que concentra el 68% de esta carga son, en su orden: Manizales, Pereira, Armenia, Ibagué, Neiva, La Dorada, Dosquebradas, Calarcá, Chinchiná, Pitalito.



## Cáncer

### Cáncer de pulmón

La tabla 54 compila el análisis de estadística descriptiva de las proporciones de mortalidad y morbilidad ajustada para el período de estudio 2010-2016; mientras que la figura 75 ilustra la distribución a nivel municipal. Para el período de estudio no se presentaron notificaciones en los municipios: Marulanda, Altamira, Casabianca, Líbano y Murillo.

Las proporciones ajustadas más altas se presentaron en hombres, tanto por mortalidad (68,7%) como por morbilidad (64,7%). La mayor proporción ajustada se presentó en mayores de 60 años, tanto en mortalidad (92%) como en morbilidad (91%).

La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,51 para la región y por departamento: Caldas 1,48, Huila 1,44, Quindío 1,79, Risaralda 1,36, Tolima 1,58; mientras que para la morbilidad esta relación fue 1,83 y por departamentos: Caldas 2,05, Huila 1,62, Quindío 1,71, Risaralda 1,93, Tolima 1,64.

**Tabla 54.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por cáncer de pulmón, 2010-2016*

Descriptivos		Proporción de mortalidad por cáncer de pulmón x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por cáncer de pulmón x 100.000 habitantes
Media		6,42	2,79
Error estándar		2,04	0,85
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	2,38	1,11
	Límite superior	10,45	4,48
Mediana		1,10	0,47
Desviación estándar		23,90	9,98
Mínimo		0,00	0,00
Máximo		200,16	86,21
Rango intercuartil		2,53	1,06

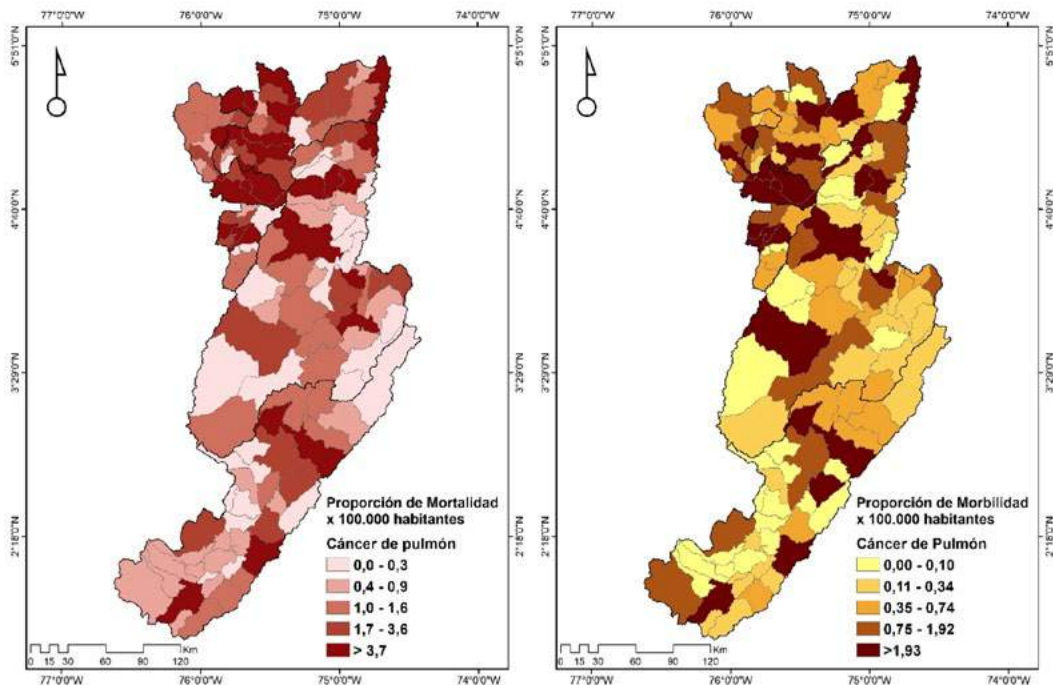
Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

La mayor proporción de mortalidad para el periodo 2010-2016 se presentó, por departamento, en los siguientes municipios que están por encima del percentil 80: Aguadas, Anserma, Chinchiná, La Dorada, Manizales, Neira, Riosucio, Salamina, Supía, Villamaría, en Caldas; Garzón, Neiva, Pitalito, en Huila; Armenia, Calarcá, Montenegro, en Quindío; Belén de Umbría, Dosquebradas, La Virginia, Pereira y Santa Rosa de Cabal, en Risaralda; Espinal, Honda, Ibagué, Líbano, Purificación, en Tolima. Los 10 municipios con la mayor proporción de mortalidad concentran el 76% de la carga y son, en su orden: Pereira, Manizales,

Armenia, Ibagué, Neiva, Dosquebradas, La Dorada, Calarcá, Chinchiná, Garzón.

Por otra parte, la mayor proporción ajustada de morbilidad para el periodo 2010-2016 se presentó en: Chinchiná, La Dorada, Manizales, Pensilvania y Salamina, en Caldas; Campoalegre, Garzón, Neiva, Pitalito, en Huila; Armenia, Calarcá, La Tebaida, Montenegro, en Quindío; Belén de Umbría, Dosquebradas, La Virginia, Marsella, Pereira, Santa Rosa de Cabal, Santuario, en Risaralda. Los 10 municipios con mayores proporciones de morbilidad concentraron el 75% de la carga, y fueron: Pereira, Manizales, Ibagué, Dosquebradas, Neiva, Armenia, Santa Rosa de Cabal, Chinchiná, La Dorada, Garzón.

**Figura 75.** *Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por cáncer de pulmón 2010- 2016*



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

## Cáncer de estómago

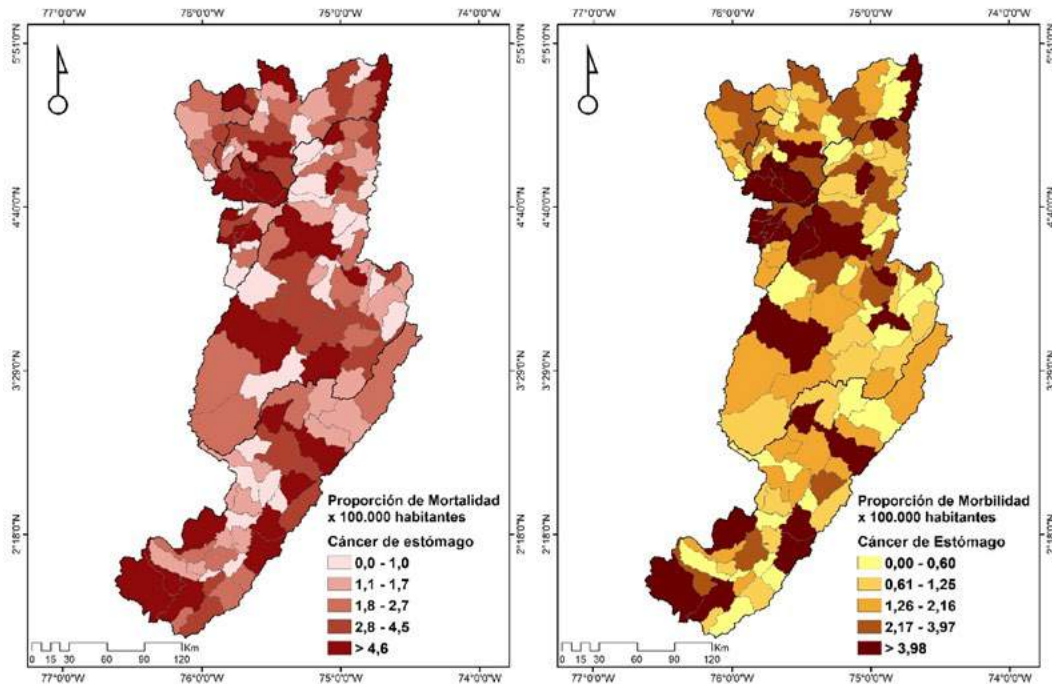
La tabla 55 compila el análisis de estadística descriptiva de las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 76. Para el período de estudio no se presentaron notificaciones en el municipio de Elías. Por grupo etáreo, la mayor proporción ajustada se concentró en mayores de 60 años, tanto en mortalidad (88%) como en morbilidad (86%).

**Tabla 55.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por cáncer de estómago, 2010-2016*

Descriptivos		Proporción de mortalidad por cáncer de estómago x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por cáncer de estómago x 100.000 habitantes
Media		7,48	6,40
Error estándar		1,92	1,66
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,69	3,12
	Límite superior	11,27	9,68
Mediana		1,96	1,62
Desviación estándar		22,43	19,43
Mínimo		0,00	0,00
Máximo		155,60	151,54
Rango intercuartil		2,95	2,32

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 76.** Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por cáncer de estómago



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

Durante el período 2010-2016 las mayores proporciones ajustadas por sexo y edad se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (69,2%) como en morbilidad (69,75). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 2,25 para la región y por departamento: Caldas 2,15; Huila 2,22; Quindío 2,17; Risaralda 1,97; Tolima 2,70. Mientras que para la morbilidad esta relación fue 2,30 y por departamentos: Caldas 2,49, Huila 2,14, Quindío 1,91, Risaralda 2,23, Tolima 2,85.

En mortalidad, los siguientes municipios presentaron proporciones por encima del percentil 80, Caldas: Manizales, Riosucio, La Dorada, Chinchiná, Aguadas; Huila: Neiva, Pitalito, Garzón, La Plata, Isnos, San Agustín, Campoalegre, Gigante; Quindío: Armenia, Calarcá, Quimbaya, La Tebaida; Risaralda: Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal y La Virginia; Tolima: Ibagué, Chaparral, Líbano, Espinal, Fresno, Natagaima, Purificación. Los 10 municipios con mayores proporciones de mortalidad

son, en su orden: Pereira, Ibagué, Manizales, Armenia, Neiva, Pitalito, Calarcá, Garzón, Chaparral y Riosucio; estos municipios concentran el 67% de la carga.

Por otra parte, las mayores proporciones de morbilidad ajustadas (>P80) se presentaron en: Manizales, La Dorada y Chinchiná, en Caldas; Neiva, Pitalito, Garzón, La Plata, San Agustín y Gigante, en Huila; Armenia, Calarcá, Montenegro, Circasia, Quimbaya, La Tebaida, en Quindío; Pereira, Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Marsella, La Virginia, en Risaralda; Ibagué, Chaparral, Líbano, Espinal, Mariquita, Camajarca, Purificación, en Tolima. Los 10 municipios con mayores proporciones de morbilidad que concentran el 70% de sus casos son, en su orden: Pereira, Ibagué, Armenia, Manizales, Neiva; y en los municipios Dosquebradas, Santa Rosa de Cabal, Calarcá, Pitalito y La Dorada.

### Melanoma maligno

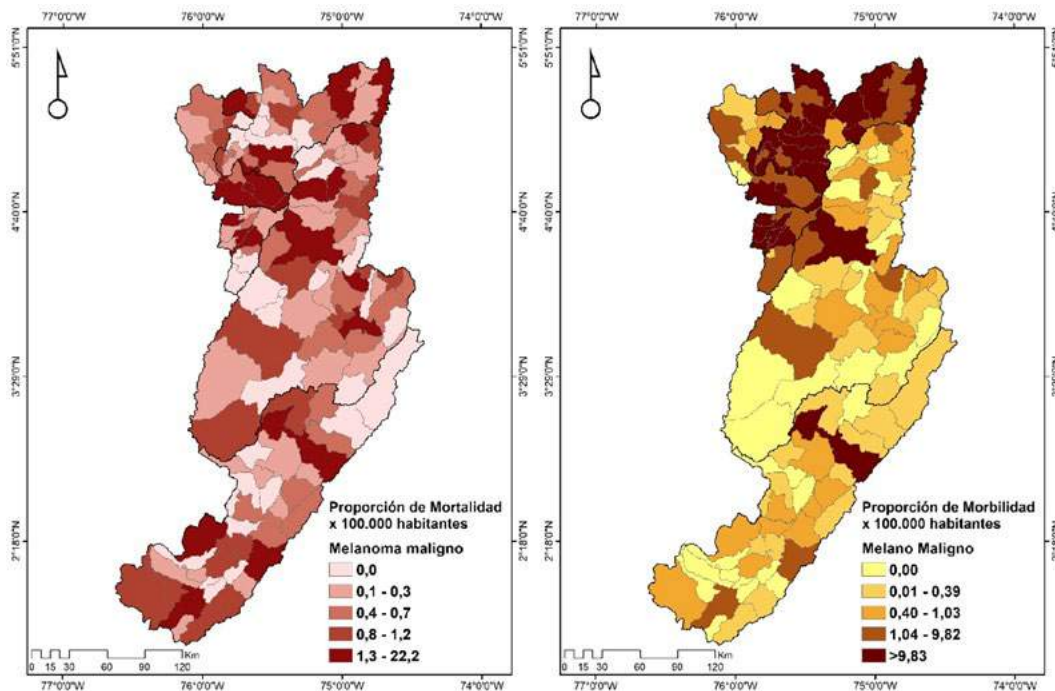
La tabla 56 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 77. En el período de estudio no se presentaron notificaciones en los municipios: Altamira, Elías, La Argentina, Timaná, Yaguará, en Huila; Ataco, Herveo, Murillo, Roncesvalles, Suárez, Villarrica, en Tolima.

**Tabla 56.** Proporciones de morbilidad por melanoma maligno 2010-2016

Descriptivos	Proporción de mortalidad por melanoma maligno x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por melanoma maligno x 100.000 habitantes
Media	1,21	13,81
Error estándar	,28	5,68
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,65
	Límite superior	1,77
Mediana	,41	,67
Desviación estándar	3,32	66,22
Mínimo	0,00	0,00
Máximo	22,24	711,34
Rango intercuartil	,71	5,28

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 77.** *Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por melanoma maligno 2010- 2016*



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

Por grupo etáreo, la mayor proporción ajustada por sexo y edad se concentró en mayores de 60 años, tanto en mortalidad (93%) como en morbilidad (81%). Durante el período 2010-2016, las mayores proporciones ajustadas se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (62,4%) como en morbilidad (51,8%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,66 para la región y por departamento: Caldas 1,39, Huila 1,45, Quindío 2,03, Risaralda 1,82, Tolima 1,82; mientras que para la morbilidad esta relación fue 1,07 y por departamentos: Caldas 1,10, Huila 1,22, Quindío 0,99, Risaralda 1,06, Tolima 1,29.

En mortalidad, las mayores proporciones (>P80) por departamento y municipio se presentaron en: Chinchiná, La Dorada, Manizales, Riosucio, Salamina, Samaná, Viterbo, en Caldas; Garzón, Isnos, La Plata, Neiva, Pitalito, San Agustín, en Huila; Armenia, Calarcá, Quimbaya, en Quindío; Dosquebradas, La Virginia, Pereira, Santa Rosa de Cabal, en Risaralda;

Ambalema, Espinal, Ibagué, Líbano, Purificación y Mariquita, en Tolima. Los 10 municipios con mayor proporción de mortalidad concentran el 62% de la carga y son, en su orden: Pereira, Ibagué, Manizales, Neiva, Armenia, Espinal, Dosquebradas, Pitalito, Mariquita, Purificación.

Las mayores proporciones de morbilidad se presentaron en: Aguadas, Anserma, Aranzazu, Belalcázar, Chinchiná, Filadelfia, La Dorada, Manizales, Manzanares, Neira, Pensilvania, Risaralda, Salamina, Samaná, Supía, Villamaría, Viterbo, en Caldas; Armenia, Calarcá, Circasia, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya, en Quindío; Dosquebradas y Pereira, en Risaralda; Ibagué, en Tolima. Los 10 municipios con mayor proporción de morbilidad que concentran el 78% de los casos, son: Manizales, Armenia, Chinchiná, La Dorada, Calarcá, Pereira, Quimbaya, Montenegro, Ibagué, Viterbo.

## Enfermedades transmitidas por vectores

### Dengue

La tabla 57 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 78. En el período de estudio no se presentaron notificaciones en los municipios Marulanda y San José, en Caldas.

Por grupo etéreo, la mayor proporción ajustada se concentró en mayores de 60 años en mortalidad (68%); mientras que en morbilidad se presentó incidencia representativa en todos los grupos menores de 20 años (22%), 20-40 años (29%), 40-60 años (17%) y mayores de 60 años (37%).

Durante el período 2010-2016 las mayores proporciones ajustadas se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (63,1%) como en morbilidad (52,2%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,71 para la región y por departamento: Caldas 4,92, Huila 0,87, Quindío 2,63, Risaralda 0,73, Tolima 2,10; mientras que para la morbilidad esta relación fue 1,09 y por departamentos: Caldas 1,09, Huila 1,13, Quindío 1,09, Risaralda 1,00, Tolima 1,0.

Los municipios con mayores proporciones de mortalidad por dengue para el periodo analizado fueron: Anserma, La Dorada, Manizales, en Caldas; Garzón, Iquira, La Plata, Neiva, Palermo, Pitalito, en Huila; Armenia, en Quindío; Apía, Dosquebradas, Pereira, en Risaralda; Carmen de Apicalá, Chaparral, Espinal, Honda, Ibagué, Lérica, Líbano, Purificación, en Tolima. Los 10 municipios con la mayor proporción de mortalidad concentran el 92,8% de la carga; en su orden, fueron: Ibagué, Neiva, Armenia, Espinal, Pereira, Chaparral, La Dorada, Manizales, Líbano, Pitalito.

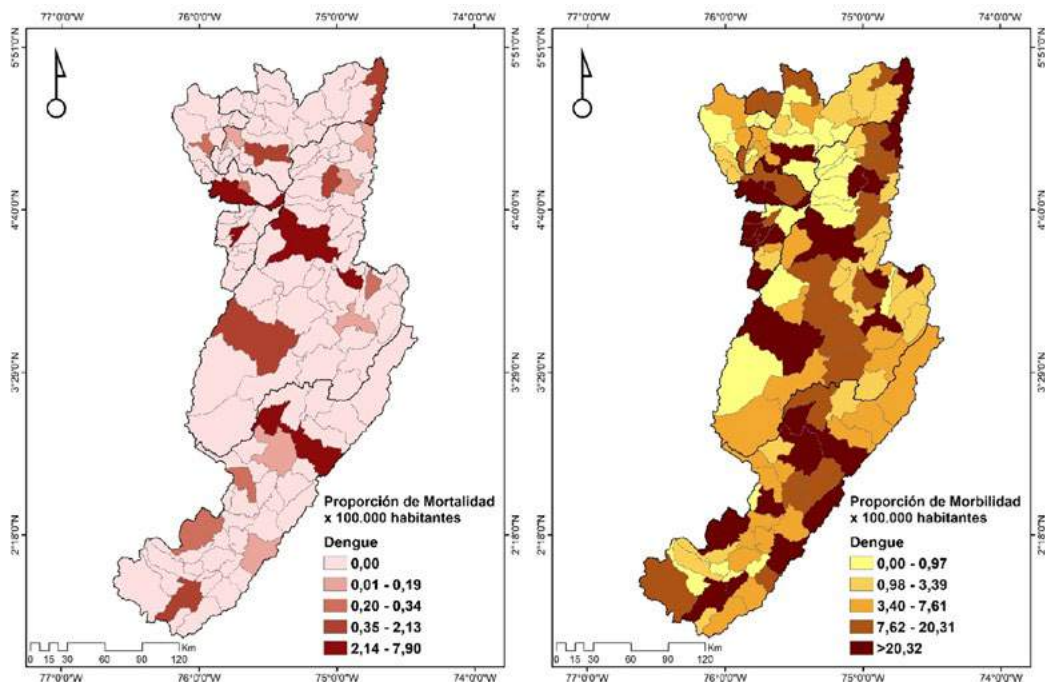
**Tabla 57.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por dengue 2010-2016*

Estadísticos		Proporción de mortalidad por dengue x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por dengue x 100.000 habitantes
Media		,22	27,63
Error estándar		,08	7,76
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,06	12,29
	Límite superior	,37	42,98
Mediana		,00	4,46
Desviación estándar		,92	90,82
Mínimo		,00	,00
Máximo		7,90	719,28
Rango intercuartil		,00	14,90

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)



**Figura 78.** Proporción ajustada de mortalidad y morbilidad por dengue 2010- 2016



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

En morbilidad, los municipios con proporciones por encima de percentil 80 fueron: Chinchiná, La Dorada, Manizales, en Caldas; Algeciras, Garzón, La Plata, Neiva, Palermo, Pitalito, Tesalia, Timaná, en Huila; Armenia, Calarcá, Génova, La Tebaida, Montenegro, Quimbaya, en Quindío; Dosquebradas, Pereira, en Risaralda; Chaparral, Espinal, Honda, Ibagué, Lérída, Líbano, Melgar, Purificación, en Tolima. Finalmente, los 10 municipios con mayor proporción de morbilidad concentran el 69,6% de la carga y fueron: Neiva, Armenia, Ibagué, Pereira, Pitalito, Garzón, Calarcá, Espinal, La Dorada, Montenegro.

## Malaria

La tabla 58 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de

las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 79. Para el período evaluado no se presentaron notificaciones en 39 municipios.

Por grupo etáreo, la mortalidad se presentó en todos los grupos: menores de 20 años (14%), 20-40 años (24%), 40-60 años (24%) y mayores de 60 años (37%); de igual manera, la proporción de morbilidad se distribuyó entre los grupos: menores de 20 años (23%), 20-40 años (31%), 40-60 años (22%) y mayores de 60 años (24%).

Durante el período 2010-2016, las mayores proporciones ajustadas se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (62,2%) como en morbilidad (68,2%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,64 para la región; mientras que para la morbilidad esta relación fue 2,15 y por departamentos: Caldas 2,8, Huila 6,3, Quindío 3,2, Risaralda 1,6, Tolima 6,3.

**Tabla 58.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por malaria 2010-2016*

Descriptivos		Proporción de mortalidad por malaria x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por malaria x 100.000 habitantes
Media		,0096	3,9439
Error estándar		,0066	1,8233
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	-,0035	,3380
	Límite superior	,0226	7,5498
Mediana		,0000	,1295
Desviación estándar		,0769	21,2630
Mínimo		,0000	,0000
Máximo		,8655	222,1746
Rango intercuartil		,0000	,9676

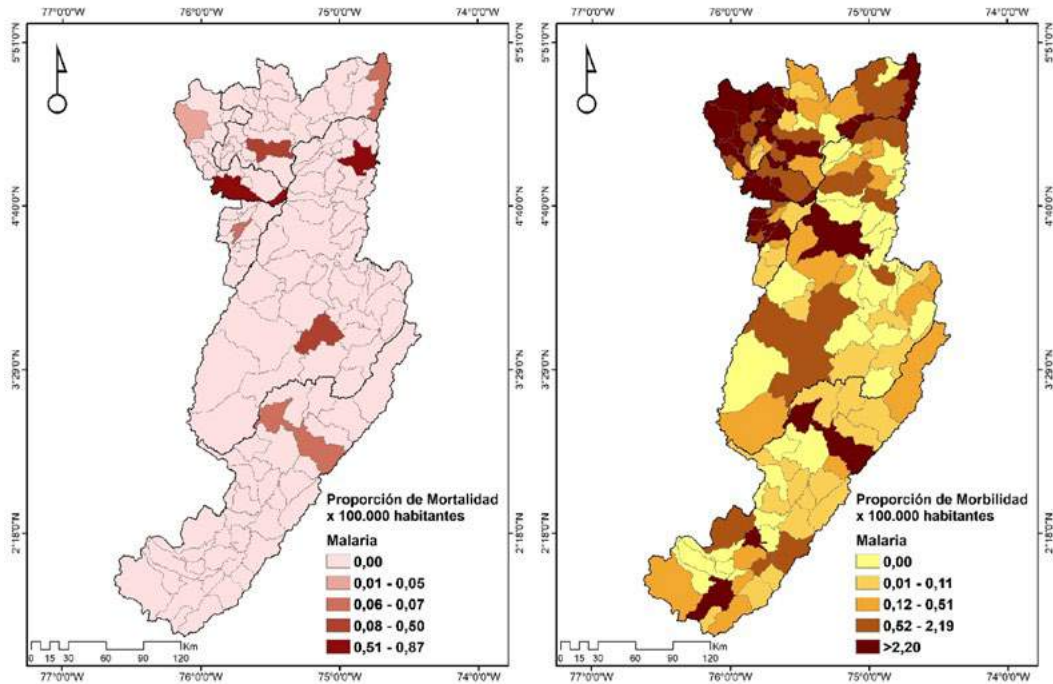
Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

Los municipios que concentraron el 100% de la proporción de mortalidad en la región fueron, en su orden: Pereira, Manizales, La Dorada, Neiva, Armenia y Pueblo Rico.

Los municipios con proporciones de morbilidad superiores al percentil 80 fueron: Anserma, La Dorada, La Merced, Manizales, Manzanares, Marquetalia, Supía, en Caldas; Neiva y Pitalito, en Huila; Armenia, Montenegro, en Quindío; Apía, Dosquebradas, La Virginia, Mistrató, Pereira, Pueblo Rico, Quinchía, Santuario, en Risaralda; Ibagué en Tolima.

Los 10 municipios con mayores proporciones de morbilidad que concentraron el 79% de la carga, fueron: Pueblo Rico, Pereira, Mistrató, Armenia, Ibagué, La Virginia, Manizales, Neiva, Supía y La Merced.

**Figura 79.** Proporción ajustada de morbilidad por malaria 2010- 2016



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

## Leishmaniasis

La tabla 59 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 80. Para el período de estudio sólo se reportaron muertes en municipios de los departamentos Caldas y Tolima.

Por grupo etéreo, la mortalidad se concentró en mayores de 60 años (75%); mientras que la proporción de morbilidad se distribuyó entre los grupos: menores de 20 años (28%), 20-40 años (38%), 40-60 años (21%) y mayores de 60 años (14%).

Durante el período 2010-2016, las mayores proporciones ajustadas se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (55%) como en morbilidad (66,6%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,22 para la región; mientras que para la morbilidad esta

relación fue 1,99 y por departamentos: Caldas 2,0, Huila 3,1, Quindío 8,3, Risaralda 2,5, Tolima 1,8.

Para el periodo de estudio se reportaron casos de mortalidad en: Samaná y Marquetalia, en Caldas; Armero, Coyaima, Ibagué, Lérica, Rioblanco y Mariquita, en Tolima. Por otra parte, los municipios con mayor proporción de morbilidad por encima del percentil 80 fueron: Marquetalia, Samaná, Manizales, Norcasia, Pensilvania, Victoria, en Caldas; Neiva en Huila; Armenia en Quindío; Mistrató, Pereira, Pueblo Rico, en Risaralda; Ataco, Chaparral, Falán, Ortega, Planadas, Rovira, San Antonio, Armero, Ibagué, Rioblanco, Mariquita, en Tolima.

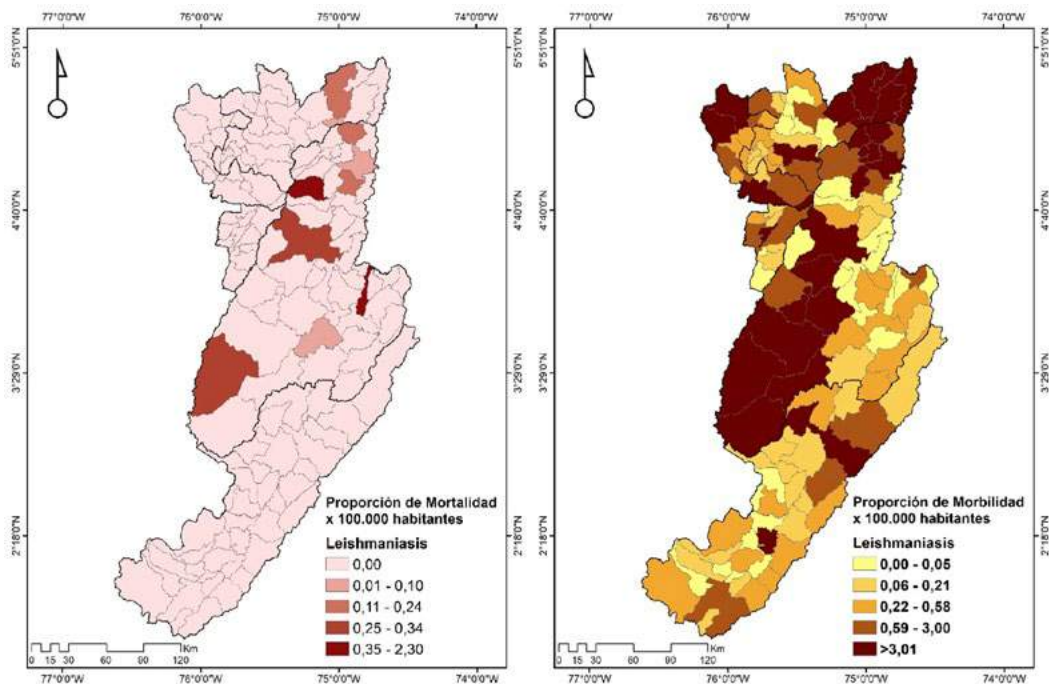
Los 10 municipios con mayor proporción de morbilidad que concentran el 71% de la carga, son, en su orden: Rioblanco, Rovira, Chaparral, Samaná, Ortega, Pueblo Rico, Pereira, Ibagué, San Antonio, Victoria.

**Tabla 59.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por leishmaniasis 2010-2016*

Descriptivos		Proporción de mortalidad por leishmaniasis x 100.000 habitantes	Proporción de morbilidad por leishmaniasis x 100.000 habitantes
Media		,010	6,648
Error estándar		,004	1,647
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,002	3,390
	Límite superior	,019	9,906
Mediana		,000	,400
Desviación estándar		,050	19,282
Mínimo		,000	,000
Máximo		,344	139,087
Rango intercuartil		,000	1,413

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 80.** Proporción ajustada de morbilidad por leishmaniasis 2010- 2016



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

## Chagas

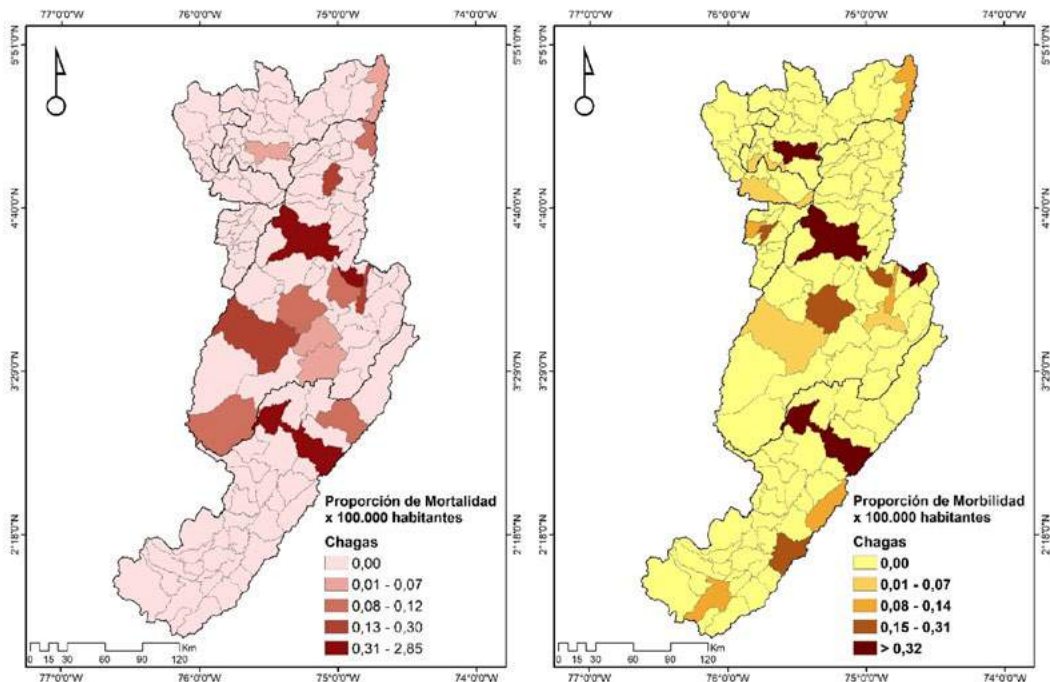
La tabla 60 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 81. Para el período de estudio sólo se reportaron muertes en municipios de los departamentos Caldas, Huila y Tolima.

**Tabla 60.** *Proporciones de mortalidad y morbilidad por Chagas 2010-2016*

Descriptivos		Proporción de mortalidad por Chagas	Proporción de morbilidad por Chagas
Media		,058	,052
Error estándar		,028	,023
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	,002	,007
	Límite superior	,114	,096
Mediana		,000	,000
Desviación estándar		,329	,262
Mínimo		,000	,000
Máximo		2,847	2,249
Rango intercuartil		,000	,000

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 81.** *Proporción ajustada de morbilidad por Chagas 2010- 2016*



Fuente: Elaboración propia a partir Cardona et al. (2020)

Por grupo etáreo, la mortalidad se concentró en mayores de 60 años (77%); mientras que la proporción de morbilidad se distribuyó entre los grupos: 40-60 años (40%) y mayores de 60 años (51%). Durante el período 2010-2016, las mayores proporciones ajustadas se presentaron en hombres, tanto en mortalidad (70%) como en morbilidad (62%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 2,36 para la región y por departamentos: Caldas 1,04, Huila 1,62 y Tolima 2,82; mientras que para la morbilidad esta relación fue 1,62 y por departamentos: Caldas 2,74, Huila 2,08, Quindío 0,62, Tolima 1,15.

Para el período de estudio 2010-2016 se reportaron muertes por departamento en Caldas: La Dorada, Manizales; Huila: Baranya y Neiva; Tolima: Chaparral, Coyaima, Espinal, Guamo, Honda, Ibagué, Líbano, Natagaima, Ortega, Planadas, Suárez. En general, las mayores proporciones de mortalidad se presentaron en Ibagué, Neiva y Espinal.

En relación con la morbilidad, se reportaron casos por departamento en los siguientes municipios: Belalcázar, Chinchiná, La Dorada, Manizales (Caldas); Algeciras, Garzón, Neiva, Pitalito (Huila); Armenia, Montenegro (Quindío); Pereira (Risaralda); Chaparral, Espinal, Ibagué, Melgar, Ortega, Purificación, Suárez (Tolima). Los municipios con las mayores proporciones de mortalidad (>percentil 90), que concentran el 98% de la carga son, en su orden: Neiva, Ibagué, Manizales, Melgar, Espinal, Ortega.

## Enfermedades intestinales

La tabla 61 compila las proporciones de mortalidad y morbilidad para el período de estudio 2010-2016; mientras que la distribución geográfica de las proporciones ajustadas se ilustra en la figura 82.

Por grupo etáreo, la mortalidad se concentró en mayores de 60 años (86%); mientras que la proporción de morbilidad se distribuyó entre los grupos: menores de 20 años (28%), 20-40 años (19%), 40-60 años (18%) y mayores de 60 años (36%).

Las mayores proporciones ajustadas se presentaron en mortalidad en hombres (50,3%) y en morbilidad en mujeres (54,9%). La relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue 1,01 para la región y por departamentos: Caldas 1,01, Huila 0,92, Quindío 0,83, Risaralda 1,03 y Tolima 1,19. Para la morbilidad esta relación fue 0,82 para la región y por departamentos: Caldas 0,83, Huila 0,84, Quindío 0,82, Risaralda 0,81 y Tolima 0,81.

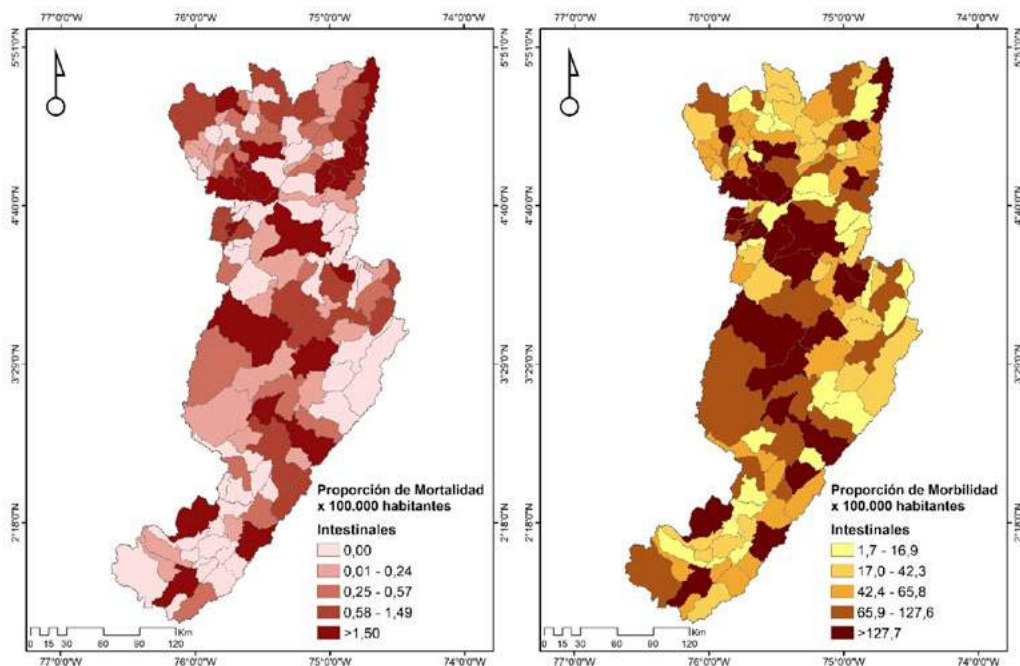


**Tabla 61.** Proporciones de mortalidad y morbilidad por enfermedades intestinales 2010-2016

Descriptivos		Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales
Media		1,358	153,400
Error estándar		0,391	34,032
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0,584	86,099
	Límite superior	2,132	220,700
Mediana		0,230	54,390
Desviación estándar		4,581	398,336
Mínimo		0,000	1,680
Máximo		31,810	3298,430
Rango intercuartil		0,755	83,720

Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)

**Figura 82.** Proporción ajustada de morbilidad por enfermedades intestinales 2010- 2016



Fuente: Adaptación de Cardona et al. (2020)



Los municipios con mayores proporciones de mortalidad, superiores al percentil 80, para el periodo analizado fueron: Aguadas, Chinchiná, La Dorada, Manizales y Riosucio, en Caldas; Algeciras, Campoalegre, Garzón, La Plata, Neiva, Pitalito, en Huila; Armenia en Quindío; Dosquebradas, Pereira, Pueblo Rico, Santa Rosa de Cabal, en Risaralda; Armero, Chaparral, Espinal, Guamo, Honda, Ibagué, Lérída, Líbano, Mariquita, Natagaima, Ortega, Purificación, en Tolima.

Los 10 municipios con la mayor proporción de mortalidad concentran el 72,7% de la carga y fueron, en su orden: Neiva, Pereira, Ibagué, Manizales, Armenia, Garzón, Pitalito, Honda, Dosquebradas, La Plata.

En morbilidad los municipios con proporciones por encima de percentil 80 fueron: Chinchiná, La Dorada, Manizales, en Caldas; Campoalegre, Garzón, La Plata, Neiva, Pitalito, San Agustín, en Huila; Armenia, Calarcá, Montenegro, Quimbaya, en Quindío; Belén de Umbría, Dosquebradas, La Virginia, Pereira, Santa Rosa de Cabal, en Risaralda; Ataco, Cajamarca, Chaparral, Coyaima, Espinal, Guamo, Ibagué, Lérída, Mariquita, Rovira, en Tolima.

Finalmente, los 10 municipios con mayor proporción de morbilidad concentran el 71,1% de la carga y fueron: Pereira, Ibagué, Neiva, Armenia, Manizales, Dosquebradas, La Dorada, Pitalito, Campoalegre, Santa Rosa de Cabal.

➤ Indicadores de acción

## Percepción ciudadana

Terridata (2020) presenta diferentes análisis de percepción ciudadana para el año 2016 que permiten evaluar de manera indirecta los indicadores de gestión municipal.

### Satisfacción con el servicio de Salud

Este indicador se compila en Terridata (2020) para las ciudades capitales; los resultados se muestran en la tabla 62.

**Tabla 62.** Percepción ciudadana:  
Satisfacción con el servicio de salud, %

Satisfacción con el servicio de salud	Manizales	Armenia	Ibagué	Pereira	Global
Muy satisfecho	31,2	21,73	21,28	22,3	24,1
Algo satisfecho	20,1	20,53	18,58	15	18,6
Ni satisfecho ni insatisfecho	15,3	21,6	18,88	21,4	19,3
Algo insatisfecho	11,4	15,73	15,18	15,9	14,6
Muy insatisfecho	18,5	17,73	23,68	22,6	20,6
No recibió servicio de salud	3,5	2,67	2,4	2,8	2,8

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Según este análisis de percepción, se presenta insatisfacción en 35%, de manera global; con mayores porcentajes en Pereira e Ibagué (39%), y menores en Caldas (30%) y Armenia (33%).

### **Transparencia de la administración**

Terridata (2020) compila indicadores de percepción ciudadana sobre la transparencia de la administración municipal para el año 2015. Los resultados se presentan para algunas ciudades capitales de la subregión y se resumen en la tabla 63.

**Tabla 63.** *Percepción ciudadana: Transparencia, %*

<b>Transparencia de la administración</b>	<b>Ibagué</b>	<b>Manizales</b>	<b>Pereira</b>
Cree mucho	2,88	5,85	2,36
Cree	9,24	27,92	10,62
Cree algo	35,35	47,17	34,74
Cree poco	22,94	13,4	22,77
No cree	29,59	5,66	29,51

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Considerando las categorías cree poco y no cree, los peores índices de percepción se presentan en Ibagué (52,53%) y Pereira (52,28%). La mayor percepción sobre transparencia se reconoce en Manizales, donde las tres primeras categorías suman 80,94%.

### **Gestión ambiental**

Los resultados del estudio de Cardona et al. (2020) presentan una síntesis de la información recolectada en los 137 municipios de Caldas, Quindío, Risaralda, Huila y Tolima, en torno a la gestión ambiental. Algunas percepciones de los entrevistados se presentan a continuación:

### *Calidad del agua y saneamiento básico*

La conservación y protección de fuentes hídricas abastecedoras de acueductos es un factor determinante de especial atención por parte de las CAR, las alcaldías municipales y las empresas prestadoras de servicios públicos. La gestión la realizan a través de programas de reforestación, compra y mantenimiento de predios; también se hacen aislamientos y demarcación a la franja protectora de las rondas hídricas.

En algunos municipios perciben como positiva la gestión en la compra de predios para la protección de las fuentes hídricas; el trabajo de Consejos de Cuenca y las Corporaciones para la conservación de rondas hídricas, aislamientos, bebederos sustitutos para que los animales no tomen directamente de las fuentes y jornadas de limpieza en las microcuencas.

En general, los entrevistados perciben como positiva la labor que vienen realizando las CAR, las entidades territoriales y las empresas de servicios públicos para mejorar la calidad de agua y el saneamiento básico.

En la mayoría de los municipios destacan que las cabeceras municipales cuentan con planta de agua potable y en algunos municipios, incluso, la planta abastece también veredas cercanas; pero, en general, expresan preocupación por la potabilización del agua en las zonas rurales.

En algunos municipios, indican que los acueductos se ven afectados por movimientos en masa, fallas o por mantenimiento y dejan de funcionar; es por ello que la comunidad opta por opciones de reserva.

En municipios cafeteros destacan las actividades que realiza el Comité de Cafeteros para la instalación de sistemas de tratamiento de agua, equipos para el tratamiento de las aguas del beneficio de café y la promoción de

la certificación en Buenas Prácticas Agrícolas; sin embargo, expresan preocupación por la contaminación de las aguas mieles del beneficio de café e incluso pulpa de café.

Por otra parte, en la mayoría de los municipios indican que no cuentan con PTAR en la zona urbana; mientras que, en la zona rural, generalmente utilizan pozos sépticos o en algunos casos se vierten directamente sobre las quebradas.

En los municipios mineros, la comunidad expresa preocupación por los vertimientos de minería y advierte debilidades en el cumplimiento ambiental. Expresa la falta de control y seguimiento a la extracción de material de río. Por otra parte, en algunos municipios manifiestan preocupación por contaminación con metales pesados provenientes de fuentes naturales e industriales.

En los municipios con resguardos indígenas indican problemas intestinales en sus habitantes y preocupación de la comunidad por la deforestación; mientras que en comunidades afro expresan preocupación por el desperdicio de agua y la contaminación de las actividades agropecuarias.

Los entrevistados manifiestan preocupación por la siembra de especies foráneas como eucalipto y pino; perciben en estas zonas una disminución en las fuentes de aguas naturales y que es mayor en la temporada de sequía.

Expresan preocupación por la expansión de la frontera agropecuaria, en especial por los cultivos de aguacate y arroz, y ganadería en zonas de ladera; manifiestan que les preocupa la contaminación con agroquímicos en las fuentes hídricas.

En general, la comunidad solicita una mejor identificación y mayor protección de las fuentes abastecedoras de agua, un mayor control sobre la ampliación de la frontera agrícola, al igual que la

tala de árboles y arbustos, y el aprovechamiento de plantaciones forestales.

### ***Residuos***

Es importante destacar cómo algunos municipios han avanzado en la gestión de residuos, con rutas selectivas de recolección de inorgánico, reciclaje y orgánico; en algunos municipios se tienen plantas de aprovechamiento en donde se elaboran abonos orgánicos. En la zona rural se hace aprovechamiento de residuos orgánicos para cultivos y huertas. En la mayoría de los municipios se realiza recolección de residuos sólidos dos veces por semana en la zona urbana. Solo las veredas más cercanas a la cabecera municipal tienen recolección

Los entrevistados manifiestan preocupación por la atención de las zonas rurales, donde en la mayoría de los casos se entierran o queman las basuras e, incluso, se disponen en botaderos. Advierten, además, que falta manejo y control de los residuos producto de las actividades agropecuarias.

La comunidad expresa preocupación por el manejo ambiental en algunos rellenos sanitarios y la vida útil de éstos. En los municipios con rellenos sanitarios, les genera preocupación recibir residuos de otras zonas y la situación ambiental compleja por el tránsito permanente de carros compactadores y vehículos que recorren la ciudad, generando vertimiento de lixiviados, malos olores, y problemas de tráfico.

Por otra parte, indican que la recolección de residuos peligrosos se realiza mediante jornadas con diferentes instituciones. Destacan, además, la labor de Campo Limpio para la recolección de envases de plaguicidas en la zona rural, en conjunto con los Comités de Cafeteros.

En general, la comunidad manifiesta que se realizan muchas capacitaciones de separación en la fuente, reciclaje y aprovechamiento, pero no falta el programa para implementación, pues “separan en sus casas, pero en el camión juntan todo”.

### ***Calidad del aire***

En algunos municipios destacan el Programa de Estufas Ecoeficientes en las zonas rurales. En municipios turísticos con certificación de destino turístico sostenible cuentan con planes de manejo para la gestión de la calidad del aire. En general, la comunidad entrevistada advierte que faltan esfuerzos para conocer y medir de manera frecuente la calidad del aire, no solo en las ciudades capitales sino también en los municipios.

Indican que las quemas agrícolas son frecuentes y que no solo contaminan el aire sino también se convierten en un riesgo. En algunos municipios, con actividad de ladrilleras manifiestan problemas en este aspecto. Los entrevistados sugieren que las acciones son competencia de las Comunidades Territoriales y, en general, se perciben debilidades en la gestión desde la entidad territorial.

En los municipios con rellenos sanitarios, expresan problemas de olores y les generan preocupación los malos olores que generan los vehículos en la recolección.

### ***Seguridad química***

El manejo de residuos peligrosos hospitalarios se gestiona con operadores autorizados e indican que este programa opera adecuadamente. En algunos municipios destacan que la certificación en buenas prácticas agrícolas ayuda en el

manejo ambiental, en especial en el manejo de plaguicidas. Resaltan, además, la recolección de envases de agroquímicos y la gestión que se realiza desde Campo Limpio y el Comité de Cafeteros; sin embargo, reclaman que no es tan frecuente, pues se realiza sólo dos o tres veces en el año.

La mayoría de las percepciones en seguridad química hacen referencia a la contaminación del agua por productos químicos en actividades agropecuarias. En general, se realizan capacitaciones a los productores en manejo de plaguicidas, pero indican que hay problemas en el uso de elementos de protección personal; el manejo, el uso indiscriminado y los productos usados que son muy tóxicos no solo para la salud humana sino también animal; en este caso, relacionan muerte de abejas, en especial en algunos cultivos de aguacate.

En territorios mineros y con presencia de comunidades indígenas manifiestan preocupación por la minería ilegal, la extracción con maquinaria pesada y el uso indiscriminado y no controlado de productos químicos; en un municipio indicaron que se han detectado malformaciones congénitas evidenciadas por el hospital.

En este apartado también relacionan la recolección de residuos especiales y peligrosos, y algunos programas de recolección de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, pilas, baterías, luminarias, medicamentos vencidos y plaguicidas domésticos.

### ***Gestión ambiental***

Las CAR realizan gestión para acompañar cada municipio con convenios para guardabosques, mantenimiento a predios y zonas forestales, conservación de franjas de protección, señalizaciones, reforestaciones, compra de predios.

En los predios adquiridos por cada municipio realizan vigilancia, aislamiento, restauración de cercos y reforestaciones constantes.

Además, otras entidades realizan acciones para la gestión ambiental; se destacan en general las acciones de las alcaldías, las empresas de servicios públicos, algunas entidades públicas y privadas, y ONG que trabajan en temas ambientales.

Algunos municipios contratan guardabosques en las veredas para protección y conservación de fuentes hídricas y zonas forestales. También hacen mención del beneficio que se le da a los dueños de predios que conservan bosques y zonas forestales dentro de sus fincas, pues dentro del Sistema Municipal de Áreas Protegidas (SIMAP) se tienen descuentos al impuesto predial por conservación de zonas de reserva.

En temas de gestión ambiental, las alcaldías y las Corporaciones hacen control y seguimiento. El comparendo ambiental se maneja de manera pedagógica y los entrevistados solicitan más control de la policía en temas ambientales.

Las quejas más frecuentes en materia ambiental son las quemas de cultivos o de residuos sólidos, la tala de árboles y los vertimientos. Los entrevistados manifiestan preocupaciones por la deforestación de bosques nativos, la expansión de la frontera agrícola, la invasión de humedales y áreas de protección ambiental, y el deterioro de franjas protectoras en fuentes hídricas. De manera general, preocupan también las quemas en cultivos agrícolas y el poco control que se realiza de esta actividad.

Por otra parte, en los municipios donde se han realizado siembras de aguacate preocupa el tema ambiental por el elevado uso del agua, la fumigación permanente; afirman que la gente se está enfermando y que se está generando contaminación en las fuentes hídricas.

En general, se realizan campañas de concientización del cuidado del medio ambiente. Resaltan las capacitaciones sobre cambio climático, cultura del agua, plan de uso eficiente y ahorro del agua, cuidado y conservación del medio ambiente, y temas ambientales del código de policía. Con instituciones educativas se realizan capacitaciones de manejo de residuos sólidos, separación en la fuente 4R: Reducir, Reutilizar, Reciclar y Recuperar, y cómo hacer compostaje en casa.

En general, sobresale la labor de las instituciones educativas que conforman grupos ambientales para reforestación, campañas educativas de uso eficiente y ahorro del agua, y cuidado del medio ambiente. Se han realizado capacitaciones con los PRAES sobre cambio climático, adaptación al cambio climático, conservación del recurso hídrico, ahorro y uso eficiente del agua, manejo de residuos sólidos, entre otros temas.

En algunos municipios se destaca el Comité Municipal de Desarrollo Rural, en el cual participan diferentes agremiaciones agropecuarias del municipio, ayudan a enfocar los procesos productivos y fomentan las buenas prácticas. Los entrevistados ven los beneficios de la certificación en buenas prácticas agrícolas en términos del plan de manejo ambiental, pero sugieren que se requiere una mayor promoción de este tipo de programas, en especial en temas de ganadería y en cultivos de aguacate.

## Aseguramiento en salud

---

Terridata (2020) consolida las cifras de aseguramiento en salud para el año 2018. El panorama para los departamentos evaluados se muestra en la tabla 64. En la región, la mayoría de los afiliados pertenecen a regímenes especiales (53,8%, en promedio); la mayor afiliación en este régimen especial, en términos porcentuales, se registra en Huila (69%) y la menor en Risaralda (41,6%). En el régimen subsidiario pertenecen 2,1% de los afiliados al Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), en promedio. Para el régimen contributivo, la participación promedio es de 44%, con mayores valores en términos porcentuales en Risaralda (56,7%) y menores en Huila (28,7%). La figura 83 ilustra los rangos de total de afiliados por municipios.

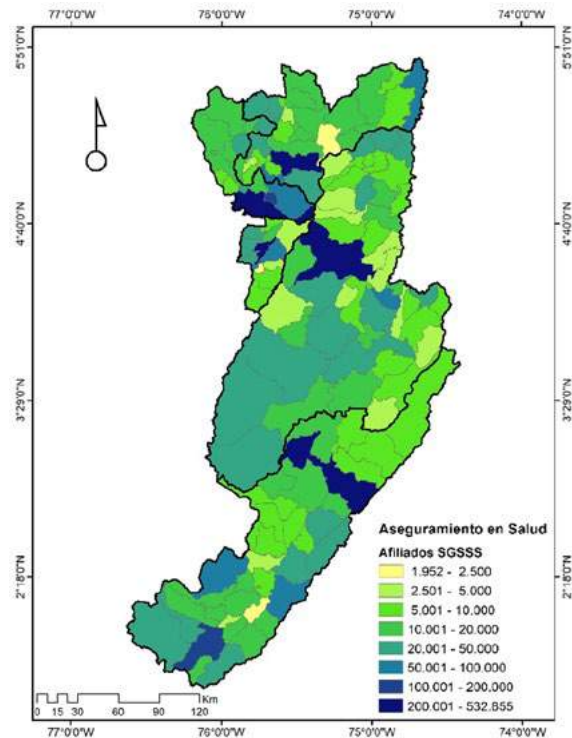


Tabla 64. Aseguramiento en salud, 2018

Entidad	Afiliados al SGSSS	Afiliados Régimen contributivo	Afiliados Régimen subsidiado	Afiliados Regímenes especiales
Colombia	47.056.821,00	22.372.940,00	2.025.773,00	22.658.108,00
Caldas	866.140,00	455.687,00	20.305,00	390.148,00
Huila	1.105.626,00	317.696,00	25.078,00	762.852,00
Quindío	512.910,00	264.656,00	9.945,00	238.309,00
Risaralda	932.044,00	528.413,00	15.853,00	387.778,00
Tolima	1.230.159,00	481.645,00	26.386,00	722.128,00
Subtotales	4.646.879,00	2.048.097,00	97.567,00	2.501.215,00

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

Figura 83. Afiliados al SGSSS



Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

## Inversiones

---

En el análisis de inversiones se incluye la inversión en gestión ambiental y gestión del riesgo.

### **Inversión per cápita en gestión ambiental**

El gasto en protección ambiental es el gasto efectuado que tenga como “propósito primario la prevención, reducción, y eliminación de la contaminación, así como otras formas de degradación del medio ambiente” (CEPAL, 2014).

Aunque la Ley 99 de 1993 estableció la transferencia de competencias ambientales del nivel nacional a las entidades territoriales y la reorientación de las finanzas locales para atender los nuevos compromisos, la profundización de las problemáticas ambientales locales plantea interrogantes sobre la reacción de los gobiernos municipales a estas competencias (Vélez, 2001).

Las cuatro competencias ambientales básicas conferidas a los municipios son: la planificación de la gestión, la regulación, el control y la vigilancia del cumplimiento de la normatividad ambiental, y la ejecución de inversiones relacionadas con el manejo y la protección ambiental (Vélez, 2001).

A pesar de las precisiones de la Ley 99 de 1993 sobre la forzosa destinación a inversión ambiental, la decisión de orientar determinada proporción de ingresos disponibles es discrecional de cada gobierno local y se adopta de acuerdo con las prioridades explícitas en los planes de desarrollo municipales (Vélez, 2001).

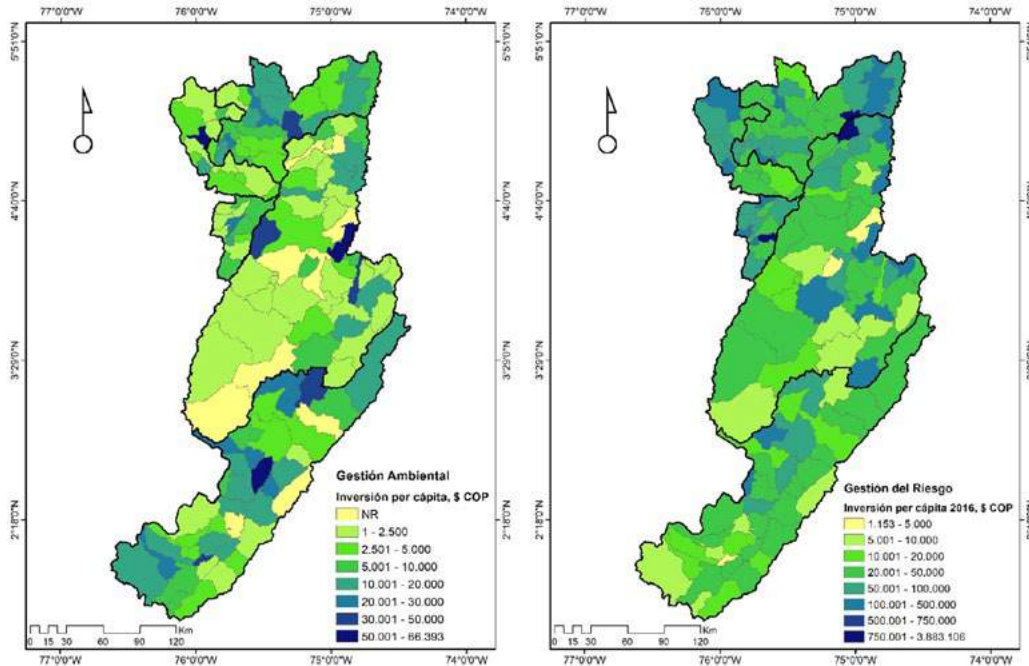
El DNP (2016) calculó para el año 2012 la inversión *per cápita* en el sector ambiental en el municipio. Los resultados se exponen en la tabla 65 y en la figura 84 y sugieren que es necesario mejorar la inversión ambiental en los municipios, la cual se encuentra en la mayoría por debajo del promedio nacional.

Tabla 65. Inversión per cápita en gestión ambiental, 2012

Departamento	Inversión Per cápita ambiental en COP	
	Promedio	Capitales
Colombia	12.643	
Caldas	12.923	2.733
Huila	12.263	4.382
Quindío	6.321	21.156
Risaralda	7.691	2.554
Tolima	7.288	4.040
Subtotal	9.297	6.973

Fuente: Adaptación de DNP (2016)

Figura 84. Inversión per cápita en gestión ambiental y en gestión del riesgo



Fuente: Adaptación de DNP (2016)

### Inversión en gestión de riesgo

La inversión en gestión del riesgo es reportada a nivel municipal en Terridata (2020) para el año 2016; los consolidados departamentales se evidencian en la tabla 66 y el comportamiento por municipio en la figura 84. En este aspecto se evidencia la necesidad de una mayor inversión en conocimiento y reducción del riesgo.

**Tabla 66.** *Inversión en gestión de desastres, 2016*

Entidad	Inversión acumulada en miles pesos			
	Conocimiento del riesgo	Reducción del riesgo	Manejo de desastres	Gestión de desastres total
Caldas	55.000,00	48.256,00	4.026.598,00	5.477.277,88
Huila	414.617,84		694.875,44	8.662.367,51
Quindío	148.950,63	727.290,79	395.023,68	3.396.693,19
Risaralda	157.051,87	5.892.222,57	915.870,31	11.036.491,07
Tolima		5.775.651,75	870.860,00	22.478.040,74
Subtotal	775.620,34	12.443.421,11	6.903.227,43	51.050.870,39

Fuente: Adaptación de Terridata (2020)

En Colombia, la *Guía para la formulación de proyectos de inversión pública en gestión del riesgo de desastres* (Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres, 2018) proporciona las herramientas básicas para la selección y priorización de acciones, según los objetivos estratégicos del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres “Una estrategia de desarrollo 2015-2025”, el plan de desarrollo municipal y el plan de ordenamiento territorial; y, por tanto, puede servirle a los tomadores de decisiones en la priorización, programación, ejecución, evaluación, seguimiento y control de proyectos en el marco de los procesos de conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres establecidos por la Ley 1523 de 2012.

## Consejos Territoriales de Salud Ambiental (COTSA)

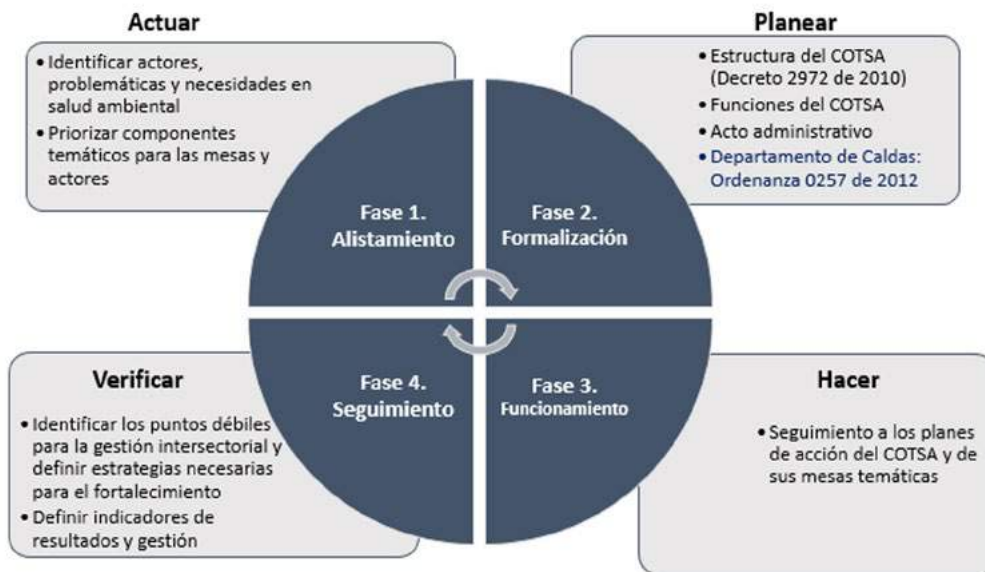
---

Los COTSA son “espacios técnicos relevantes para la toma de decisiones, la gestión y la concertación intersectorial en el abordaje de los determinantes sociales y ambientales que afectan la calidad de vida y salud de la población, así como para la implementación de la Política Integral de Salud Ambiental (PISA)” (DNP et al., 2016, p.7).

El COTSA tiene carácter eminentemente asesor y de gestión, permite articular políticas públicas y el trabajo intersectorial relacionado con salud ambiental (DNP et al., 2016). Los COTSA fueron contemplados por el CONPES 3550 de 2008, como espacios intersectoriales e interinstitucionales a nivel territorial alrededor de la salud ambiental, con la participación de actores clave definidos localmente. Para su operación, cuentan con una guía para la conformación, funcionamiento y seguimiento de los COTSA (DNP et al. 2016); según esta guía, para el 2016 se tenían 35 COTSA, de los cuales 28 eran departamentales, 3 distritales y 4 municipales. En 2010 se configuró el COTSA de Manizales; en 2012, los COTSA de Huila, Caldas y Quindío; en 2014, el de Tolima.

La conformación de los COTSA responde a las necesidades y problemáticas ambientales y sanitarias del territorio; cuentan, además, con autonomía para definir su estructuración y la conformación de las diferentes mesas de trabajo; de ahí su diversidad al interior del país. En el proceso de conformación, el DNP et al. (2016), sugiere algunas fases que se resumen en la figura 85.

**Figura 85.** Proceso de conformación de COTSA



Fuente: Adaptación de DNP et al. (2016)

En el proyecto *Salud Ambiental en 5 departamento de la región Central de Colombia* se realizó el acompañamiento del COTSA del departamento Caldas. Algunas de las lecciones aprendidas son:

- La creación y conformación del COTSA por ordenanza departamental facilita la priorización de acciones, la articulación y la designación de recursos, dado que el gobernador y los secretarios participan en las sesiones de trabajo.
- Las mesas de trabajo se conforman sobre los temas priorizados en salud ambiental. Cada mesa planea y ejecuta su plan de acción, y presenta un informe en las sesiones del COTSA.
- La comprensión de los objetivos, metas y estrategias de la Dimensión de Salud Ambiental del PDSP y el análisis de la reglamentación, es

necesaria y, por tanto, la capacitación y sensibilización son etapas claves para los actores de la mesa.

- La aplicación del MFM permite la identificación de problemas y priorizar acciones de intervención. Por otra parte, facilita la identificación de actores claves que pueden vincularse a la mesa considerando un trabajo público-privado que integre acciones Academia-Empresa-Estado-Sociedad Civil.
- Al comienzo de la intervención, el COTSA de Caldas contaba con las siguientes mesas: Residuos, Agua, Cárnicos, Zoonosis, Plaguicidas, Cambio climático. Una vez realizada la intervención, se amplió el alcance a las siguientes mesas: Agua y Alimentos; Plaguicidas y Seguridad Química; y Cambio Climático y Calidad del Aire.
- La promoción de espacios para la sensibilización, la capacitación y el conocimiento de experiencias del COTSA departamental con los municipales, facilita la alineación de planes de acción.
- La definición de los planes de acción y los indicadores, al igual que el seguimiento al cumplimiento de acciones, es fundamental para la rendición de cuentas.
- El acompañamiento del gobernador y de la Procuraduría Ambiental en los escenarios de rendición de cuentas, promueve la eficacia en el cumplimiento de acciones del plan de acción.
- El análisis de los indicadores epidemiológicos y la ejecución del ciclo Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA), facilita la identificación de nuevos problemas y la formulación de acciones de intervención.

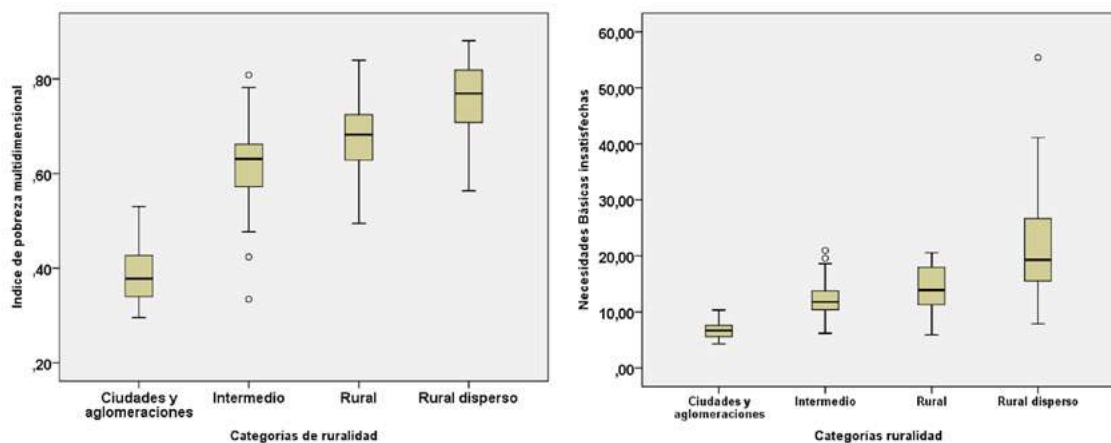
## ➤ Análisis de Interrelaciones según MFM



## Fuerza motriz - presión

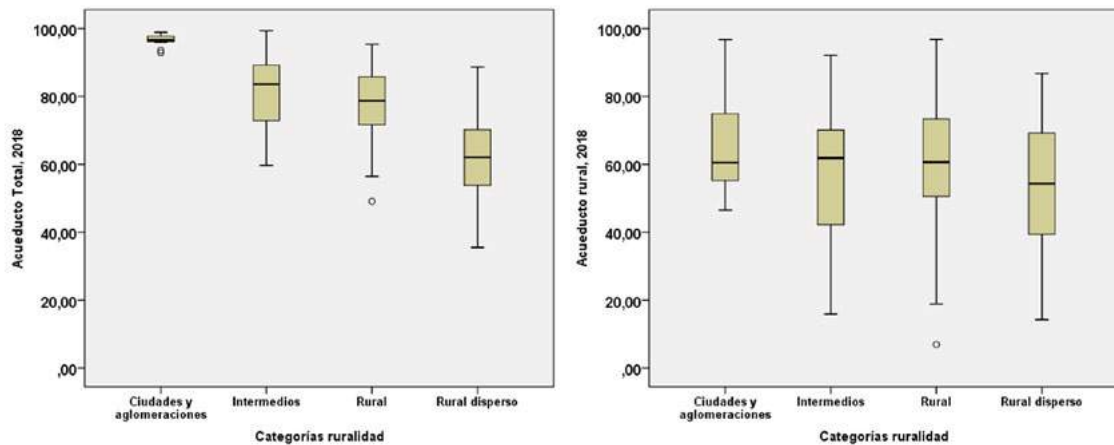
El análisis de interrelaciones entre las variables evidencia diferencias por las categorías de ruralidad (figura 86), tanto en el IPM como en el de NBI, con cuatro subgrupos con diferencias estadísticamente significativas, según los resultados de las pruebas no paramétricas (Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney).

**Figura 86.** Pobreza multidimensional y NBI según la categoría de ruralidad



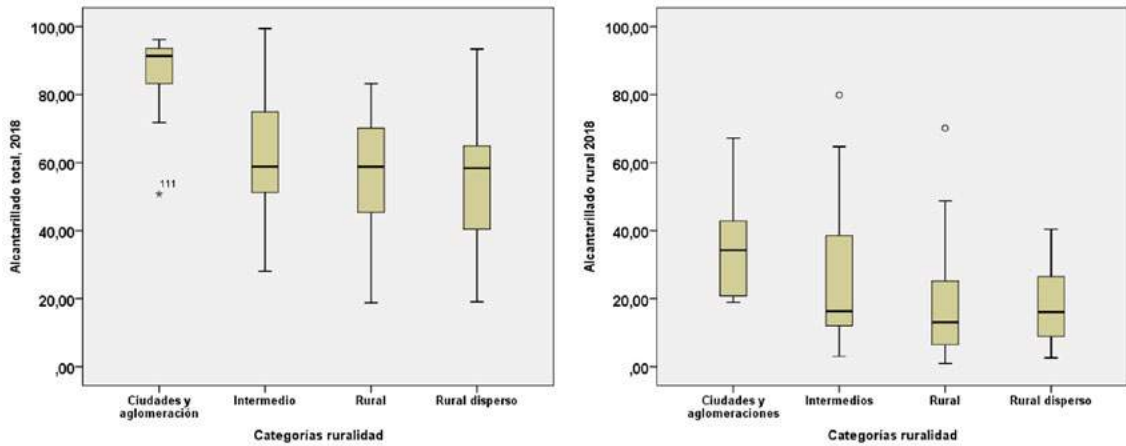
Las diferencias en coberturas de servicios públicos por categorías de ruralidad son marcadas. En cobertura de acueducto total (figura 87), se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de ciudades y rural disperso con las demás, pero no entre municipios intermedios y rurales. En cobertura de acueducto rural no se presentan diferencias entre los municipios por categorías de ruralidad.

**Figura 87.** Coberturas de acueducto según categorías de ruralidad



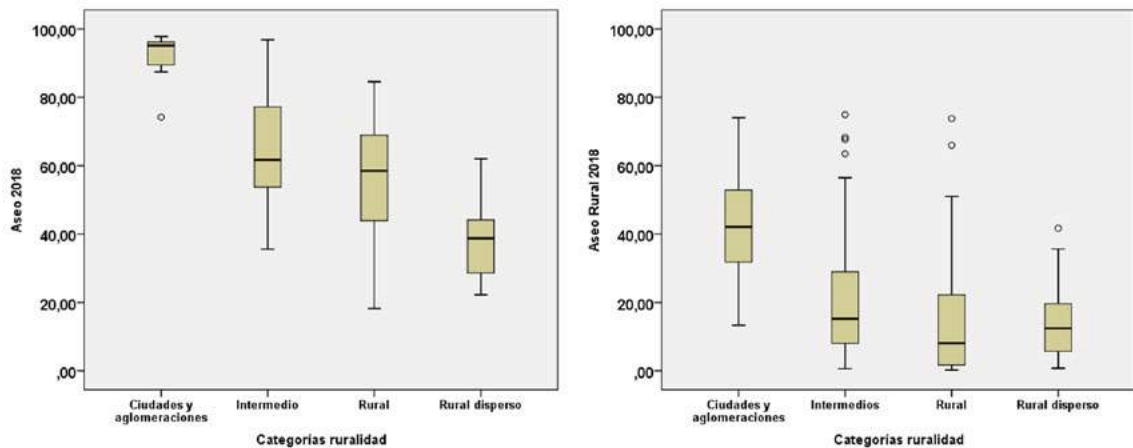
En cobertura de alcantarillado total y rural se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las ciudades y las demás categorías, como se ilustra en la figura 88, confirmado con pruebas no paramétricas.

**Figura 88.** Coberturas de alcantarillado según categorías de ruralidad



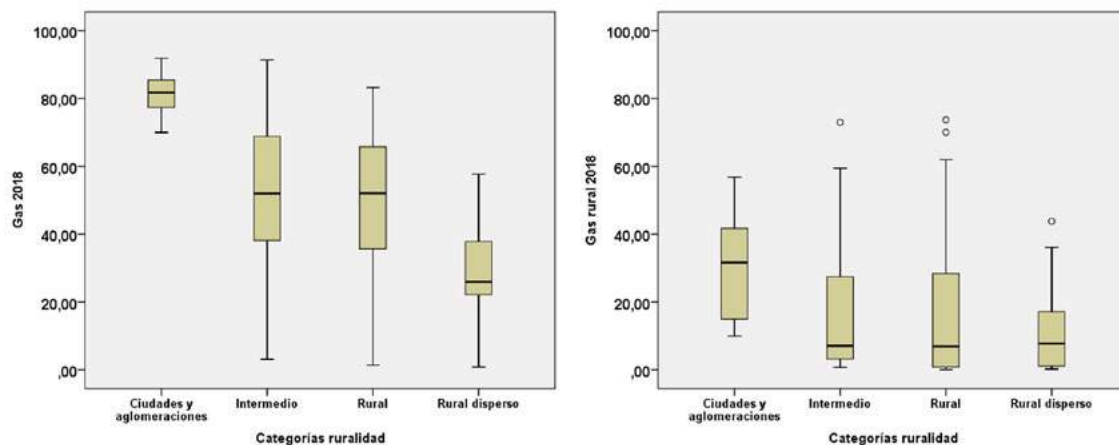
El análisis de las coberturas de aseo por categorías de ruralidad se muestra en la figura 89; las diferencias son estadísticamente significativas para las ciudades y rural disperso, en comparación con las demás categorías.

**Figura 89.** Coberturas de servicios de aseo y gas natural según categorías de ruralidad



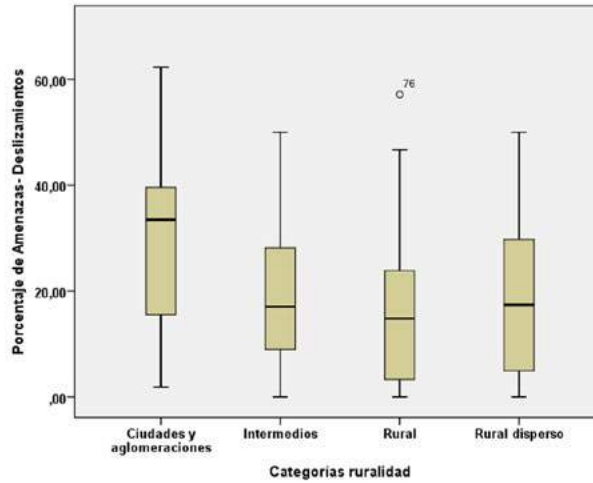
La representación de las coberturas de gas natural por categoría de ruralidad se compila en la figura 90; las diferencias son estadísticamente significativas para las ciudades, en comparación con las demás categorías.

**Figura 90.** Coberturas de gas natural según categorías de ruralidad



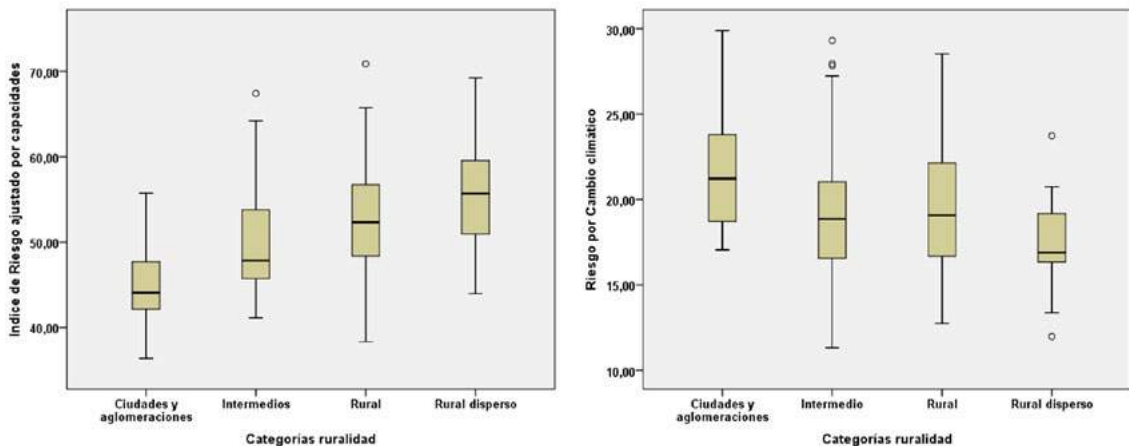
En relación con los indicadores de gestión de riesgo y cambio climático, no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las categorías de ruralidad del porcentaje de amenazas hidrometeorológicas, sismo, erupciones volcánicas, inundaciones, incendios, sequías, pero sí en deslizamientos que se concentran más en las ciudades (figura 91).

**Figura 91.** Amenazas por deslizamientos según categorías de ruralidad



El índice de riesgo ajustado por capacidades aumenta con la ruralidad; mientras que el riesgo por cambio climático tiene un comportamiento inverso y, por tanto, es mayor en las ciudades (figura 92).

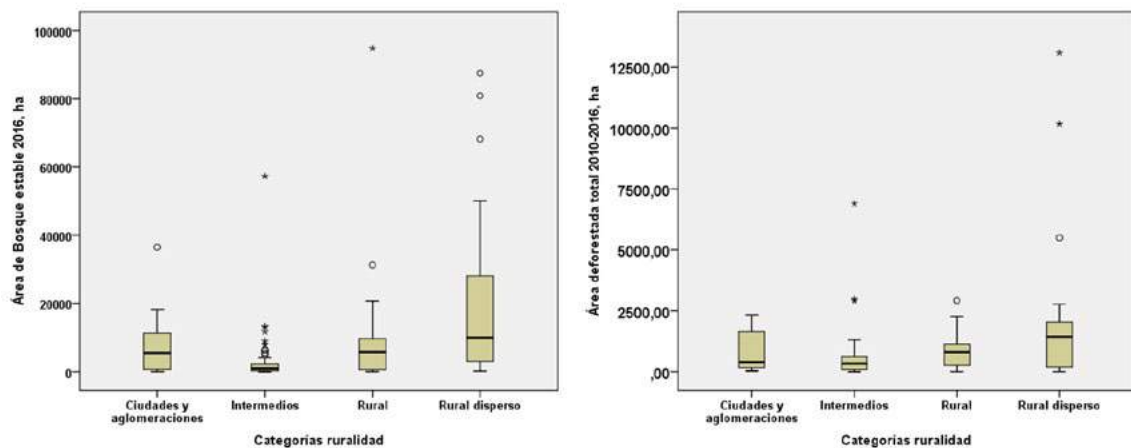
**Figura 92.** Índice de riesgo ajustado por capacidades y riesgo por cambio climático según categorías de ruralidad



El área en bosques estable es mayor en municipios en rural disperso, menor en intermedios; pero no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre ciudades y aglomeraciones y municipios rurales. Las áreas SINAP son mayores en ciudades y aglomeraciones, seguidas por rural disperso, pero menores en municipios intermedios y rurales. Los 10 municipios con mayores áreas SINAP, en su orden, son: Planadas, San Agustín, Rioblanco, Chaparral, Santa Rosa de Cabal, Colombia, Salento, Villavieja, Teruel, La Argentina (figura 93).

El área deforestada para el periodo 2010-2016 fue mayor en los municipios de la categoría rural disperso, seguido por los rurales y las ciudades (figura 93). Los 10 municipios con mayor nivel deforestación para el período 2020-2016 fueron, en su orden: Planadas, Rioblanco, La Plata, Colombia, Chaparral, San Agustín, Pitalito, Iquira, Ataco y Mistrató.

**Figura 93.** Área de bosques estable y área deforestada según categorías de ruralidad



El área en bosques estable es mayor en municipios en rural disperso, menor en intermedios; pero no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre ciudades y aglomeraciones y municipios rurales. Las áreas SINAP son mayores en ciudades y aglomeraciones, seguidas por rural disperso, pero menores en municipios intermedios y rurales. Los 10 municipios con mayores áreas SINAP, en su orden, son: Planadas, San Agustín, Rioblanco, Chaparral, Santa Rosa de Cabal, Colombia, Salento, Villavieja, Teruel, La Argentina (figura 93).

El área deforestada para el periodo 2010-2016 fue mayor en los municipios de la categoría rural disperso, seguido por los rurales y las ciudades (figura 93). Los 10 municipios con mayor nivel deforestación para el período 2020-2016 fueron, en su orden: Planadas, Rioblanco, La Plata, Colombia, Chaparral, San Agustín, Pitalito, Iquira, Ataco y Mistrató.

## Estado

---

El análisis de la evaluación integrada de la situación actual de las subzonas hidrográficas fue realizado por el ENA (2018), desde una perspectiva de la variabilidad de la oferta hídrica en condiciones naturales y de la situación actual del recurso hídrico, con el propósito de priorizar intervenciones; para tal efecto, se consideraron temas relevantes como la producción potencial de sedimentos, uso de mercurio en la obtención de oro y plata, y el uso de agroquímicos en la producción de coca; este último fue excluido de la tabla 67, pues solo se reportaba información para la cuenca del río San Juan con valores bajos.

**Tabla 67.** Resultados de análisis integrado por subzonas hidrográficas

Departamento	Zonificación Hidrográfica	Análisis variabilidad de oferta hídrica	Presiones de demanda y variabilidad	(IPHE)	(IACAL año seco)	Erosión hídrica potencial en ladera	Transformación ZPI (%)	Vertimiento mercurio al agua y suelo	Categorización integrada
Huila	2101 Alto Magdalena	Media	Media	Alto	Alta	Media	NA	NA	Medio
Huila	2102 Río Timaná y otros directos al Magdalena	Media	Alta	Muy Alto	Alta	Baja	Muy Alto	NA	Alta
Huila	2103 Río Suaza	Media	Media	Alto	Alta	Media	Muy Alto	NA	Medio
Huila	2104 Ríos Directos al Magdalena (mi)	Media	Alta	Alto	Alta	Baja	Muy Alto	Baja	Alta
Huila	2105 Río Páez	Media	Muy Alta	Moderado	Media Alta	Alta	Alto	Baja	Medio
Huila	2106 Ríos directos Magdalena (md)	Alta	Muy Alta	wAlto	Muy Alta	Baja	Muy Alto	Baja	Muy Alta
Huila	2108 Río Yaguará y Río Íquira	Alta	Muy Alta	Moderado	Alta	Media	Muy Alto	Baja	Alta
Huila	2109 Juncal y otros ríos directos al Magdalena	Alta	Muy Alta	Moderado	Baja	Baja	Muy Alto	Baja	Medio
Huila	2110 Río Neiva	Alta	Muy Alta	Alto	Alta	Media	Muy Alto	Baja	Alta
Huila	2111 Río Fortalecillas y otros	Alta	Muy Alta	Alto	Muy Alta	Baja	Muy Alto	Baja	Muy Alta
Huila	2112 Río Baché	Media	Muy Alta	Moderado	Alta	Alta	Muy Alto	Baja	Alta
Tolima	2113 Río Aipe, río Chenche y otros directos al Magdalena	Alta	Muy Alta	Moderado	Alta	Baja	Muy Alto	Baja	Alta
Tolima	2114 Río Cabrera	Media	Media	Bajo	Moderada	Media	Muy Alto	NA	Baja
Tolima	2115 Directos Magdalena entre ríos Cabrera y Sumapaz (md)	Media	Muy Alta	Moderado	Media Alta	Baja	NA	NA	Medio
Tolima	2116 Río Prado	Alta	Muy Alta	Moderado	Media Alta	Media	Muy Alto	NA	Alta
Tolima	2118 Río Luisa y otros Directos al Magdalena	Media	Muy Alta	Muy Alto	Muy Alta	Baja	NA	NA	Alta



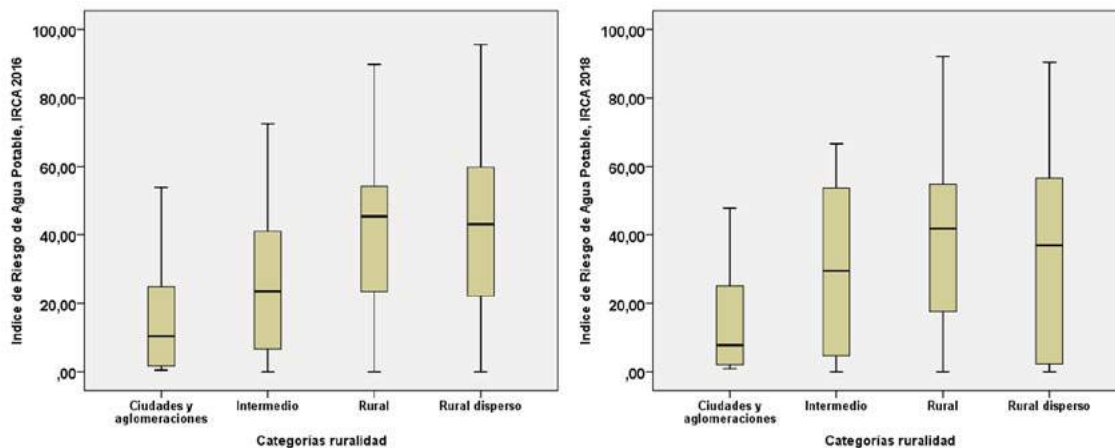
Departamento		Zonificación Hidrográfica	Análisis variabilidad de oferta hídrica	Presiones de demanda y variabilidad	(IPHE)	(IACAL año seco)	Erosión hídrica potencial en ladera	Transformación ZPI (%)	Vertimiento mercurio al agua y suelo	Categorización integrada
Tolima	2119	Río Sumapaz	Media	Muy Alta	Alto	Muy Alta	Baja	Medio	NA	Alta
Tolima	2121	Río Coello	Media	Muy Alta	Alto	Muy Alta	Media	Muy Alto	Baja	Alta
Tolima	2122	Río Opía	Media	Muy Alta	Alto	Baja	Baja	NA	NA	Baja
Tolima	2124	Río Totare	Media	Muy Alta	Alto	Muy Alta	Media	Medio	Baja	Alta
Tolima	2125	Río Lagunilla y otros Directos al Magdalena	Media	Muy Alta	Alto	Alta	Media	Muy Alto	Media	Alta
Tolima	2201	Alto Saldaña	Media	Alta	Alto	Moderada	Alta	Muy Alto	Baja	Medio
Tolima	2202	Río Atá	Alta	Muy Alta	Moderado	Media Alta	Alta	Muy Alto	Baja	Alta
Tolima	2203	Medio Saldaña	Alta	Muy Alta	Moderado	Alta	Alta	Muy Alto	Baja	Alta
Tolima	2204	Río Amoyá	Alta	Alta	Moderado	Baja	Alta	Muy Alto	Baja	Medio
Tolima	2206	Río Tetuán, río Ortega	Alta	Muy Alta	Moderado	Alta	Alta	NA	Baja	Alta
Tolima	2207	Río Cucuana	Media	Muy Alta	Alto	Moderada	Media	Muy Alto	NA	Medio
Tolima	2208	Bajo Saldaña	Media	Muy Alta	Alto	Alta	Baja	NA	Baja	Alta
Tolima	2301	Río Gualí	Media	Alta	Muy Alto	Alta	Alta	NA	Baja	Alta
Caldas	2302	Río Guarinó	Media	Media	Alto	Media Alta	Muy Alta	NA	NA	Medio
Caldas	2304	Directos Magdalena entre ríos Guarinó y La Miel (mi)	Media	Muy Alta	Muy Alto	Alta	Alta	Muy Alto	NA	Alta
Caldas	2305	Río La Miel (Samaná)	Media	Alta	Alto	Moderada	Muy Alta	Muy Alto	Baja	Medio
Quindío, Risaralda	2612	Río La Vieja	Alta	Muy Alta	Crítico	Muy Alta	Alta	Muy Alto	Baja	Muy Alta
Caldas, Risaralda	2613	Río Otún y otros directos al Cauca	Alta	Muy Alta	Crítico	Muy Alta	Alta	Muy Alto	Baja	Muy Alta
Caldas, Risaralda	2614	Río Risaralda	Alta	Muy Alta	Crítico	Muy Alta	Alta	NA	Baja	Alta
Caldas	2615	Río Chinchiná	Media	Muy Alta	Crítico	Muy Alta	Media	Muy Bajo	Baja	Alta
Caldas	2616	Río Tapias y otros Directos al Cauca	Alta	Muy Alta	Alto	Muy Alta	Alta	NA	Baja	Alta

Departamento	Zonificación Hidrográfica	Análisis variabilidad de oferta hídrica	Presiones de demanda y variabilidad	(IPHE)	(IACAL año seco)	Erosión hídrica potencial en ladera	Transformación ZPI (%)	Vertimiento mercurio al agua y suelo	Categorización integrada	
Caldas	2617	Río Frío y Otros Directos al Cauca	Alta	Muy Alta	Muy Alto	Alta	Alta	Muy Alto	Media	Muy Alta
Caldas	2618	Río Arma	Media	Muy Alta	Alto	Media Alta	Muy Alta	Muy Alto	Baja	Alta
Risaralda	5401	Río San Juan Alto	Baja	Media	Muy Bajo	Baja	Muy Alta	Muy Alto	Media	Baja

Fuente: Adaptación de ENA (2014)

El IRCA tiene diferencias según los niveles de ruralidad; el nivel de riesgo es menor en ciudades y aumenta con la ruralidad; la figura 94 muestra el análisis para dos períodos: 2016 y 2018, donde hay gran variabilidad en las categorías rural y rural disperso.

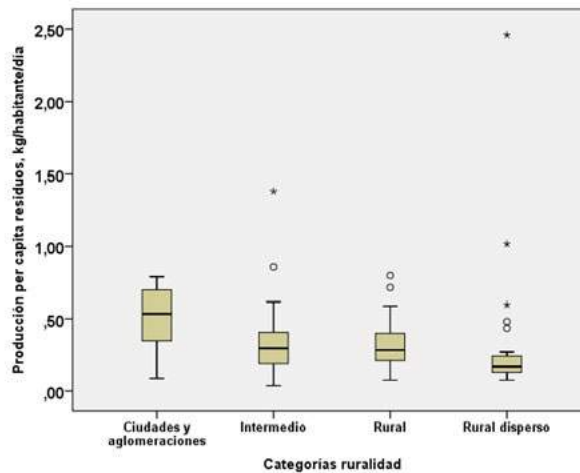
Figura 94. IRCA según categorías de ruralidad, 2018



La generación *per cápita* de residuos decrece con la ruralidad (figura 95). Los 10 municipios que reportan mayor generación *per cápita* son: Murillo, Espinal, Samaná, Melgar, Elías, Manizales, Neiva, Ibagué, Carmen de Apicalá y Armenia.

En materia de residuos peligrosos o RESPEL se reportaron mayores valores de generación para el departamento Tolima, seguido por Caldas (IDEAM, 2018). En términos de composición se destacan: Desechos metálicos y desechos que contengan aleaciones de cualquiera de las siguientes sustancias: Antimonio, Arsénico, Berilio, Cadmio, Plomo, Mercurio, Selenio, Telurio, Talio; desechos clínicos resultantes de la atención médica y desechos clínicos y afines; desechos de aceites minerales; mezclas y emulsiones de desechos de aceite y agua o de hidrocarburos y agua y acumuladores de plomo.

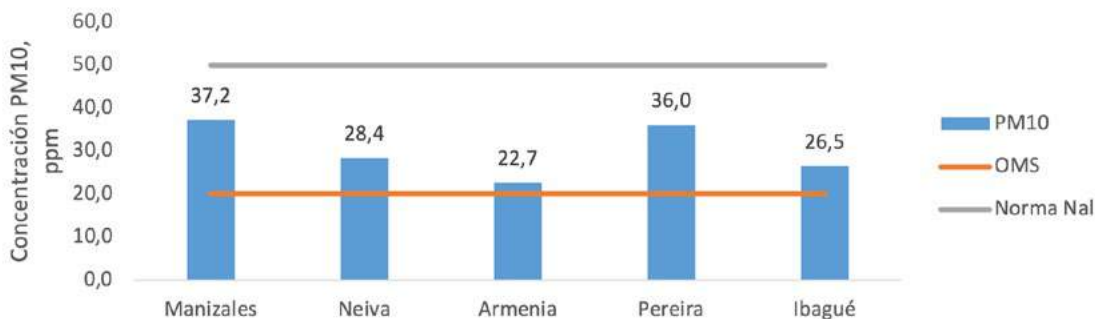
**Figura 95.** Producción per cápita de residuos según categorías de ruralidad, 2018



Como lo plantea el informe Nacional de RESPEL en Colombia (IDEAM, 2018), es preciso continuar implementando estrategias para aumentar la representatividad de la información, tanto a nivel de gestión con los generadores (que aún no realizan el reporte de su información) como a nivel del RESPEL.

Con respecto a la calidad del aire, los datos fueron limitados para los municipios. La figura 96 compila los promedios de concentración de PM10 para ciudades capitales que, si bien cumplen con la norma nacional, están por encima de los valores sugeridos por la OMS (2005). Las mayores concentraciones de PM10 se reportaron en Manizales y Pereira; mientras que en PM2,5, en Manizales y Neiva.

**Figura 96.** Contaminante criterio PM10 en ciudades capitales, 2010-2016



El Volcán del Ruiz tiene influencia en la calidad del aire en Manizales; sin embargo, se consideran importantes las emisiones de industrias manufactureras y del sector transporte en los GEI, según la Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático (IDEAM et al., 2017), lo cual podría explicar la mayor concentración de PM10 en comparación con las otras ciudades. El análisis detallado de la red de monitoreo y vigilancia de calidad de aire en Manizales revela que la contribución del transporte es determinante.

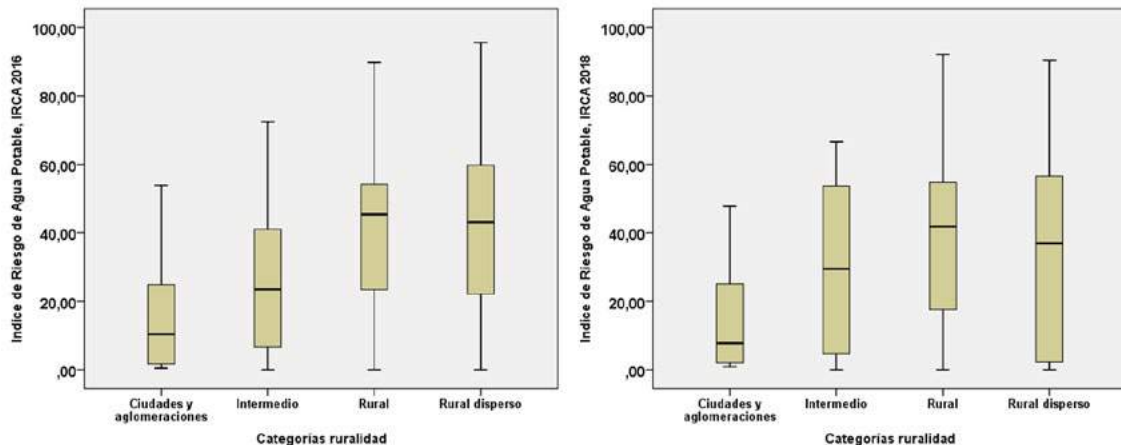
Por otra parte, la contribución de industrias manufactureras y de la construcción en los GIE para el Tolima, refuerza la necesidad del mejoramiento de la red de calidad de aire y la inclusión de los contaminantes criterio que afectan la salud humana más allá de PM10. De igual manera, la mayor contribución del sector transporte en la generación de GEI en Risaralda y Quindío soporta la necesidad de mejorar la red de monitoreo y vigilancia de calidad de aire.

## Exposición

Según el CNPV (DANE, 2018), la estructura por grupos quinquenales de edad evidencia cambio en la forma de la pirámide de población, con reducción de la base, ensanchamiento de la cúspide y decrecimiento en la tasa de natalidad en los departamentos: Caldas, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima (DANE, 2018). Los municipios con mayor población en la cabecera son: Ibagué, Manizales, Pereira, Neiva, Armenia, Dosquebradas, Pitalito, Santa Rosa de Cabal, La Dorada y Calarcá.

Aunque es evidente que las ciudades y aglomeraciones tienen mayor población en las cabeceras, las diferencias son menores en la población rural, censada como resto (figura 97). Los 10 municipios con mayor población rural son: Pereira, Pitalito, Ibagué, La Plata, Garzón, Riosucio, Manizales, Ortega, San Agustín y Chaparral.

**Figura 97.** Población rural según categorías de ruralidad, 2018



La revisión de antecedentes (INS, 2018) revela que en la mayoría de los estudios en salud ambiental en Colombia se ha definido la exposición por la fuente del agua mejorada y no mejorada; la exposición a combustibles sólidos para cocción (carbón, madera y otros elementos de biomasa) con no exposición a estos combustibles; la exposición a mayores concentraciones de material particulado PM10. En la calidad de los estudios en salud ambiental, la evaluación de la exposición es el factor más crítico (Rothman et al., 2012).

## Efecto

Para el análisis de correlación se empleó la técnica no paramétrica de Spearman. La interpretación de los valores del coeficiente de correlación de rangos de Spearman se ha expresado por diversos autores en escalas; para este estudio se adopta la escala sugerida por Hernández Sampieri & Fernández Collado (1998), con adaptación de rangos inferiores como lo sugieren Martínez et al. (2009); la escala se ilustra en la tabla 68.

**Tabla 68.** Grado de relación según el coeficiente de correlación

Rango	Relación
-0,91 a - 1,00	Correlación negativa perfecta
-0,76 a -0,90	Correlación negativa muy fuerte
-0,51 a -0,75	Correlación negativa considerable
-0,26 a -0,50	Correlación negativa débil a media
-0,01 a -0,25	Correlación negativa escasa
0,00	No existe correlación
0,01 a 0,25	Correlación positiva escasa
0,26 a 0,50	Correlación positiva débil a media
0,51 a 0,75	Correlación positiva considerable
0,76 a 0,90	Correlación positiva muy fuerte
0,91 a 1,00	Correlación positiva perfecta

Fuente: Adaptación de Hernández Sampieri & Fernández Collado (1998);  
Martínez et al., (2009)

La tabla 69 compila las correlaciones no paramétricas de los indicadores de fuerza motriz con las proporciones de mortalidad. Se evidencian correlaciones positivas y fuertes con la población; positivas y medias con el entorno de desarrollo y las categorías de ruralidad; y positivas y débiles con el ingreso tributario *per cápita*; mientras que las correlaciones son negativas y medias con la categoría de municipio y la tipología de desarrollo, consistente con el hallazgo que la mayoría de los eventos se generaron en ciudades y aglomeraciones. Relaciones similares se presentaron con las proporciones de morbilidad.

**Tabla 69.** Correlaciones de eventos con indicadores de fuerza motriz

Correlaciones Rho de Spearman		Población Municipal, habitantes	Categoría Municipio	Tipología Municipio, No	Entorno de desarrollo, No	Ingreso tributario per cápita	Categorías ruralidad, No
<b>Proporción de mortalidad por cáncer de estómago</b>	Coeficiente de correlación	,832**	-,487**	-,473**	,385**		,506**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000		,000
<b>Proporción de mortalidad por cáncer de pulmón</b>	Coeficiente de correlación	,741**	-,494**	-,590**	,445**	,358**	,603**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
<b>Proporción de mortalidad por melanoma maligno</b>	Coeficiente de correlación	,672**	-,477**	-,382**	,328**	,277**	,467**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,001	,000
<b>Proporción de mortalidad por dengue</b>	Coeficiente de correlación	,459**	-,524**	-,395**	,368**	,349**	,383**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,000	,000
<b>Proporción de mortalidad por malaria</b>	Coeficiente de correlación		-,548**	-,230**	,357**	,245**	,219*
	Sig. (bilateral)		,000	,007	,000	,004	,010
<b>Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales</b>	Coeficiente de correlación	,619**	-,417**	-,439**	,329**	,203*	,376**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,017	,000

Correlaciones Rho de Spearman		Población Municipal, habitantes	Categoría Municipio	Tipología Municipio, No	Entorno de desarrollo, No	Ingreso tributario per cápita	Categorías ruralidad, No
Proporción de mortalidad por EPOC	Coefficiente de correlación	,830**	-,471**	-,520**	,395**	,256**	,537**
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,000	,000	,003	,000
Proporción de mortalidad por asma	Coefficiente de correlación	,383**	-,313**	-,242**	,330**		,190*
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,004	,000		,026

Respecto a las variables climáticas, las correlaciones de las proporciones de morbilidad y mortalidad de los eventos en salud ambiental con la altitud se relacionan en la tabla 70, por categoría de ruralidad; se encontraron correlaciones débiles a medias e, incluso, considerables para algunos eventos.

**Tabla 70.** *Correlaciones de eventos con factores climáticos- altitud*

Correlaciones Rho de Spearman Correlaciones con Altitud m.s.n.m.		Ciudades y Aglomeraciones	Intermedios	Rural	Rural disperso
Proporción de mortalidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación		-,560**		
	Sig. (bilateral)		,000		
Proporción de morbilidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación	,441	,330*	,359*	
	Sig. (bilateral)	,152	,018	,014	
Proporción de mortalidad por dengue	Coefficiente de correlación	-,464	-,283*		
	Sig. (bilateral)	,129	,044		
Proporción de morbilidad por dengue	Coefficiente de correlación	-,517	-,558**		-,688**
	Sig. (bilateral)	,085	,000		,000



Correlaciones Rho de Spearman Correlaciones con Altitud m.s.n.m.		Ciudades y Aglomeraciones	Intermedios	Rural	Rural disperso
Proporción de mortalidad por Chagas	Coefficiente de correlación	-,508	-,308*	-,317*	-,337
	Sig. (bilateral)	,092	,030	,034	,085
Proporción de morbilidad por Chagas	Coefficiente de correlación		-,355*		
	Sig. (bilateral)		,011		
Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación		-,567**		
	Sig. (bilateral)		,000		
Proporción de morbilidad por asma	Coefficiente de correlación		-,276*		-,450*
	Sig. (bilateral)		,050		,019
Proporción de mortalidad por EPOC	Coefficiente de correlación				-,421*
	Sig. (bilateral)				,029
Proporción de morbilidad por EPOC	Coefficiente de correlación				-,396*
	Sig. (bilateral)				,041

La tabla 71 compila las correlaciones de las proporciones de mortalidad y morbilidad de los eventos en salud ambiental con la temperatura media anual. Se encuentran correlaciones desde débiles hasta considerables.

La tabla 72 agrupa las correlaciones de las proporciones de morbilidad y mortalidad de los eventos en salud ambiental con el promedio de la precipitación media anual para el periodo 2010-2016. Se presentan correlaciones desde débiles hasta considerables, según las categorías de ruralidad.

El análisis de correlaciones evidencia, además, correlaciones positivas fuertes a medias entre las proporciones de mortalidad y morbilidad de los eventos en salud ambiental con el índice de sensibilidad al cambio climático (tabla 73). Por otra parte, se encontraron correlaciones directas con las áreas deforestadas y las ETV, en ciudades y aglomeraciones para mortalidad por Chagas (0,499); mientras que en municipios rurales con morbilidad por dengue (0,364), malaria (0,381) y Leishmaniasis (0,33).

**Tabla 71.** *Correlaciones de eventos con variables climáticas – temperatura*

Correlaciones Rho de Spearman Correlaciones temperatura media		Ciudades y aglomeraciones	Intermedios	Rural	Rural disperso
Proporción de mortalidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación		,520**		
	Sig. (bilateral)		,000		
Proporción de morbilidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación	-,441		-,298*	
	Sig. (bilateral)	,152		,044	
Proporción de mortalidad por dengue	Coefficiente de correlación	,464	,293*		
	Sig. (bilateral)	,129	,037		
Proporción de morbilidad por dengue	Coefficiente de correlación	,517	,486**	,407**	,616**
	Sig. (bilateral)	,085	,000	,005	,001
Proporción de mortalidad por Chagas	Coefficiente de correlación	,508	,297*		,413*
	Sig. (bilateral)	,092	,036		,032
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación	,494			
	Sig. (bilateral)	,103			
Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación		,512**		
	Sig. (bilateral)		,000		

**Tabla 72.** Correlaciones de eventos con variables climáticas – precipitación

Correlaciones Rho de Spearman precipitación media anual 2010-2016 mm		Ciudades y aglomeraciones	Intermedios	Rural	Rural disperso
Proporción de morbilidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación		,332*	,362*	
	Sig. (bilateral)		,017	,016	
Proporción de mortalidad por dengue	Coefficiente de correlación	-,450	-,285*		
	Sig. (bilateral)	,143	,043		
Proporción de morbilidad por malaria	Coefficiente de correlación				,441*
	Sig. (bilateral)				,021
Proporción de mortalidad por Chagas	Coefficiente de correlación	-,766**			
	Sig. (bilateral)	,004			
Proporción de morbilidad por leishmaniasis	Coefficiente de correlación				,412*
	Sig. (bilateral)				,033
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación				,390*
	Sig. (bilateral)				,044
Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación				,438*
	Sig. (bilateral)				,022
Proporción de mortalidad por asma	Coefficiente de correlación	-,501	-,289*		
	Sig. (bilateral)	,097	,040		
Proporción de morbilidad por asma	Coefficiente de correlación				,438*
	Sig. (bilateral)				,022
Proporción de morbilidad por EPOC	Coefficiente de correlación			,331*	
	Sig. (bilateral)			,026	

**Tabla 73.** *Correlaciones de eventos con indicadores de sensibilidad al cambio climático*

Correlaciones Rho de Spearman		Ciudades y aglomeraciones	Intermedios	Rural
Correlaciones sensibilidad al cambio climático				
Proporción de mortalidad por cáncer de estómago	Coeficiente de correlación	,734**	,441**	
	Sig. (bilateral)	0,007	0,001	
Proporción de morbilidad por cáncer de estómago	Coeficiente de correlación	,643*	,451**	,363*
	Sig. (bilateral)	0,024	0,001	0,012
Proporción de mortalidad por cáncer de pulmón	Coeficiente de correlación	,748**	,285*	
	Sig. (bilateral)	0,005	0,042	
Proporción de morbilidad por cáncer de pulmón	Coeficiente de correlación	,664*	,278*	,297*
	Sig. (bilateral)	0,018	0,048	0,043
Proporción de mortalidad por melanoma maligno	Coeficiente de correlación	,748**	,343*	
	Sig. (bilateral)	0,005	0,014	
Proporción de morbilidad por melanoma maligno	Coeficiente de correlación		,300*	
	Sig. (bilateral)		0,032	
Proporción de mortalidad por dengue	Coeficiente de correlación	,754**		
	Sig. (bilateral)	0,005		
Proporción de morbilidad por dengue	Coeficiente de correlación	0,503	,439**	,357*
	Sig. (bilateral)	0,095	0,001	0,014
Proporción de mortalidad por malaria	Coeficiente de correlación	,630*		
	Sig. (bilateral)	0,028		
Proporción de morbilidad por malaria	Coeficiente de correlación	,657*		
	Sig. (bilateral)	0,02		
Proporción de mortalidad por leishmaniasis	Coeficiente de correlación	0,48		
	Sig. (bilateral)	0,114		
Proporción de morbilidad por leishmaniasis	Coeficiente de correlación	,881**	,353*	
	Sig. (bilateral)	0	0,011	
Proporción de mortalidad por Chagas	Coeficiente de correlación	,624*	,323*	
	Sig. (bilateral)	0,03	0,022	

Correlaciones Rho de Spearman		Ciudades y aglomeraciones	Intermedios	Rural
Correlaciones sensibilidad al cambio climático				
Proporción de morbilidad por Chagas	Coeficiente de correlación	,834**		
	Sig. (bilateral)	0,001		
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coeficiente de correlación	,771**	,383**	,454**
	Sig. (bilateral)	0,003	0,005	0,001
Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales	Coeficiente de correlación	,699*	,453**	,319*
	Sig. (bilateral)	0,011	0,001	0,029
Proporción de mortalidad por EPOC	Coeficiente de correlación	,706*	,328*	
	Sig. (bilateral)	0,01	0,019	
Proporción de morbilidad por EPOC	Coeficiente de correlación	,636*	,420**	
	Sig. (bilateral)	0,026	0,002	
Proporción de mortalidad por asma	Coeficiente de correlación	,708*		
	Sig. (bilateral)	0,01		
Proporción de morbilidad por asma	Coeficiente de correlación	,720**	,500**	,338*
	Sig. (bilateral)	0,008	0	0,02

Continuado con el análisis de los indicadores de presión, las correlaciones no paramétricas de las proporciones de mortalidad y morbilidad de los eventos en salud ambiental con las coberturas de servicios públicos se presentan en la tabla 74 para ciudades y aglomeraciones, en la tabla 75, para municipios intermedios y rurales; y en la tabla 76, para rural disperso.

Con respecto a los indicadores de estado en temas de calidad de aire, se encontraron correlaciones directas y considerables entre las concentraciones de PM10 y las proporciones de mortalidad y morbilidad de cáncer de pulmón, EPOC y asma, como se resume en la tabla 77.

**Tabla 74.** *Correlaciones de eventos con cobertura de servicios públicos en ciudades*

Correlaciones Rho Spearman Cobertura de servicios públicos		Acueducto rural	Alcantarillado rural	Aseo rural	Energía	Energía rural
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coeficiente de correlación	-,501		-,487		-,634*
	Sig. (bilateral)	,097		,108		,027
Proporción de mortalidad por asma	Coeficiente de correlación				-,383**	-,420**
	Sig. (bilateral)				,006	,002
Proporción de mortalidad por Chagas	Coeficiente de correlación	-,707*	-,624*	-,741**		-,815**
	Sig. (bilateral)	,010	,030	,006		,001
Proporción de morbilidad por Chagas	Coeficiente de correlación			-,561		
	Sig. (bilateral)			,057		
Proporción de mortalidad por dengue	Coeficiente de correlación			-0,500		-,508
	Sig. (bilateral)			,098		,092
Proporción de morbilidad por leishmaniasis	Coeficiente de correlación					-,490
	Sig. (bilateral)					,106

**Tabla 75.** Correlaciones de eventos con servicios públicos para municipios intermedios y rurales

Correlaciones Rho Spearman Cobertura de servicios públicos			Acueducto rural 2018	Alcantarillado 2018	Energía rural 2018	Aseo 2018	Gas 2018
Intermedios	Proporción de mortalidad por leishmaniasis	Coeficiente de correlación	-,290*	-,277*			
		Sig. (bilateral)	,039	,049			
	Proporción de morbilidad por dengue	Coeficiente de correlación			-,320*		
		Sig. (bilateral)			,022		
Rurales	Proporción de mortalidad por cáncer de estómago	Coeficiente de correlación				-,313*	
		Sig. (bilateral)				,032	
	Proporción de mortalidad por EPOC	Coeficiente de correlación					-,306*
		Sig. (bilateral)					,036

**Tabla 76.** *Correlaciones de eventos con servicios públicos para municipios en categoría rural disperso*

Correlaciones Rho de Spearman		Acueducto	Acueducto rural 2018	Alcantarillado rural	Aseo 2018	Gas 2018	Gas rural 2018
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coefficiente de correlación				-,543**	-,391*	
	Sig. (bilateral)				,003	,044	
Proporción de mortalidad por cáncer de estómago	Coefficiente de correlación			-,487*	-,473*		
	Sig. (bilateral)			,010	,013		
Proporción de morbilidad por cáncer de pulmón	Coefficiente de correlación					-,388*	
	Sig. (bilateral)					,046	
Proporción de morbilidad por melanoma maligno	Coefficiente de correlación					-,408*	
	Sig. (bilateral)					,035	
Proporción de mortalidad por leishmaniasis	Coefficiente de correlación		-,469*				
	Sig. (bilateral)		,014				
Proporción de morbilidad por leishmaniasis	Coefficiente de correlación	-,469*				-,420*	
	Sig. (bilateral)	,014				,029	
Proporción de morbilidad por malaria	Coefficiente de correlación					-,530**	-,455*
	Sig. (bilateral)					,004	,017



**Tabla 77.** Correlaciones de indicadores de estado- calidad de aire

Correlaciones Rho Spearman		Proporción de mortalidad por EPOC	Proporción de morbilidad por EPOC	Proporción de mortalidad por asma	Proporción de morbilidad por asma	Proporción de mortalidad por cáncer de pulmón	Proporción de morbilidad por cáncer de pulmón
Material particulado PM10	Coefficiente de correlación	,578**	,575**	,502*	,626**	,664**	,579**
	Sig. (bilateral)	,004	,004	,015	,001	,001	,004
	N	23	23	23	23	23	23

Con los indicadores de estado de calidad del agua como el IRCA, se detectaron relaciones directas con la proporción de mortalidad por Chagas para ciudades y aglomeraciones, con un coeficiente de correlación de 0,553. Para enfermedades intestinales, sólo se identificaron relaciones directas y considerables para el 2010, con las ciudades capitales en proporción de mortalidad, con un coeficiente de correlación de 0,61.

Finalmente, la tabla 78 resume las correlaciones directas y significativas de la producción de residuos sólidos con eventos en salud ambiental en ciudades, aglomeraciones y municipios intermedios.

**Tabla 78.** *Correlaciones de eventos con producción de residuos sólidos*

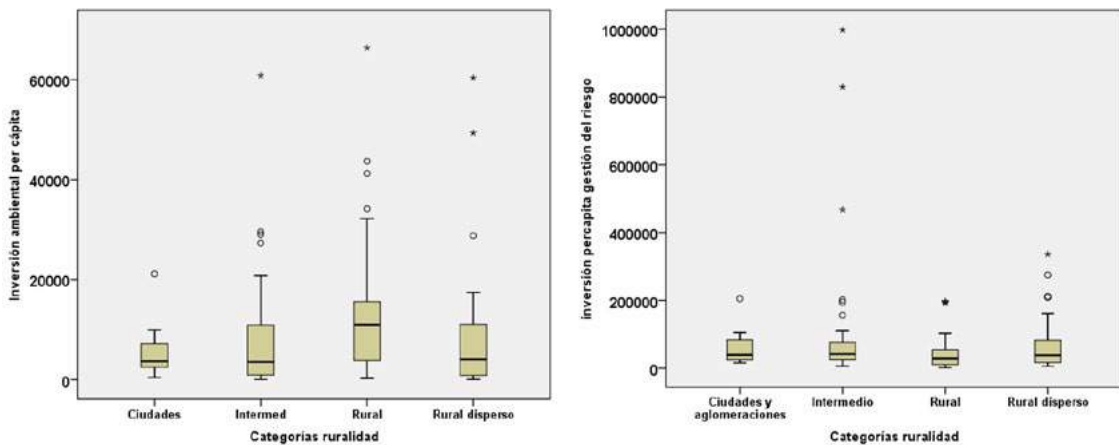
Correlaciones generación de residuos sólidos		Ciudades y aglomeraciones	Intermedios
Proporción de mortalidad por cáncer de estómago	Coeficiente de correlación		,495**
	Sig. (bilateral)		0
Proporción de morbilidad por cáncer de estómago	Coeficiente de correlación		,319*
	Sig. (bilateral)		0,023
Proporción de morbilidad por leishmaniasis	Coeficiente de correlación		,287*
	Sig. (bilateral)		0,041
Proporción de mortalidad por Chagas	Coeficiente de correlación	,736**	
	Sig. (bilateral)	0,006	
Proporción de morbilidad por Chagas	Coeficiente de correlación	,686*	,432**
	Sig. (bilateral)	0,014	0,002
Proporción de mortalidad por enfermedades intestinales	Coeficiente de correlación		,382**
	Sig. (bilateral)		0,006
Proporción de morbilidad por enfermedades intestinales	Coeficiente de correlación		,392**
	Sig. (bilateral)		0,004
Proporción de mortalidad por EPOC	Coeficiente de correlación		,347*
	Sig. (bilateral)		0,013
Proporción de morbilidad por EPOC	Coeficiente de correlación		,372**
	Sig. (bilateral)		0,007
Proporción de mortalidad por asma	Coeficiente de correlación	0,515	
	Sig. (bilateral)	0,087	
Proporción de morbilidad por asma	Coeficiente de correlación		,391**
	Sig. (bilateral)		0,005
Proporción de mortalidad por cáncer de pulmón	Coeficiente de correlación		,334*
	Sig. (bilateral)		0,017

## Acción

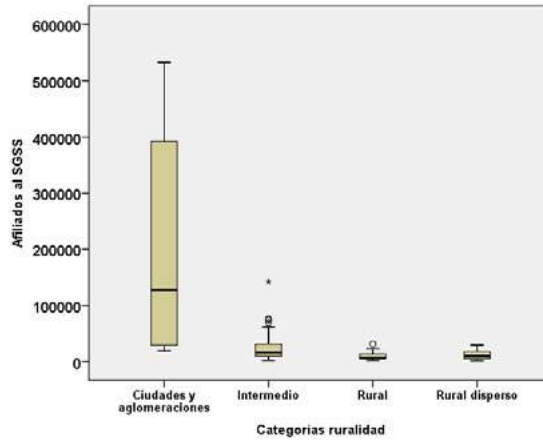
La inversión *per cápita* en gestión ambiental fue mayor en municipios rurales, seguida por rural disperso, municipios intermedios y, finalmente, ciudades (figura 98). Para 2012, los 10 municipios con la mayor inversión *per cápita* en gestión ambiental fueron: Yaguará, Apía, Coello, Marulanda, Suárez, Cajamarca, Elías, Villavieja, Marmato y La Merced. Por otra parte, la inversión *per cápita* en gestión del riesgo de desastres en 2016 fue mayor en municipios intermedios, seguida de rural disperso, ciudades y municipios rurales (figura 99), aunque no se presentan diferencias estadísticamente significativas por categorías de ruralidad.

Dado que la mayor población se concentra en las ciudades y aglomeración, a su vez se agrupa la mayor cantidad de afiliados al SGSS. Las ciudades agrupan, además, los hospitales de Nivel III y IV que son aquellos hospitales de referencia o altamente especializados a los que llegan pacientes remitidos de los hospitales regionales. Considerando este aspecto, es posible que el sesgo de migración del estudio haya sido importante.

**Figura 98.** Inversión *per cápita* según categorías de ruralidad.



**Figura 99.** Afiliados al SGSS



## ➤ Discusión de resultados

## Modelo de fuerzas motrices

---

El MFM-Presión-Estado-Exposición-Efecto-Acción para el abordaje de los problemas de salud ambiental es uno de los modelos de mayor alcance promovido por la OMS (Corvalán et al., 1999) y es referente del PDSP en Colombia (Minsalud y OPS, 2014).

La promoción de este modelo en Colombia parte de la formulación de la política de Salud Ambiental para Bogotá (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2011) que consideró como líneas de intervención: Aire, ruido y radiación electromagnética; calidad de agua y saneamiento básico; seguridad química; alimentos sanos y seguros; eventos transmisibles de origen zoonótico; medicamentos seguros; cambio climático; hábitat, espacio público y movilidad.

Una fortaleza principal del MFM es que identifica los diferentes puntos de intervención a lo largo de la cadena causal de salud ambiental; por lo tanto, puede ser utilizado para diseñar y focalizar intervenciones, así como para monitorear su desempeño. El modelo también

funciona bien para los riesgos asociados con la contaminación ambiental, proporcionando una herramienta que puede demostrar los vínculos en la cadena causal desde el peligro hasta el efecto sobre la salud (Briggs, 1999). Por la capacidad de articular la cadena causal y los controladores de alto nivel, es particularmente útil en el diseño de intervenciones de mayor nivel o jerarquía que pueden lograr más efectividad y mejorar los resultados en salud, según los resultados de estudios internacionales (Briggs, 1999; Hambling et al., 2011). En este sentido, la fuerza motriz se acerca al concepto de determinante estructural de la OMS (Hernández & Osorio, 2016).

La fuerza motriz determina unas presiones relacionadas con la ocupación del ambiente, el crecimiento urbano y la producción industrial que, a su vez, son fuentes de contaminación o de degradación ambiental. Estas presiones inciden, por tanto, en el estado o nivel de contaminación, ya sea por factores físicos, químicos y/o biológicos. La exposición hace alusión a la relación directa

entre las personas y la contaminación ambiental. Finalmente, los efectos en la salud se refieren a los eventos de morbilidad sentida o atendida (Minsalud y OPS, 2014; Hernández y Osorio, 2016).

Este modelo muestra el enlace entre la exposición y los efectos en la salud que está determinado por una serie de factores que actúan a través de una cadena de eventos; evidencia cómo los principales puntos de entrada para las intervenciones deben modificar estos factores (Hernández, Sarmiento y Osorio, 2016).

Al ser un modelo diseñado para apoyar la toma de decisiones sobre las acciones para reducir la carga de la enfermedad, facilita describir los problemas de salud ambiental desde sus causas fundamentales hasta sus efectos en la salud, mediante la identificación de áreas de intervención (Corvalán et al., 1999). Visibiliza también actores y sectores para la definición de acciones integrales con efectos en la salud pública (Minsalud y OPS, 2014). En consecuencia, ayuda a salir de la linealidad de los estudios epidemiológicos ambientales (Hernández et al., 2016).

Diversos estudios (Carneiro et al., 2006; Chen & Kan 2008; Gentry-Shields & Bartram, 2014; Khan et al., 2007; Khreis et al., 2016; Hambling et al., 2011; Solarte, 2018; Waheed et al., 2009) demuestran que este modelo es útil para el análisis de problemas complejos en salud ambiental, ya que aborda todos los niveles; facilita el análisis económico de las intervenciones y la estimación de los impactos. Una ventaja adicional es su flexibilidad, aplicabilidad y adaptación según los requerimientos (Waheed et al., 2009). Por otra parte, señalan que es eficiente en el análisis de problemas complejos, en comparación con otros marcos causa a efecto (Carneiro et al., 2006; Khan et al., 2007; Hambling et al., 2011).

Es por esto que el modelo Fuerza motriz-Presión-Estado-Exposición-Efecto-Acción se considera como adecuado para el desarrollo de indicadores de salud ambiental y analizar los efectos del cambio climático en la salud (WHO, 2007; Hambling et al., 2011).

## Eventos en salud ambiental

### Enfermedades respiratorias crónicas

Las enfermedades respiratorias crónicas, como la EPOC y el asma, hacen parte del grupo de enfermedades crónicas no transmisibles; representan una causa importante de carga de enfermedad en el mundo; se estima que esta carga aumente por efecto del envejecimiento de la población y la exposición continuada a los diferentes factores de riesgo (Cardona et al., 2020; Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease, 2020).

### *EPOC*

La EPOC representa una de las principales causas de mortalidad a nivel mundial. En 2015 murieron alrededor de 3,17 millones de personas en todo el mundo, lo cual representa un 5% de todas las muertes registradas ese año; más del 90% de esta carga se concentra en países de bajos y medios ingresos (OMS, 2017).

Aunque la principal causa de la EPOC es la exposición al humo del tabaco, otros factores de riesgo están relacionados con la calidad del aire como: la contaminación del aire de interiores por la utilización de combustibles sólidos en la cocina y la calefacción; la contaminación del

aire exterior; y la exposición laboral a polvos y productos químicos (OMS, 2017).

En Colombia, el Plan de Salud Pública 2012-2021, en la Dimensión de Estilos de Vida Saludable y Enfermedades Crónicas No Transmisibles tiene incluidas metas, estrategias y acciones para la prevención y control de la EPOC.

Gil Rojas et al. (2019) realizaron la estimación de la prevalencia de EPOC en Colombia a partir de RIPS y ajustada por subregistro, subdiagnóstico y mal diagnóstico; encontraron que entre 2010 y 2015 se atendieron en Colombia 752.020 personas con diagnóstico de EPOC, de las cuales se confirmaron 370.278. Reportan, además, que cada paciente fue atendido 6 veces por año. La prevalencia ajustada por edad, subregistro, subdiagnóstico y mal diagnóstico fue de 5,13 % y es mayor en los departamentos: Risaralda, Bogotá, Boyacá, Quindío, Caldas y Antioquia. Los autores concluyen que su estimación es similar a la reportada en otros estudios que evalúan la enfermedad por criterios médicos, clínicos y epidemiológicos.

Las tasas de mortalidad ajustada por edad por EPOC fueron reportadas para el 2013, en la zona de estudio, así: Caldas 31,14; Huila 27,86; Quindío 50,26; Risaralda 42,66; Tolima 27,89; la tasa nacional fue estimada en 27,21 por 100.000 habitantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 32,10, Huila 17,57, Quindío 50,31, Risaralda 61,77; Tolima 21,81. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 358,6, Huila 62, Quindío 411,5, Risaralda 370,4, Tolima 99,16.

Se identificaron relaciones desde fuertes a medias con indicadores de fuerza motriz y las proporciones de mortalidad y morbilidad por EPOC que revelan mayores cargas en ciudades y aglomeraciones. Con indicadores de presión, se encontraron correlaciones medias, inversas con la altitud en rural disperso y directas con la precipitación en municipios rurales.

Según el INS (2018), es necesaria la relación entre las enfermedades respiratorias y el cambio climático. En este estudio se detectaron correlaciones positivas fuertes con el indicador de sensibilidad al cambio climático en ciudades y medias en municipios intermedios; iguales resultados se encontraron con el índice de riesgo de cambio climático.

Con indicadores de estado, se identificaron correlaciones directas y débiles con la generación de residuos sólidos.

Para los municipios que contaban con medición de contaminantes criterio, se encontraron correlaciones directas y considerables entre las proporciones de morbilidad y mortalidad ajustadas con la concentración de material particulado PM10.

Como se ilustra en la figura 67, en materia de calidad de aire los siguientes municipios superan el estándar de la OMS para el contaminante criterio, PM10: Santa Rosa de Cabal, Manizales, Supía, Ibagué, Dosquebradas, Pácora, Pereira, Armenia, Neiva, Aranzazu y La Virginia. Aunque la información del contaminante criterio PM 2.5 es limitada, se evidencian valores iguales o mayores al estándar de la OMS, en los municipios: Manizales, Neiva y Pereira, como se presentó en la figura 68.

Como lo reporta el INS (2018), para el caso de EPOC, PM2,5 reporta una fracción atribuible de 17,5% con valores de 19,4% en Quindío, Risaralda, Bogotá, Córdoba y Santander,



mientras que Ozono alcanza una fracción atribuible de 5,6%. La contaminación del aire intradomiciliario llega a 4,0%. La combinación de los tres factores da cuenta del 25,2% de la carga de enfermedad por EPOC en Colombia, en 2016.

Se identificaron correlaciones inversas, aunque débiles, con las coberturas de gas en municipios rurales. Se hace necesario promover el uso de energías limpias y no contaminantes en especial en contextos rurales, dada la limitada cobertura en el servicio de gas natural y el uso de fogones de leña, que es aún común en la ruralidad. En este sentido, es necesario considerar además de la contaminación de aire exterior, el aire indoor, dado que la exposición a combustibles sólidos para cocción representa un factor de riesgo relacionado con EPOC (INS, 2018), de importancia para las poblaciones rurales.

### *Asma*

El asma es una de las enfermedades crónicas más comunes de la niñez que representa un problema relevante por su incidencia en la calidad de vida y en los costos que demanda su atención (Cardona et al., 2020). Según el Foro de las sociedades respiratorias internacionales (2017), cerca de 334 millones de personas sufren de asma; esta enfermedad crónica afecta al 14% de los niños en el mundo.

En Colombia, el Ministerio de Salud y Protección Social (2018) estima que 5.272.038 personas podrían tener asma. En el año 2016 murieron 180 personas por asma; para el período 2009-2016, de las personas que consultaron, 20% fueron atendidas en urgencias, 4% fueron hospitalizadas, con un promedio de estancia hospitalaria de cinco días; más de 46 mil personas fueron atendidas por crisis asmática en el 2017.

El asma es la novena causa de Años Vividos con Discapacidad y es la causa número 37 de Años de Vida Perdidos a nivel global.

Las tasas de mortalidad ajustada por edad por EPOC fueron reportadas para el 2013, en la zona de estudio, así: Caldas 0, Huila 0,39, Quindío 0,33. Risaralda 0,31, Tolima 0,27; la tasa nacional fue estimada en 0,47 por 100.000 habitantes (Ministerio de Salud y Protección Social, 2016).

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por 100.000 habitantes calculadas en este estudio fueron: Caldas 0,17, Huila 0,16, Quindío 0,10, Risaralda 0,20, Tolima 0,08. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 115,8, Huila 29,3; Quindío 126,7; Risaralda 121,2; Tolima 28,6.

Las correlaciones entre las proporciones de morbilidad y mortalidad ajustadas con los indicadores de fuerza motriz fueron débiles, aunque se identificó una mayor carga en las ciudades y aglomeraciones.

Con indicadores de presión se encontraron correlaciones de débiles a medias e inversas con la altitud. Por otra parte, con la precipitación se detectaron correlaciones inversas con la mortalidad y directas con la morbilidad, lo que sugiere que los extremos de precipitación pueden ser importantes. Las épocas de altas temperaturas y humedad también se relacionan con exacerbaciones de síntomas respiratorios y asma, mientras que en el invierno aumenta la carga total (Franchini & Mannucci, 2015).

El INS (2018), reporta que no hay investigaciones de grupos de enfermedades consideradas prioritarias para el IPCC como son las enfermedades respiratorias (asma) y su relación

con el cambio climático. En esta investigación se detectaron, además, correlaciones positivas fuertes con el indicador de sensibilidad al cambio climático en ciudades y aglomeraciones, medias en municipios intermedios y débiles en rurales. Resultados similares se encontraron con el índice de riesgo por cambio climático.

Los antecedentes sugieren que el saneamiento no mejorado es un factor de riesgo para asma (Quiroz et al., 2013; INS, 2018). En este estudio se identificaron correlaciones medias y directas con la generación *per cápita* de residuos. Por otra parte, se encontraron correlaciones inversas y medias con la cobertura de energía total y rural en ciudades y aglomeraciones.

Finalmente, con indicadores de estado de calidad del aire se encontraron correlaciones positivas y considerables con la concentración de material particulado PM10. En Colombia, mayores concentraciones de PM10 es factor de riesgo para asma (INS, 2018). Nuevamente, se evidencia que algunos de estos municipios tienen niveles de contaminantes criterio PM10 y PM2.5 por encima de los estándares de la OMS. Preocupa, además, la limitada información a nivel municipal. En este sentido, se hace necesario fortalecer la vigilancia de la contaminación del aire exterior, especialmente en los municipios y regiones con mayores proporciones de morbilidad y mortalidad.

### **Cáncer**

Según la OMS (2018), el cáncer se genera por la transformación de células normales en células tumorales -en un proceso en varias etapas- que son producto de la interacción entre los factores genéticos del paciente y tres categorías de agentes externos, como son: los carcinógenos físicos (radiaciones ultravioletas e ionizantes),

carcinógenos químicos (amianto, componentes del humo de tabaco y contaminantes de alimentos y bebidas como aflatoxinas y arsénico) y carcinógenos biológicos (como determinados virus, bacterias y parásitos).

La OMS (2018) reporta que el cáncer es la segunda causa de muerte en el mundo; en 2015, ocasionó 8,8 millones de muertes, de las cuales 70% se registran en países de ingresos medios y bajos. En las Américas, el cáncer también es la segunda causa principal de muerte; en el año 2018 se diagnosticaron 3,8 millones de casos y 1,4 millones de personas murieron por esta enfermedad (OPS, 2020)

En Colombia las estadísticas del Instituto Nacional de Cancerología (Pardo et al., 2017) reportan que el cáncer fue la segunda causa de muerte durante el periodo 2007-2013, con aproximadamente 33.538 defunciones anuales, lo cual representa 17,1% de la mortalidad del país. La tasa de mortalidad ajustada fue 78,3 por 100.000 hombres y 73,8 por 100.000 mujeres. Los departamentos con el mayor número de muertes registradas fueron: Bogotá D.C., Antioquia, Valle del Cauca, Cundinamarca y Santander. Las mayores tasas de mortalidad ajustadas en hombres se presentaron en Quindío, Risaralda, Antioquia, Caldas y Valle del Cauca, en hombres; y en Quindío, Risaralda, Caldas, Meta y Antioquia, en mujeres.

El perfil de país de cáncer (OPS, 2020), para el 2018 reporta 101.893 casos de cáncer en Colombia, con un total 46.057 muertes. En términos de mortalidad, es mayor en cáncer de estómago (12%) y pulmón (11,4).

El análisis de los registros oficiales de los departamentos del estudio, para el periodo 2010-2016 indica 10690 muertes causados por tres tipos de cáncer: estómago, pulmón y melanoma. El 51,3% de dichas muertes corresponde al cáncer

de estómago, seguidas por el cáncer de pulmón (41,4 %) y melanoma (7,1%). Las defunciones fueron más frecuentes en los hombres, con el 63,5 % (Cardona et al., 2020).

Por otra parte, los registros de morbilidad atendida en el período para las tres formas de cáncer, identifica 12.803 atenciones de primera vez; 44,8% de estos casos correspondieron al melanoma; 39,1%, al cáncer de estómago; y 15,9%, al cáncer de pulmón (Cardona et al., 2020).

### ***Cáncer de pulmón***

La agencia especializada en cáncer de la OMS, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC), ha clasificado la contaminación del aire como carcinógeno para los humanos (Grupo 1), dado que existen pruebas suficientes de que la exposición a la contaminación del aire causa cáncer de pulmón. Reportaron para 2010 223.000 muertes por cáncer de pulmón en todo el mundo, como resultado de la contaminación del aire (OPS, 2013).

Estimaciones de la OMS (2014) dan cuenta de que en 2012 murieron como consecuencia de la exposición a la contaminación atmosférica alrededor 3.7 millones de personas. En cuanto a las muertes relacionadas con la contaminación atmosférica y las estimaciones de exposición a la contaminación atmosférica por satélite, mediciones realizadas en tierra e información sobre emisiones contaminantes y modelos de desplazamiento de la contaminación en el aire (OMS, 2014) es 6% de muertes por cáncer de pulmón relacionado con contaminación atmosférica. Según el Globocan 2018 (International Agency for Research on Cancer, 2018), el número de cáncer de pulmón nuevo fue

2.093.876; mientras que el número de muertes reportadas fue 1.761.007.

Según la OPS (2020), el cáncer de pulmón hace parte de los tipos de cáncer que son diagnosticados con mayor frecuencia en los hombres (9,5%) y en las mujeres (8,5%). El Instituto de Métricas y Evaluación de la Salud (IHME, 2020) considera que los hombres tienden a desarrollar este tipo de cáncer en mayor proporción.

El perfil de país de cáncer (OPS, 2020) resalta la mortalidad (11,4%) y la morbilidad (5,7%) de este tipo de cáncer, en comparación con los casos más comunes de cáncer. El observatorio Nacional de Cáncer, por su parte, evaluó las tasas de incidencia por sexo en cáncer en Colombia para el periodo 2007-2011, para este tipo se reportan 12,9 x 100.000 habitantes en hombres (Instituto Nacional de Cancerología, 2018).

El Atlas de Mortalidad por Cáncer en Colombia (Pardo et al., 2017), reporta las siguientes tasas ajustadas por edad para cáncer de tráquea, bronquios y pulmón, para el período 2007-2013: Para mujeres: Colombia 6,4; Caldas 8,0; Huila 5,4; Quindío 8,7; Risaralda 8,5; Tolima 5,0. Para hombres: Colombia 11,5; Caldas 15,4; Huila 10,9; Quindío 19,2; Risaralda 18,9; Tolima 10,1.

Para el periodo 2010-2016 los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por 100.000 habitantes, calculadas en este estudio fueron: Caldas 7,65, Huila 3,37, Quindío 11,23, Risaralda 18,14, Tolima 3,37. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 3,19, Huila 1,26, Quindío 3,21, Risaralda 9,86, Tolima 1,54.

Los resultados del estudio en los 5 departamentos para cáncer de pulmón (tráquea, bronquios y pulmón), en el periodo 2010-2016,

reflejan diferencias por grupos etáreos en la razón de morbilidad hombre-mujer; así, entre 15 y 29 años hasta los 40 y 49 años, esta razón está alrededor de 1,0; a partir de los 50 años, dicha razón se incrementa hasta 1,8; a los 70 años, valores que son inferiores a lo reportado por el IHME (Cardona et al., 2020).

Las correlaciones entre las proporciones de mortalidad y morbilidad con los indicadores revelaron correlaciones fuertes a medias con indicadores de fuerza motriz que confirman mayor carga en ciudades y aglomeraciones.

Con indicadores de sensibilidad al cambio climático se identificaron correlaciones directas fuertes en ciudades, y débiles en municipios intermedios y rurales; revelando la influencia del cambio climático en las enfermedades respiratorias, como lo sugiere el IPCC y el INS (2018).

Con indicadores de presión como acceso a servicios públicos se encontraron correlaciones inversas con la cobertura de gas en municipios rural disperso, confirmando de manera indirecta la relación con el uso de combustibles sólidos, común en contextos rurales.

La quema de combustibles sólidos produce altos niveles de material particulado, PM10 y un rango de concentración de 300 a 3000 g/m<sup>3</sup>; además de PM2.5 con una concentración de 256 g/m<sup>3</sup>/24 horas; por tanto, la exposición crónica al humo de la biomasa duplica el riesgo de contraer alguna afección respiratoria (Sada-Ovalle et al., 2015).

Finalmente, se detectaron correlaciones positivas y considerables entre la carga de enfermedad en términos de proporciones de morbilidad y mortalidad con la concentración de material particulado PM10. La información de PM2.5 fue limitada para el análisis de correlaciones.

En Colombia el cáncer de pulmón se asocia con los factores de riesgo ambiental del aire. Este evento presenta un total de 694 muertes por PM2,5 y 163 por contaminación del aire en el hogar a causa de combustibles sólidos (Instituto Nacional de Salud, 2018).

### ***Cáncer de estómago***

Globocan 2018 (International Agency for Research on Cancer, 2018) reporta que el número de cáncer de estómago nuevo fue 1.033.701; mientras el número de muertes fue 782.685. Según la OPS (2014), cada año se producen más de 85.000 nuevos casos de cáncer de estómago y se generan 65.000 muertes en las Américas. La prevalencia es mayor en hombres, 60%.

Este tipo de cáncer es multifactorial, con una compleja interacción de agentes infecciosos, medioambientales y con componente genético (Oliveros et al., 2019). En general, en el país se evidencian debilidades en los programa y estrategias para el diagnóstico temprano, y la implementación y estandarización de estrategias de manejo en pacientes con riesgo (Oliveros et al., 2019).

En Colombia, el cáncer gástrico es un problema de salud pública. El perfil de país de cáncer (OPS, 2020) resalta la mortalidad (12%) y la morbilidad (7,3%) de este tipo de cáncer, en comparación con los casos más comunes de cáncer. El Atlas de Mortalidad por Cáncer en Colombia (Pardo et al., 2017), reporta las siguientes tasas ajustadas por edad para cáncer de estómago, para el período 2007-2013: Para mujeres: Colombia 7,0, Caldas 8,6, Huila 9,5, Quindío 10,7, Risaralda 9,3, Tolima 8,4. Para hombres: Colombia 13,5, Caldas 17,3, Huila 21,5, Quindío 22,6, Risaralda 18,8, Tolima 17,9.

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por 100.000 habitantes calculadas en este estudio fueron: Caldas 7,05, Huila 6,07, Quindío 12,01, Risaralda 14,61, Tolima 5,54. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 4,87, Huila 3,06, Quindío 15,31, Risaralda 17,67, Tolima 4,27.

El análisis de correlaciones evidencia relaciones fuertes con los indicadores de fuerza motriz que confirman una mayor carga en las ciudades y aglomeraciones. Por otra parte, se encontraron correlaciones positivas con indicadores de sensibilidad al cambio climático, fuertes en ciudades, y medias en municipios intermedios y rurales.

Se hallaron, además, correlaciones inversas y medias entre las proporciones de morbilidad y mortalidad con la cobertura de alcantarillado rural, la cobertura de aseo y de gas en municipios con categoría de rural disperso; también, de correlaciones directas y medias con la generación de residuos sólidos en municipios intermedios.

El análisis de antecedentes en salud ambiental y cáncer de estómago es limitado. Acosta et al. (2015) realizaron un estudio que aborda aspectos de la salud ambiental en la población rural de Timbío (Cauca, Colombia) en relación con el deterioro de la calidad del agua; mediante métodos de investigación participativa, analizaron el manejo y uso del agua, las fuentes de contaminación y su relación con la infección por *Helicobacter pylori*, dado que la ruta fecal-oral es una de las vías de la transmisión; hallaron que la calidad del agua y el saneamiento básico juegan un rol importante en el cáncer de estómago, enfermedad común en este municipio. Los alimentos también son un

punto para la transmisión de la bacteria, cuando utilizan agua de riego contaminada (Atapoor, Dehkordi, y Rahimi, 2014).

Reconociendo que el cáncer gástrico no se comporta como una enfermedad aguda, la subestimación podría ser mayor para la carga de la morbilidad, debido a barreras de acceso al diagnóstico, a las dificultades técnicas para confirmar los casos en municipios que no son capitales y al hecho de que estos enfermos requieren ser atendidos y controlados en instituciones de alto nivel de complejidad (Cardona et al., 2020); desde este punto de vista, el sesgo de migración puede limitar la identificación de relaciones con variables ambientales.

### ***Melanoma maligno***

El cáncer de piel, en términos generales, se divide en 2 grandes grupos: el melanoma y el Cáncer Cutáneo No Melanoma (CCNM); en este último grupo se encuentran las lesiones premalignas (Queratosis Actínicas -QA-) y malignas más frecuentes (el Carcinoma Basocelular -CBC- y el Carcinoma de Células Escamosas o Epidermoide -CE-). El CBC es la forma más común de cáncer cutáneo y se estima que el riesgo global de padecerlo está entre 28% y 33%, según el Consejo General de Colegios Oficiales de Farmacéuticos (CGCOF, 2019).

En la predisposición o desencadenamiento de un CCNM se incluyen factores genéticos, fenotípicos y medioambientales; como factor de riesgo principal se tiene la exposición solar crónica, en especial la radiación ultravioleta B de la luz solar (UVB) produce un daño directo en el ADN y el ARN de las células cutáneas. En este contexto, está demostrado que la fotoprotección protege frente al daño al ADN inducido por la radiación UV, las lesiones precancerosas

(como la queratosis actínica) y el carcinoma de células escamosas (CGCOF, 2019). Por otra parte, el cambio demográfico con tendencias al envejecimiento conlleva a un aumento en las tasas de incidencia del CCNM, debido a que el riesgo de desarrollarlo se incrementa con la edad (CGCOF, 2019).

Según el Globocan 2018 (International Agency for Research on Cancer, 2018), el número de nuevos melanomas de piel fue 287.723; mientras que el número de muertes reportadas fue 60.712.

En Colombia los diagnósticos nuevos de cáncer de piel correspondientes al período 1996-2010 del Instituto Nacional de Cancerología fueron evaluados por Pozzobon et al. (2019), quienes evidencian un aumento progresivo de la frecuencia de casos nuevos, con una mayor frecuencia en los mayores de 75 años. Afirman, además, que los subtipos histológicos que predominan son: el carcinoma basocelular (52,7 %), el escamocelular (22,6 %) y el melanoma (16,1 %). Estiman la incidencia del melanoma maligno en Colombia en 4,6 por 100.000 en mujeres y 4,4 por 100.000 en hombres.

Para el periodo 2010-2016 los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por melanoma maligno por 100.000 habitantes, calculadas en este estudio fueron: Caldas 1,19, Huila 0,93, Quindío 1,50, Risaralda 2,37, Tolima 1,02. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 45,46, Huila 0,68, Quindío 39,87, Risaralda 6,44, Tolima 1,25.

El análisis de correlaciones de las proporciones de mortalidad y morbilidad de melanoma revelan correlaciones fuertes con los indicadores

de fuerza motriz que concluyen una mayor carga en las ciudades y aglomeraciones.

Con la morbilidad se detectaron las correlaciones directas esperadas, por un mayor nivel de radiación UV en las zonas más altas. En este sentido, se identificaron correlaciones entre las proporciones de morbilidad y la temperatura, inversas en ciudades, aglomeraciones y municipios rurales, que confirman una mayor carga por morbilidad en las zonas más altas y con menor temperatura. Por otra parte, se encontraron correlaciones directas con la precipitación en municipios intermedios y rurales.

No obstante, con la altitud se encontraron correlaciones inversas, pero considerables, con la mortalidad en municipios intermedios. De igual manera, se encontraron correlaciones directas con la temperatura en estos municipios. También se detectaron correlaciones directas con indicadores de cambio climático, más fuertes en ciudades y aglomeraciones que en municipios intermedios.

Por otra parte, se identificaron correlaciones inversas y medias entre la proporción de morbilidad de melanoma en rural disperso con la cobertura de gas natural.

El melanoma maligno es el más letal de los tumores de piel y por su capacidad de metástasis, es responsable del 75% de las muertes por cáncer cutáneo (Blanco, 2014). La exposición solar es un factor de riesgo para el desarrollo de melanoma. El fotodaño cutáneo acumulado antes de los 20 años puede producir cambios irreversibles en el ADN y alteraciones genéticas (Blanco, 2014). En general, la incidencia del melanoma aumenta con la cercanía al Ecuador.

### **Enfermedades transmitidas por vectores**

Globalmente se reportan cada año más de 700.000 muertes como consecuencia de ETV,

tales como: paludismo, dengue, esquistosomiasis, tripanosomiasis africana humana, leishmaniasis, enfermedad de Chagas, fiebre amarilla, encefalitis japonesa y oncocercosis; las cuales representan 17% de las enfermedades infecciosas (OMS, 2017).

Las ETV son causadas por parásitos, virus y bacterias transmitidos por mosquitos, flebótomos, chinches triatomíneas, simúlidos, garrapatas, moscas tsetse, ácaros, caracoles y piojos (OMS, 2020); por tanto, la mayoría de las ETV son prevenibles mediante el monitoreo y control (OMS, 2017).

Padilla et al., (2017) analizaron la epidemiología de las principales ETV en Colombia para el periodo 1990-2016. Concluyen que la malaria, el dengue, la enfermedad de Chagas y las leishmaniasis tienen condiciones endemoepidémicas persistentes; reportaron 5.360.134 en este periodo: 54,7 % fueron de malaria y 24,9 % de dengue, los cuales concentran el 80 % de la carga acumulada de casos de ETV. Las medianas de las tasas de incidencia fueron 1.371 y 188 por 100.00 habitantes para malaria y dengue, respectivamente. En las zonas rurales predominaron las enfermedades parasitarias transmitidas por vectores como la malaria, las leishmaniasis y la enfermedad de Chagas. A nivel urbano, predominaron el dengue, el chikungunya y el Zika (Padilla et al., 2017).

### *Dengue*

Globalmente, esta enfermedad presenta tendencias crecientes en la incidencia, con gran cantidad de casos asintomáticos, lo cual influye en la notificación real (OMS, 2020). Se estima que 3.900 millones de personas, de 128 países, están

en riesgo de infección (Brady et al., 2012). Cada año se producen 390 millones de infecciones por dengue, con una variación entre 284 y 528 millones, de los cuales 96 millones se manifiestan clínicamente (Batt et al., 2013). Para el 2017, el número anual estimado o notificado de casos fue 96 (67- 137) millones, con un número anual estimado de muertes de 9.110 (5.630-10.842) (OMS, 2017).

Según la OPS (2020), entre la semana epidemiológica (SE) 1 y la SE 52 de 2019, en la Región de las Américas se notificaron 3.139.335 casos de dengue (incidencia de 321,58 casos por 100.000 habitantes), incluidas 1.538 defunciones. Del total de casos notificados, 1.367.353 (43,6%) fueron confirmados por criterio de laboratorio y 28.169 (0,9%) fueron clasificados como dengue grave. La tasa de letalidad fue 0,049%. Los cuatro serotipos del virus del dengue (DENV 1, DENV 2, DENV 3 y DENV 4) están presentes en las Américas.

Para el periodo 1990-2016, Padilla et al. (2017) reportan 909 municipios endémicos; 188 focos; una población en riesgo de 28.3344.991; 1.401.240 casos en zonas urbanas; una proporción de incidencia de 188 por 100.000 habitantes; y 1181 muertes.

En 2019, la incidencia por 100.000 habitantes en Colombia fue 475,40 con 127.533 casos; 1,20% de proporción de dengue grave; una tasa de letalidad de 0,068% y la confirmación de serotipos 1-2-3. El 72,4% de los casos se reportaron en 10 departamentos: Antioquia, Casanare, Cesar, Huila, Meta, Norte de Santander, Santander, Sucre, Tolima y Valle del Cauca (OPS, 2020). De los 36 departamentos, 20 presentaron tasas de incidencia por encima de la tasa nacional estimada en 475,4 casos por 100.000 habitantes, como es el caso del

departamento Tolima que registra 1.525,8 casos por 100.000 habitantes (OPS, 2020).

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por dengue por 100.000 habitantes calculadas en este estudio fueron: Caldas 0,083, Huila 0,15, Quindío 0,33, Risaralda 0,20, Tolima 0,32. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 10,68, Huila 36,12, Quindío 76,13, Risaralda 25,84, Tolima 18,83.

El análisis de correlaciones de las proporciones de mortalidad y morbilidad con dengue revela correlaciones medias con los indicadores de fuerza motriz y una mayor carga en las ciudades y aglomeraciones. Por otra parte, se detectaron correlaciones inversas con indicadores de presión como la cobertura de aseo y de energía en zonas rurales en ciudades y aglomeraciones.

Con los factores y variables climáticas se encontraron correlaciones inversas con la altitud y directas con la temperatura; mientras que con la precipitación se encontraron correlaciones inversas con la mortalidad tanto en ciudades y aglomeraciones como en municipios intermedios. El análisis también evidencia diferencias en las proporciones en años La Niña, El Niño y normales.

Entre las ETV, el dengue es influenciado por la dinámica del clima. El análisis de antecedentes evidencia asociaciones entre ENSO y un aumento en la incidencia de dengue, igualmente una relación directa con la temperatura ambiental e inversa con la altitud; las asociaciones con otras variables climáticas como la precipitación, son inconsistentes (Instituto Nacional de Salud, 2017; Quintero et al., 2015; Rúa et al., 2013; Rúa et al., 2012).

Se encontraron correlaciones positivas con los indicadores de sensibilidad al cambio climático, muy fuertes en ciudades con mortalidad y medias con morbilidad tanto en ciudades como en municipios intermedios y rurales. Los estudios de Duque y Herrera (2015) muestran un análisis detallado, la influencia de las variables climáticas y la posible influencia del cambio climático en la dinámica del dengue para el Eje Cafetero.

Debido a que las relaciones entre los agentes, los vectores, el ser humano y el ambiente son complejas, se requiere un mayor esfuerzo para obtener datos que permitan crear modelos predictivos de su comportamiento (OMS, 2003; Instituto Nacional de Salud, 2017). En este sentido, es necesario resaltar que la dinámica de vectores es influenciada por las variables climáticas, las cuales no sólo son afectadas por fenómenos globales como el cambio climático, sino también por los cambios locales, en especial los cambios de uso y coberturas del suelo. En este estudio se identificaron relaciones directas con las proporciones de morbilidad por dengue y los niveles de deforestación en municipios rurales.

### ***Malaria***

El informe Mundial del Paludismo (WHO, 2019) reporta para el 2018, 228 millones de casos de malaria en todo el mundo (206–258 millones) y 405.000 muertes por malaria. La tasa de incidencia de la malaria disminuyó a nivel mundial entre 2010 y 2018, de 71 a 57 casos por 1.000 habitantes en riesgo. En las Américas, más de 112 millones de personas están expuestas a padecer malaria en los 21 países endémicos de la región y 20 millones viven en áreas de alto riesgo de transmisión (Padilla et al., 2017).

Según la OPS (2019), después de una reducción sostenida de la malaria entre 2005



y 2014, en la región de las Américas se han incrementado los casos en áreas endémicas de diversos países, entre ellos Colombia. Para el año 2019, entre las SE 1 y 42 se reporta un incremento del 28,2% en comparación con el mismo período en el 2018. El 74,3% de los casos se concentran en Chocó, Nariño, Córdoba y Antioquia.

Padilla et al. (2017), evaluaron la dinámica de la enfermedad en Colombia para el periodo 1990-2016; detectaron una tendencia descendente y la aparición de brotes epidémicos estacionales irregulares e intensos en los años 1991 a 1992, 1995, 1998, 2007, 2010 y 2015 a 2016. Reportaron, para el período 2008-2016, casos clasificados como malaria o paludismo urbano o periurbano, equivalente a 21 % del total de casos registrados. Indican, además, que la población en riesgo es 12 millones, en 635 municipios endémicos y 59 focos. La mediana de las tasas de incidencia fue de 1.371 por 100.000 habitantes.

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por malaria por 100.000 habitantes, calculadas en este estudio fueron: Caldas 0,011, Huila 0,0013, Quindío 0,004. Risaralda 0,065, Tolima 0,00. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 2,14, Huila 0,49, Quindío 3,19, Risaralda 28,52, Tolima 0,58.

El análisis de relaciones identificó directas de la morbilidad por malaria con la precipitación en municipios clasificados como rural disperso. La morbilidad tiene comportamiento diferenciado en años El Niño, La Niña y normal. Se encontraron, además, relaciones directas en municipios rurales con las áreas deforestadas.

La dinámica del vector que transmite malaria o paludismo está influenciada por las variables

climáticas. Desde este punto de vista, el análisis de antecedentes refleja diferentes estudios que sugieren que la epidemiología de la enfermedad está fuertemente influenciada por la variabilidad climática. Las relaciones identificadas con la temperatura son directas (Siraj et al., 2014; Mantilla et al., 2009; Bouma et al., 1997)

Para este estudio se identificaron correlaciones considerables y directas entre la proporción de mortalidad y morbilidad por malaria y la sensibilidad al cambio climático en ciudades y aglomeraciones. El IPCC plantea que con el cambio climático se podría obtener una reducción de los casos en ciertas áreas, pero un efecto negativo total que tendría un impacto mayor (OMS, 2003). En este sentido, Mantilla et al (2009) estiman que un aumento de 1°C en la temperatura superficial del mar lleva a un incremento de alrededor del 20% de los casos de malaria.

Para los departamentos de la región, se debe seguir trabajando en el "Reto de la malaria", lo cual implica una mayor inversión en investigación y el desarrollo de nuevas herramientas, tecnologías y enfoques transformadores, tal como lo solicita la OMS (2019).

### ***Leishmaniasis***

Según la OMS (2017), la carga mundial de leishmaniasis mucocutánea fue 3.895.000 (3.324.000 – 4.767.000); mientras que la de leishmaniasis visceral fue 60.800 (57.500 – 64.700) con 62.500 muertes; los flebotomos de los géneros *Lutzomyia* y *Phlebotomus*, transmisores de esta enfermedad.

En las Américas, según la OPS (2019), las leishmaniasis están presentes en 18 países; el promedio anual para el periodo 2001-2007 fue 55.317 casos. La forma clínica más común

es la leishmaniasis cutánea, la más severa es la leishmaniasis visceral, casi siempre fatal si no se trata; la leishmaniasis cutánea difusa y mucosa/mucocutánea es de evolución crónica, pudiendo causar deformidades y secuelas (OPS, 2019).

En Colombia existe una amplia distribución de flebótomos; Gonzalez et al. (2006) describieron 167 especies y 18 son vectores de leishmaniasis; mientras que Herrera et al. (2018) identificaron nueve especies reportadas en 29 de los 32 departamentos del país: *L. panamensis*, *L. amazonensis*, *L. braziliensis*, *L. colombiense*, *L. El INS* (2019) efectuó estudios de vigilancia entomológica de flebótomos en 18 departamentos para el 2019; identificó focos en Huila (Aipe, Villavieja, Tesalia, Palermo), Quindío (Quimbaya, La Tebaida, Montenegro y Circasia), Tolima (Chaparral, Riobalco y Rovira). En Huila identificaron: *L. gomezi* y *L. longipalpis*; en Quindío: *L. gomezi* y *L. panamensi*; en Tolima: *L. longiflocosa*, *L. columbiana*, *L. nuneztovari*.

Para el período 1990-2016, Padilla et al. (2018) reportaron una población en riesgo de 11 millones en Colombia; con 721 municipios endémicos, 12 focos y 181.344 casos de carga acumulada, con una proporción de incidencia de 81 por 100.000 habitantes y 10 muertes en el período. Indican que la tendencia de la morbilidad por las leishmaniasis mostró un comportamiento epidemiológico ascendente hasta mediados de la primera década, seguido de un periodo de transmisión endémica estable.

Según el INS (2019), esta enfermedad que afecta principalmente al sexo masculino (78%), población de agricultores, amas de casa, menores, estudiantes, y en menor porcentaje a la población militar. Los casos se presentaron en los ciclos de transmisión: el selvático, el doméstico-rural y el doméstico-urbano. Desde este contexto, se

vuelve importante la condición rural y selvática en varios de los municipios que presentan carga por esta enfermedad.

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por leishmaniasis por 100.000 habitantes, calculadas en este estudio fueron: Caldas 0,0083, Tolima 0,0258. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 5,87, Huila 0,825, Quindío 1,343, Risaralda 8,757, Tolima 12,407. Con mayor incidencia en hombres.

Estudios afirman, además, que el comportamiento de flebótomos está asociado a la presencia y actividad de los seres humanos, lo que sugiere una adaptación de esta especie a la conducta humana (Ferro et al., 2011) y algunos estudios reportan flebótomos alrededor de las plantaciones de café (Young & Duncan, 1994), lo que puede explicar la presencia en algunos municipios cafeteros.

Con las proporciones de mortalidad y morbilidad por leishmaniasis se encontraron correlaciones directas con la precipitación en rural disperso. Por otra parte, se identificaron relaciones directas con el grado de deforestación y con el indicador de sensibilidad al cambio climático. El análisis de antecedentes evidencia asociaciones entre el ENSO y la incidencia de la enfermedad (Cárdenas et al., 2008), con lo cual la dinámica puede estar afectada por las fluctuaciones en las variables climáticas.

El análisis de correlación también identificó relaciones inversas con la cobertura de energía en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones; correlaciones negativas con las coberturas de acueducto rural y alcantarillado en municipios intermedios y cobertura de acueducto y gas en rural disperso. Por otra parte, se identificaron

relaciones directas con la generación de residuos sólidos en municipios intermedios.

López (2017) destaca que las deficientes condiciones socioeconómicas, falta de saneamiento básico, presencia en el entorno de reservorios domésticos y silvestres, son factores de riesgo que favorecen la presencia de los vectores y la enfermedad.

### *Chagas*

La OMS (2017) reporta que la enfermedad de Chagas, transmitida por chinches, triatomíneas, tiene un número anual estimado o notificado de casos de 6.653.000 (5.750.000 – 7.575.000), con 10.600 muertes anuales (4.200 – 33.000). Los chinches o ‘pitos’ de los géneros *Rhodnius* y *Triatoma* son transmisores de la enfermedad de Chagas,

En América Latina, el parásito *T. cruzi* se transmite principalmente por contacto con las heces o la orina infectadas de triatomíneos que se alimentan de sangre. Estos insectos viven en las grietas y huecos de paredes y tejados de casas y estructuras exteriores, como gallineros, corrales y almacenes, en zonas rurales y suburbanas. Normalmente entran en actividad por la noche para alimentarse de la sangre de mamíferos, entre ellos los humanos. Pican en zonas expuestas de la piel, como la cara, y defecan/orinan cerca de la picadura. Los parásitos penetran en el organismo cuando la persona picada se frota instintivamente y empuja las heces o la orina hacia la picadura, los ojos, la boca o alguna lesión cutánea abierta. La transmisión oral se da por el consumo de alimentos o bebidas que han sido contaminados con heces de triatomíneos infectados, contaminación de utensilios usados para la preparación de alimentos (OMS, 2020).

Según Padilla et al. (2018), la población en riesgo en Colombia es 23.850.000, en 109 municipios endémicos, con 5 focos identificados; para el período 1990-2016 estimaron 7.172 casos, con una proporción de incidencia de 11 por 100.000 habitantes y un número de muertes de 14.

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por Chagas por 100.000 habitantes calculadas en este estudio fueron: Caldas 0,0036, Huila 0,0595, Tolima 0,1253. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron: Caldas 0,0403, Huila 0,0716, Quindío 0,0201, Risaralda 0,0040, Tolima 0,0655.

El análisis de correlación identificó relaciones inversas con las coberturas de servicios públicos: acueducto, alcantarillado, aseo, energía en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones; además de correlaciones directas con la generación de residuos sólidos en ciudades y municipios intermedios.

Según el Ministerio de Salud (2013), existen situaciones que requieren especial atención como: la persistencia de áreas con infestación domiciliar por triatomíneos, el riesgo de transmisión por triatomíneos no domiciliados y la creciente ocurrencia de brotes de transmisión oral.

Por otra parte, con las proporciones de mortalidad y morbilidad por Chagas se encontraron correlaciones inversas con la altitud, directas con la temperatura e inversas con la precipitación. Adicionalmente, se identificaron relaciones directas con el grado de deforestación y con el indicador de sensibilidad al cambio climático.

Cordovez et al. (2014), mediante modelación, evaluaron las variables críticas en la transmisión de *Tripanosoma cruzi* y definieron diferentes

vías de transmisión para las especies de *T. cruzi* presentes en Colombia, de acuerdo con las características de la enfermedad de Chagas en el país, sugieren cierta influencia de la temperatura en la transmisión.

### **Enfermedades intestinales**

En las enfermedades transmitidas por alimentos, según la CIE (OPS, 1995) se encuentra el grupo de intoxicaciones e infecciones como: Cólera (A00), Fiebres tifoidea y paratifoidea (A01), otras infecciones debidas a *Salmonella* (A02), shigelosis (A03), otras infecciones intestinales bacterianas (A04), otras intoxicaciones alimentarias bacterianas (A05), Amebiasis (A06), otras enfermedades intestinales debidas a protozoarios (A07), infecciones intestinales debidas a virus y otros organismos especificados (A08), diarrea y gastroenteritis de presunto origen infeccioso (A09).

Según la OMS (2017), las enfermedades diarreicas son la segunda mayor causa de muerte de niños menores de 5 años, la cual puede prevenirse mediante el acceso a agua potable y servicios de saneamiento e higiene adecuados.

En Colombia se presentaron 3.427.829 casos de EDA en el 2019, 46% en hombres y 54% en mujeres; la incidencia por 1.000 habitantes es de 68 en Colombia; 65,2 en Quindío; 65,2 en Risaralda; 55,5 en Huila; 54,6 en Tolima; 44,6 en Caldas (INS, 2020).

Para el periodo 2010-2016, los valores promedio de las proporciones ajustadas de mortalidad por enfermedades intestinales por 100.000 habitantes, calculadas en este estudio fueron: Caldas 1,32, Huila 1,27, Quindío 1,58, Risaralda 2,53, Tolima 1,04. Por otra parte, los valores promedio de las proporciones ajustadas de morbilidad por 100.000 habitantes fueron:

Caldas 107,9, Huila 123,9, Quindío 194,7, Risaralda 406,3, Tolima 116,8.

El análisis de correlación identificó relaciones entre medias y considerables con indicadores de fuerza motriz que confirman una mayor carga en ciudades y aglomeraciones.

Con las variables climáticas se identificaron correlaciones inversas con la altitud en municipios intermedios; directas con la temperatura en ciudades y municipios intermedios; y directas con la precipitación en municipios clasificados como rural disperso. Se identificaron, además, relaciones directas con indicadores de sensibilidad de cambio climático, tanto en ciudades como en municipios intermedios y rurales. Lluvias, inundaciones y sequías pueden afectar el acceso a agua segura para el consumo y aumentar la morbilidad y la mortalidad por diarrea (INS, 2018; OMS, 2003).

Por otra parte, con los indicadores de presión se encontraron relaciones inversas con la cobertura de acueducto, aseo y energía en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones, y las coberturas de aseo y gas en rural disperso. Se identificaron, también, relaciones directas con la generación de residuos sólidos en municipios intermedios.

Diferentes estudios en Colombia identifican factores de riesgo ambiental por enfermedades diarreicas (Ruiz-Díaz et al., 2017; Clasen et al., 2005) y Giardiasis (Chaves et al., 2007; Lora-Suarez et al., 2002) en agua de consumo; por otra parte, también identifican factores de riesgo asociados con el saneamiento (Chavez et al., 2007; Alvarado & Vásquez, 2006; Lora-Suarez et al., 2002).

## Componentes de la salud ambiental

La influencia del ambiente en el estado de salud de las personas es un hecho que no se cuestiona (Pérez, 2007). Los cambios en el ambiente obedecen a procesos naturales, pero también son fuertemente influenciados por las actividades humanas; estos cambios generan amenazas que, según el grado de exposición, producen riesgos en la salud. En este sentido, la salud ambiental se ocupa de la gestión de los riesgos del medio ambiente en la salud; esta gestión debe estar soportada en la evaluación de indicadores de salud ambiental (Schutz, 2008), tal como lo propone el proyecto denominado Global Environmental Outlook (GEO - Salud). Los resultados que se presentan en este estudio brindan información sobre indicadores disponibles a escala municipal, elaborados con datos abiertos, lo cual pone en evidencia nuevas herramientas para la gestión en salud ambiental, a nivel municipal y en especial para el ejercicio de los COTSA y los Consejos Municipales de Gestión del Riesgo.

Como lo indica el profesor Cardona, en notas de clase, “el riesgo es un problema de desarrollo que no ha sido resuelto”; desde esta óptica, la metodología de las fuerzas motrices es una forma en que se explican mejor los problemas, las interacciones y los efectos, en el contexto de salud, según el marco conceptual explícito del PDSP de Colombia y la Política Integral en Salud Ambiental (PISA). Los factores son fuerzas motrices que llevan a presiones, las cuales, a su vez, generan un estado, el cual produce una

exposición que conlleva a un efecto en la salud (Minsalud y OPS, 2014).

El cambio climático, la deforestación, el cambio en el uso del suelo y la cobertura; la intensidad de los sistemas agropecuarios, el agotamiento de agua dulce y la elevada pérdida de biodiversidad son desafíos que deben considerarse en el contexto de la salud ambiental (Hernández-Gallo et al., 2019) y son fundamentales en el análisis de las interacciones complejas en la región central de Colombia, dada la dinámica de eventos de origen natural, socio-natural, antrópico, expuesta en este estudio para la región central de Colombia.

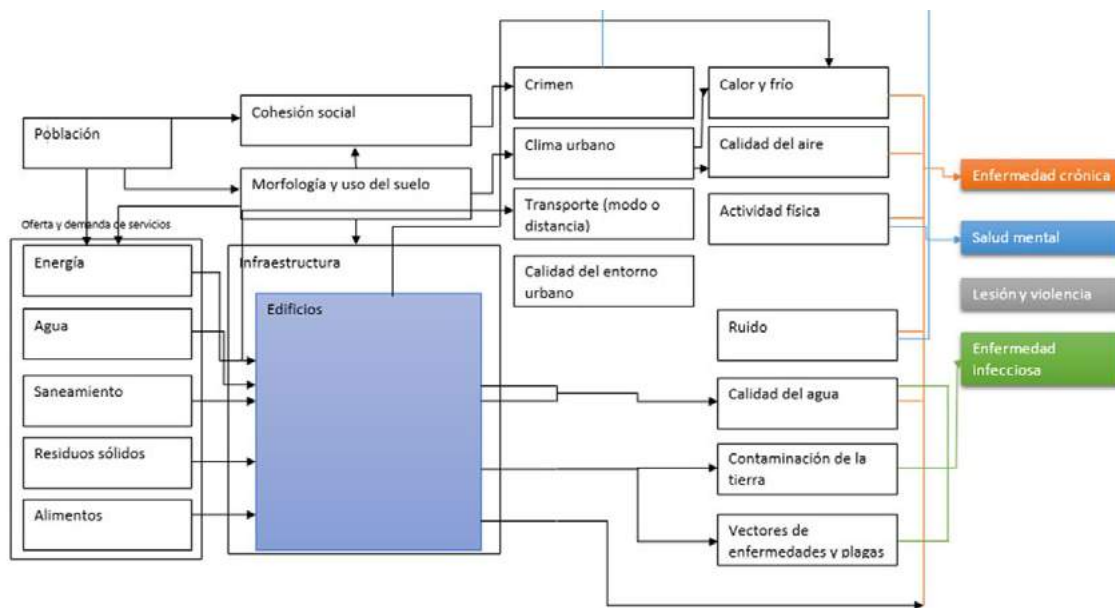
Dado que gran parte de la carga ambiental en los departamentos de la región central de Colombia se concentró en las ciudades capitales, se aborda en este contexto la complejidad del tema de salud ambiental, la necesidad de mejorar su gestión y de incorporar lineamientos o determinantes en la planificación territorial.

Ridin et al., (2012) plantean que la salud en las ciudades es producto de la interconexión mutua de procesos de sociedad y gobernanza; planificación, formulación de políticas y gestión urbanas; aspectos del entorno construido y de las formas en que se hace uso social de ese entorno. Por tanto, las intervenciones en el tejido físico de las ciudades o el entorno construido pueden influir en los resultados de salud, por las conexiones con el medio ambiente urbano que se ilustran en la figura 100, en la cual se identifican aspectos determinantes que tienen impacto directo en la salud, como son: saneamiento y gestión de aguas residuales, estándares de construcción y calidad del aire interior, efectos del cambio climático, transporte urbano, movilidad e, incluso, iniciativas de agricultura urbana.

Por otra parte, el reporte de la Naciones Unidas (2020), para prevenir la nueva pandemia,

afirma que los vínculos entre el medio ambiente, la biodiversidad y las enfermedades infecciosas emergentes son complejos; dichos vínculos, así como la interconexión con temas como la calidad del aire, calidad del agua, seguridad alimentaria y nutrición, y salud mental y física, deberían informar las políticas para que aborden los desafíos planteados por las enfermedades infecciosas emergentes actuales y futuras, incluidas las zoonosis.

**Figura 100.** Conexiones salud ambiente en ciudades.



Fuente: Adaptación de Ridin et al. (2012)

### Calidad de agua y saneamiento

La complejidad puede abordarse desde la calidad del agua, el saneamiento, para comprender algunos de los factores claves para la planificación y la gestión en salud ambiental. Los vínculos entre el agua, el saneamiento, la enfermedad y la dignidad han llevado a que sea considerado un derecho humano básico y hace parte de los Objetivos de Desarrollo Sostenible

(ONU, 2020); sin embargo, las desigualdades sociales generan resultados diferenciados para el acceso al agua y saneamiento, donde cada grupo tiene su propia y compleja red de conexiones.

Para la región, aún falta lograr la cobertura del 100% en acueducto y este es un reto aún mayor para el área rural. Está incluido en el ODS 6. Agua Limpia y saneamiento, donde la meta es 100% de acceso al agua potable para el 203; por tanto, el gobierno nacional planteó como meta que 47 millones de personas en el país tengan acceso a soluciones adecuadas de agua potable y propone, además, que para 2022 tendrán soluciones de agua potable 8.573.951 personas en la zona rural (DNP, 2020).

Si bien las inversiones en infraestructura para el suministro de agua potable tienden a estar en los planes de desarrollo, la inversión en saneamiento básico se descuida comparativamente y tiende a no estar incluida. Las metas propuestas para el ODS 6 indican que, para el 2011, 45.501.155 personas contarán con servicios de saneamiento e higiene en Colombia y que 8.516.482 personas tendrán soluciones adecuadas para el manejo de aguas residuales en la zona rural del país (DNP, 2020).

Aunque los planes departamentales de agua priorizan inversiones en agua potable y en saneamiento básico, los planes de ordenamiento de cuencas hidrográficas identifican necesidades de inversiones en saneamiento básico; desde este punto de vista, la inclusión de indicadores del régimen hidrológico y de contaminación de fuentes superficiales como el IACAL, puede facilitar la priorización de acciones en el territorio.

En Colombia, y en la región, se detecta que los servicios de agua y saneamiento están ausentes en los municipios mal administrados y en las áreas más pobres de las ciudades y las cabeceras municipales. Por otra parte, se evidencian

problemas de corrupción e inadecuada gestión en este sector que hacen recurrentes los llamados “elefantes blancos” -obras inconclusas que no llegan a término y se convierten en líos jurídicos para las administraciones municipales- o, en su defecto, operan de manera ineficiente generando problemas para las comunidades. Adicionalmente, los informes de la Contraloría revelan plantas de tratamiento de agua potable donde la cloración opera de manera intermitente. En este sentido, la calidad del agua potable debe vigilarse de manera más efectiva e incluir con mayor periodicidad el IRCA.

En el contexto rural es indispensable avanzar en la gobernanza del agua que lleve a acciones concretas para reducir los índices de riesgo en agua potable que son un problema evidente de la región. Desde este contexto, es necesario articular el trabajo de las juntas administradoras de acueductos veredales, con los COTSA, los Consejos de Gestión del Riesgo y los Consejos de Cuenca, de tal manera que integren acciones y se promuevan sinergias para el mejoramiento de la calidad del agua potable.

En las conexiones con el saneamiento es imperativo abordar la gestión de las aguas residuales, dado que las ciudades y centros poblados generan vertimientos líquidos de aguas residuales domésticas, comerciales e industriales, así como aguas pluviales y efluentes de la agricultura periurbana, los cuales pueden contener alta carga de materia orgánica, patógenos y compuestos tóxicos, cuya concentración y cantidad están influenciados por la estructura económica, la tipología y el entorno de desarrollo, los patrones de producción y consumo, así como la dinámica industrial, entre otros factores (Ridin et al., 2012).

La gestión de vertimientos líquidos es, por tanto, prioritaria para evitar no sólo la exposición

humana, sino también animal y de los ecosistemas a amenazas potenciales. Esta gestión debe incluir los lodos de las plantas de tratamiento, los cuales concentran contaminantes y, en consecuencia, si no se tratan y disponen adecuadamente, pueden representar una nueva amenaza en el contexto de salud ambiental. El aprovechamiento de la energía a partir de la digestión anaeróbica de lodos o aguas residuales (Mantilla et al., 2017) son opciones que cada vez toman más vigencia en el contexto de ciudades sostenibles y ecoeficientes, y que brindan alternativas para el uso y aprovechamiento de residuos.

La separación de aguas residuales por fuente facilita su gestión y tratamiento; permite, además, una mejor caracterización de los vertimientos y fomentar prácticas de re-uso en el contexto de la producción y el consumo responsable. Estas prácticas son empleadas en el diseño de edificios que consideran aprovechamiento o re-uso de aguas lluvias y el reciclaje de aguas residuales, como una parte integral de la construcción sostenible (Cuervo y Sánchez, 2018).

El re-uso de aguas residuales es una práctica común en la agricultura (Silva et al., 2008) que ha sido cuestionada por la ruta de transmisión oral-fecal de enfermedades infecciosas. El principal reto es el tratamiento de patógenos y productos químicos peligrosos en las aguas residuales para garantizar el uso seguro de este recurso. El desafío, por tanto, es equilibrar los riesgos para la salud y los beneficios sociales, económicos y ambientales de la reutilización de aguas residuales (Ridin et al., 2012).

Para disminuir el riesgo en la ruta de infección fecal-oral es necesario tener en cuenta que se trata de un factor de riesgo compuesto o integrado en calidad de agua, saneamiento e higiene (Ridin et al., 2012). Desde esta perspectiva, diferentes estudios en salud ambiental han sido realizados

en Colombia, para enfermedades transmisibles y no transmisibles, en los componentes de calidad de agua y saneamiento (tabla 79).

A pesar de que independientemente de la higiene del hogar individual la mayor parte de la transmisión de enfermedades de la ruta fecal-oral se produce a escala de vecindario, las autoridades siguen considerando que estas instalaciones sanitarias son sólo responsabilidad de los individuos; este principio es generalmente aceptado en poblaciones con brechas sustanciales en la cobertura de saneamiento, lo que significa que el acceso al saneamiento en asentamientos informales probablemente seguirá siendo inadecuado por dos razones: los gobiernos no quieren o no pueden invertir a gran escala y los hogares pobres dan al problema una prioridad menor frente a otras necesidades (Ridin et al., 2012).

Por otra parte, el INS (2018) plantea la necesidad de profundizar en estudios de factores de riesgo ambiental en Colombia. En temas de calidad de agua y saneamiento básico sugiere análisis de la efectividad de alternativas para tratamiento del agua, considerando la falta de acceso a acueducto en zonas rurales y de difícil acceso.

La pandemia de la COVID-19 ha puesto de manifiesto la importancia vital del saneamiento, la higiene y un acceso adecuado al agua limpia para prevenir y contener las enfermedades (ONU, 2020).



**Tabla 79.** Estudios de salud ambiental en población colombiana relacionados con calidad de agua y saneamiento

Enfermedades	Evento en salud ambiental	Calidad de agua	Saneamiento
Transmisibles	EDA	(Ruiz-Díaz et al., 2017) (Clasen et al., 2005) (Rodríguez-Miranda et al., 2017) (Guzmán et al., 2016) (Guzmán et al., 2015) (Ramírez Vasco et al., 2010) (Briñez et al., 2012)	(Rodríguez-Miranda et al., 2017) (Camacho Botero, 2020) (Jaqueline Piza De la Hoz & Pérez Vidal, 2019)
	Leptospirosis	Nájera et al., 2005 (Marín Marín, 2020) (Rodríguez Navarrete, 2018) (Jaramillo et al., 2014)	Escandón-Vargas et al., 2017 Yusti et al., 2013 (Marín Marín, 2020) (Rodríguez Navarrete, 2018)
	Helmintiasis y poliparasitismo	(Cardona Arias et al., 2013) (Rodríguez-Sáenz et al., 2017) (Sierra Zúñiga et al., 2020)	Alvarado & Vásquez, 2006 (Cardona Arias et al., 2013) (Rodríguez-Sáenz et al., 2017) (Sierra Zúñiga et al., 2020)
No Transmisibles	Giardiasis	Chaves et al., 2007 Lora-Suarez et al., 2002 (Omarova et al., 2018) (Kann et al., 2020)	Chaves et al., 2007 Alvarado & Vásquez, 2006 Lora-Suarez et al., 2002 (Rodríguez Alarcón, 2019) (Kann et al., 2020)
	Asma	Quiroz-Arcenales et al., 2013 (Sierra Zúñiga et al., 2020) (Castellanos-Garzón et al., 2020) (Egea et al., 2016)	Quiroz-Arcenales et al., 2013 (Egea et al., 2016)
	Dermatitis alérgica	(Quiroz-Arcenales et al., 2013)	(Quiroz-Arcenales et al., 2013) (Santamaría et al., 2008)

En el contexto rural, afecta de manera notoria la calidad del agua, los usos y coberturas del suelo que son cambiantes en los territorios. Estas modificaciones influyen en el paisaje con efectos ambientales, económicos y sociales; entre estos últimos, los impactos en salud humana son particularmente importantes. Estos cambios

deben ser considerados en la caracterización de la dimensión de salud ambiental y en especial en el componente de calidad de agua (Têxeira et al., 2014). Su análisis, tanto espacial como temporalmente, es cada vez más importante en el contexto del desarrollo sostenible y específicamente en el uso sostenible de los

territorios (Salvati et al., 2016). Los patrones cambiantes y los efectos generados son producto de interacciones complejas, cuya dinámica está influenciada por factores locales (Auch et al., 2012). Diferentes estudios que aplican el MFM para comprender la influencia de los cambios de uso del suelo en el territorio (Regos et al., 2015, Serra et al., 2008) concluyen que es fundamental considerar el componente temporal de las fuerzas impulsoras en este análisis para comprender si tienen la misma influencia con el tiempo, pero también para determinar si estas variaciones temporales son similares entre regiones (Meneses et al., 2017).

### Calidad de aire

En temas de calidad de aire se presentan complejidades por los enfoques de desarrollo y las políticas públicas que varían en contextos urbanos y rurales. Desde esta perspectiva, los factores de riesgo ambiental y sus efectos en la salud han sido analizados en diferentes estudios en la población Colombia, para enfermedades transmisibles y no transmisibles, para los eventos en salud ambiental relacionados con la calidad del aire (tabla 80).

**Tabla 80.** *Estudios de factores de riesgo ambiental en población colombiana relacionados con calidad del aire*

Enfermedades	Evento en salud ambiental	Calidad del aire indoor (biomasas para la cocción de alimentos)	Calidad del aire exterior (material particulado)
Transmisibles	Bronco neumonía	Quiroz-Arcenales et al. (2013) Castillo Bohórquez et al.,(2012)	Quiroz-Arcenales et al. (2013) Rodríguez et al., (2010)
	Bronquitis	Soto-Moreno, (2013)	Rodríguez et al., (2010) Orduz García et al., (2013) Zapata Sánchez et al., (2008) Quijano Parra et al., (2014) García et al., (2006)
	Neumonía	Observatorio de Salud y Medio Ambiente, (2011) Cortes González, (2018) Castillo Bohórquez et al., (2012)	Rodríguez et al., (2013)
No Transmisibles	Asma	González et al., (2015) Alvis et al. (2013) Rodríguez et al., (2010)	Ramírez et al. (2012) Rodríguez et al.(2010) Orduz García et al., 2013) Zapata Sánchez et al., (2008) Quijano Parra et al., 2014) García et al., 2006)
	EPOC	Alvis et al. (2013)	Cárdenas (2017) Hernández-Flórez et al. (2013) Orduz García et al., (2013)

Según las conexiones planteadas por Ridin et al. (2012), la temperatura a menudo tiene efectos indirectos sobre la salud física y el bienestar psicosocial; mientras que la calidad del aire interior es influenciada por el intercambio de aire, la calidad del aire exterior y la producción de contaminantes derivada de materiales y productos contenidos o generados en la vivienda.

Los materiales de construcción son determinantes de la temperatura y el confort térmico, pues regulan las pérdidas o ganancias de calor en la vivienda o recinto (Tovar, 2018); mientras que la ventilación natural o forzada determina la calidad del aire interior. La calidad y el diseño de la construcción influyen en el ambiente interior. Las viviendas inadecuadas aumentan la exposición al calor y al frío, y a los combustibles altamente contaminantes para calefacción, cocina e iluminación que se liberan en el espacio habitable (Comunidad de Madrid, 2016). Los efectos directos de habitar viviendas inadecuadas no son tan claros, aunque algunos estudios llaman la atención sobre los efectos estacionales en la salud, especialmente en los niños, que podrían reducirse con viviendas de mejor calidad (Ridin et al., 2012; Ye et al., 2009).

Es necesario resaltar que el acceso a la energía eléctrica es fundamental para la refrigeración y el almacenamiento más seguro de alimentos; brinda, además, oportunidades para el alumbrado público y una movilidad más segura; estudios sugieren que el acceso restringido a energía es un factor subyacente de mala salud en entornos de bajos ingresos (Smith et al., 2004; Ridin et al., 2012).

En entornos rurales hay una carga considerable de enfermedades asociadas con la exposición a la contaminación del aire en interiores, debido a la combustión ineficiente e inadecuadamente ventilada de leña o biomasa

para cocinar y calentar. Niños expuestos a altos niveles de contaminación tienen infecciones agudas del tracto respiratorio inferior y las mujeres tienen un alto riesgo de EPOC y cáncer de pulmón (OMS, 2018).

Por lo tanto, mejorar la cobertura de gas natural, implementar cocinas eco-eficientes o estufas con aprovechamiento de energías alternativas o renovables, podría producir beneficios de salud y también contribuir a la reducción global de gases de efecto invernadero, tal como lo establecen la Unidad de Planeación Minero Energética en Colombia (UPME, 2017) y las estrategias de la Política Nacional de Cambio Climático (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

En el contexto del desarrollo sostenible y específicamente en la mitigación de gases de efecto invernadero, una medida clave es la eficiencia energética. Los co-beneficios de esta medida dependen del nivel de ingresos; en entornos de bajos ingresos tienen un mayor potencial para mejorar la salud pública, mientras que en entornos de altos ingresos tienen mayor potencial de reducción de gases de efecto invernadero (Haines et al., 2009). Los estándares de construcción ecoeficiente ofrecen oportunidades para mejorar el rendimiento del edificio en términos ambientales y energéticos; mientras que las políticas públicas en las ciudades para la eficiencia energética pueden ser un catalizador importante para mejorar la salud (Ridin et al., 2012).

En calidad del aire exterior influyen los modos de movilidad y transporte, otro aspecto clave en el análisis de los problemas de salud ambiental urbana (Ridin et al., 2012). La promoción de la movilidad activa y modos de transporte no motorizados puede contribuir a diversos objetivos como el desarrollo bajo en

carbono; pero también a la salud, mediante la reducción de la contaminación del aire.

La promoción de modos de movilidad y transporte sostenible implica pensar en las ciudades para las personas. Es así como la idea de transitabilidad se usa comúnmente en estudios de actividad física y salud para referirse a vecindarios donde el entorno es más propicio para caminar, no sólo por sus características físicas sino también por las percepciones positivas en torno a la seguridad personal; las características del entorno construido pueden permitir la actividad física y los modos de transporte no motorizado, al ofrecer infraestructura de apoyo que facilite su implementación (Ridin et al., 2012; Giles, 2006). Desde este punto de vista se hace necesaria la reingeniería de la planificación urbana pensando en el peatón y en los modos de transporte no motorizados.

En materia de calidad del aire se hace indispensable mejorar el Sistema de Vigilancia y monitoreo de calidad de aire e implementar medidas de sensores externos para que la comunidad participe en el control y vigilancia.

### **Seguridad química**

Para maximizar la producción agrícola, los suelos son explotados de forma intensiva y se evidencia uso de agroquímicos, en muchos casos sin considerar las buenas prácticas agrícolas. El uso intenso del suelo genera impactos negativos que contribuyen, a su vez, a la degradación fisicoquímica y biológica; los ciclos de retroalimentación inciden, además, en el ciclo del agua y del carbono; y, por tanto, en el cambio climático. En este sentido, se tienen retos desde la promoción de las buenas prácticas agrícolas y pecuarias, así como en la gestión sostenible del suelo. La agricultura de precisión

permite avanzar en el monitoreo y seguimiento de indicadores ambientales (Paz et al., 2006; Schmitz et al., 2014) y de índices de riesgo, lo que puede contribuir a la definición de estrategias y medidas para la gestión integral del suelo, en el contexto del desarrollo sostenible.

Por otra parte, la aplicación de tecnologías también permitirá la vigilancia de la minería en Colombia; es así como la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA) desarrolló un aplicativo para verificar en tiempo real los proyectos licenciados y el cumplimiento de la legislación ambiental vigente; este aplicativo podrá ser consultado por las autoridades como la Policía, el Ejército, la Armada, la Fuerza Aérea y la Fiscalía General de la Nación en los operativos de control y vigilancia (Dinero, 2020).

A pesar del evidente beneficio generado por este sector, la sociedad vive enfrascada en una discusión sobre un impacto ambiental que nadie niega; según el gobierno, el problema lo genera la minería ilegal, pues se viene acompañando a la gran minería (la tradicional y la artesanal) para que se cumplan las normas y se formalicen; adicionalmente, en la minería artesanal o de subsistencia la producción es muy baja, con bajo impacto sobre el medio ambiente (Portafolio, 2019). En cualquier escenario, se requiere inversión para cumplir con los estándares que permitan lograr seguridad minera, disminuir los impactos en el medio ambiente y avanzar en la implementación de minería bien hecha y responsable.

### **Cambio climático y cambio global**

En Colombia existen diversos estudios que abordan los impactos del cambio climático y de la variabilidad climática en la salud. Algunos de

los estudios sobre el impacto del clima en la salud en Colombia se resumen en la tabla 81.

Las recomendaciones de la OMS (2003) para las investigaciones en cambio climático consideran: evaluar la relación entre desenlaces de salud y el clima; estimar el impacto del calentamiento global en la salud humana; modelar las consecuencias del cambio climático en la salud en diferentes escenarios; evaluar escenarios de adaptación al cambio climático; estimar beneficios y costos de la mitigación de la adaptación.

**Tabla 81.** Estudios del impacto del clima en población colombiana

Evento en salud ambiental	Precipitación	Temperatura	Humedad relativa	Clima	Variabilidad climática
Enfermedad respiratoria aguda	Boshell et al., 2001			Cárdenas et al., 2017	Correal et al., 2015
	Cárdenas et al., 2017	Boshell et al., 2001		Correal et al., 2015	Rodríguez-Pacheco et al., 2019
	Correal et al., 2015	Correal et al., 2015		Orduz et al., 2013	Salazar & Álvarez, 2011
	Rodríguez-Pacheco et al., 2019	Rodríguez-Pacheco et al., 2019;		Salazar & Álvarez, 2011	Boshell-Villamarín et al., 2001
	Salazar & Álvarez, 2011	Salazar & Álvarez, 2011;		Rodríguez-Pacheco et al., 2019	Salazar & Álvarez, 2013
	Salazar & Álvarez, 2013	Salazar & Álvarez, 2013		Salazar & Álvarez, 2013	Sarmiento, 2014
	Sarmiento, 2014			Sarmiento, 2014	

Evento en salud ambiental	Precipitación	Temperatura	Humedad relativa	Clima	Variabilidad climática
Dengue	Acosta Cardona, 2015 Cassab et al., 2010 Castrillón et al., 2015 Duque, 2015 Malagón Rojas et al., 2017 Meza, 2014; Quintero, 2015 Rodríguez-Pacheco et al., 2019 Rúa-Uribe et al., 2013 Rúa-Uribe, 2013 Sarmiento, 2014	Acosta Cardona, 2015 Castrillón et al., 2015 Duque, 2015 lexander, Morales, Victor, Mattar, 2010 Malagón Rojas et al., 2017 Meza, 2014 Rodríguez-Pacheco et al., 2019 Rúa-Uribe, 2012 Rúa-Uribe, 2013 Sarmiento, 2014	Acosta Cardona, 2015 Castrillón et al., 2015 Duque, 2015 lexander, Morales, Victor, Mattar, 2010 Malagón Rojas et al., 2017 Meza, 2014 Rodríguez-Pacheco et al., 2019 Rúa-Uribe et al., 2013 Sarmiento, 2014	Acosta Cardona, 2015 Castrillón et al., 2015 lexander, Morales, Victor, Mattar, 2010 Rodríguez-Pacheco et al., 2019 Rúa-Uribe et al., 2013 Sarmiento, 2014	Acosta Cardona, 2015 Bouma, 1997 Castrillón et al., 2015 Quintero, 2015 Rodríguez-Pacheco et al., 2019 Rúa-Uribe et al., 2013 Sarmiento, 2014
Chagas	Flórez et al., 2016 Vásquez et al., 2013	Cordovez, 2014 Flórez et al., 2016 Malagón Rojas et al., 2017 Vásquez et al., 2013	Flórez et al., 2016 Malagón Rojas et al., 2017 Vásquez et al., 2013	Flórez et al., 2016 Malagón Rojas et al., 2017	
Malaria	Malagón Rojas et al., 2017 Sarmiento, 2014	Malagón Rojas et al., 2017 Sarmiento, 2014 Siraj, 2014	Acosta Cardona, 2015 Malagón Rojas et al., 2017	Malagón Rojas et al., 2017 Sarmiento, 2014	Malagón Rojas et al., 2017 Mantilla, 2009 Sarmiento, 2014
Leishmaniasis	Acosta Cardona, 2015	Acosta Cardona, 2015 González, 2014 Malagón Rojas et al., 2017	Acosta Cardona, 2015	Acosta Cardona, 2015	Acosta Cardona, 2015 Cárdenas, 2008

La deforestación es uno de los problemas globales por su notable impacto en la calidad del aire, el agua y el suelo, y su influencia en el cambio climático (Kaiwei et al., 2020, WRI, 2018). Por tanto, influye sobre el medio ambiente, puede contribuir a la reducción de la calidad de vida y afectar aún más a los ecosistemas naturales que dependen de condiciones del entorno específicas y cuyo impacto se evidencia en la región evaluada, en especial por efecto del cambio en la frontera agropecuaria, la cual ejerce gran presión sobre los bosques, como ocurre en otras regiones colombianas (Etter et al., 2006) y en diferentes países del mundo (Verburg et al., 2014; WRI, 2018).

Por otra parte, la urbanización influye en el cambio global y en alta artificialización de los suelos; el proceso de expansión urbana genera una dinámica de cambio acelerado por la construcción de vías, infraestructura de telecomunicaciones y servicios públicos, viviendas y las demás instalaciones urbanas (Ascione et al., 2009). Los materiales y los métodos de construcción producen sellado del suelo, con reducciones en la infiltración de agua de lluvia en el suelo, lo cual afecta las cuencas urbanas por el incremento en la escorrentía superficial y los caudales pico; en este sentido, modifica los caudales de diseño de los sistemas de alcantarillado y a menudo puede provocar inundaciones, incluso en cuencas de alta montaña (Scalenghe, 2009; Rey y Zambrano, 2018, Vélez y Botero, 2011), generando daños materiales y afectación en la calidad de vida de las poblaciones (Agredo-Cardona y Trinidad, 2014).

La urbanización no planificada de manera sostenible produce, a su vez, isla de calor (Soto-Estrada, 2019) que incrementa los efectos e impactos del cambio climático. En este sentido, se hace necesario promover las políticas públicas (Amato et al., 2016) y las acciones conjuntas de

intervención que consideren la dinámica de las fuerzas motrices en el contexto urbano.

Cada vez hay más evidencia de que el cambio climático presenta desafíos para las áreas urbanas y sus poblaciones en crecimiento. Según Ridin et al. (2012), se prevé que la combinación del cambio climático con el efecto de isla de calor urbano tenga efectos sustanciales en la salud en enfermedades crónicas y mentales. Una isla de calor urbana se caracteriza por la diferencia de temperatura entre las regiones urbanas y rurales circundantes; es una de las manifestaciones climáticas más evidentes de la urbanización. Los efectos en la salud de la isla de calor urbana se relacionan no solo con los efectos directos de la temperatura, sino también con el ozono (Knowlton, 2008).

La diferencia en las temperaturas promedio causada por el efecto isla de calor urbano dependerá en gran medida del clima local y de la geografía circundante, la extensión del entorno urbano y el tipo y cantidad de emisiones antropogénicas (Bohnenstengel, 2011). El efecto es variable, pero como regla general, picos después del atardecer (Ridin et al., 2012).

La relación entre la temperatura exterior y el riesgo de mortalidad en varias ciudades en países desarrolladas está bien establecida (Kovats & Hajat, 2008), pero son limitados los estudios en países en vía de desarrollo. El efecto real de la isla de calor urbana en términos de temperaturas interiores sobre la salud es menos conocido, especialmente la contribución de otros factores como la calidad de la construcción (Ridin et al., 2012). El punto de partida para el desarrollo de estrategias debería ser establecer el efecto neto de la isla de calor urbana.

Si se esperan olas de calor más intensas en el futuro, las estrategias para ayudar a reducir el efecto deben ser un enfoque importante para

las políticas de desarrollo urbano (Ridin et al., 2012). Estas estrategias deben implementarse en conjunto con las definidas para la construcción de edificios y viviendas, para obtener los mayores beneficios para la salud.

## Acciones o intervenciones

El análisis de las interrelaciones -tomando como base el MFM-, además de las conexiones en contextos urbanos sugeridos por Ridin et al (2012), confirma que la salud ambiental es un tema complejo.

La complejidad implica el reconocimiento de un principio de incompletitud e incertidumbre en todo conocimiento, así como el reconocimiento de los lazos entre las entidades que el pensamiento debe necesariamente distinguir, pero no aislar entre sí (Morín, 1990). La complejidad es un macro-concepto que aborda el problema de las relaciones que permite distinguir sin desarticular, asociar sin identificar o reducir (Morín, 1990).

El pensamiento complejo subraya que el desarrollo de un plan que anticipe todos los cambios futuros no será posible; en cambio, los intentos incrementales de alcanzar una meta deben probarse; en este sentido, trabajar con evaluaciones de efectos ambientales, evaluaciones ambientales estratégicas y evaluaciones de efectos en la salud, puede tener un papel útil si se apoyan en la implementación de estrategias basadas en proyectos (Ridin et al., 2012).

En la revisión de Sanderson (2006) de las implicaciones del pensamiento complejo para la formulación de políticas, se propone un enfoque alternativo que enfatiza tres elementos clave aplicables en salud ambiental:

- La política de post-complejidad o política hecha sobre la base de que las ciudades son sistemas complejos, necesita enfocarse en la experimentación, y el ensayo y error como la forma de producir los resultados deseados.
- Es necesario reforzar la evaluación de estos diversos experimentos.
- La consideración de la naturaleza y aspectos éticos en las intervenciones políticas es esencial.

Según Ridin et al. (2012), cuanto mayor sea la diversidad de los proyectos promovidos, mayor será el potencial de que el sistema complejo se oriente hacia los beneficios; sin embargo, la rapidez del cambio climático y la urbanización obligan a tener en cuenta la escala o nivel de intervenciones.

Por otra parte, las intervenciones deben tener un espacio para el debate sobre los aspectos morales y éticos de los diferentes enfoques desde la sostenibilidad, considerando la complejidad que implica, además, la toma de conciencia de la relación entre los factores biológicos, sociales y humanos (Luna-Conejo, 2020).

El pensamiento complejo da la posibilidad de analizar los procesos relacionados con los cambios socioambientales que se puedan generar, lo que permite una transformación de pensamientos orientados a la racionalidad ambiental: implica, por tanto, una reconstrucción de lo ya pensado para repensar lo aún no pensado; pero este enfoque genera múltiples relaciones, y permite integrar diferentes saberes y conocimiento que orientan el desarrollo sostenible (Luna-Conejo, 2020).

En este sentido, la perspectiva de la sostenibilidad se hace imprescindible, dado que



las consecuencias ambientales y sociales de los esquemas de desarrollo convencionales se hacen más evidentes en la salud y el bienestar de las comunidades más pobres. La sostenibilidad incorpora, por tanto, principios éticos; así se puede adquirir un modelo de principio y responsabilidad ética, al convertirlo desde la propia realidad regional en un principio para la vida (Ángel Maya, 2001), el cual debe ser apropiado por los sectores y las comunidades para la reconfiguración de sus territorios.

El enfoque de fuerzas motrices puede facilitar este diálogo y actuación en torno a la incorporación de las preocupaciones de salud en el desarrollo y la generación de aprendizaje situado. Desde este punto de vista, los indicadores de respuesta que plantea Geo Salud (OPS, 2009) para el análisis integrado salud y medio ambiente, sugieren un análisis de indicadores que incorpora criterios de sostenibilidad, en las siguientes líneas:

- Cobertura de servicios de salud y gasto público estratégico
  - Existencia de planes de emergencia, de mitigación y de servicios de atención a la salud frente a desastres
  - Existencia de programas para el fortalecimiento de información y comunicación en salud
  - Existencia de una red consolidada de atención primaria a la salud
  - Número de establecimientos de atención ambulatoria
  - Razón de profesionales de la salud
- Gasto público en educación como porcentaje del PIB
- Gasto público en investigación, ciencia y tecnología como porcentaje del PIB
- Gasto público en salud como porcentaje del PIB
- Gasto público social como porcentaje del PIB
- Legislación ambiental
  - Adhesión, firma o ratificación de acuerdos multilaterales ambientales
  - Agenda 21 local: número de comités municipales formalizados
  - Aguas residuales tratadas
  - Control de tránsito y restricción vehicular en áreas urbanas críticas
  - Existencia de comisiones de emergencia o grupos de respuesta inmediata ante desastres
  - Existencia de consejos de desarrollo sostenible
  - Existencia de sistemas estadísticos ambientales y de informes del estado del medio ambiente
  - Número de empresas con certificado ISO 14001

- Número de especies pesqueras con restricción de explotación
- Porcentaje de áreas de cuenca bajo manejo
- Porcentaje de áreas ambientales protegidas
- Porcentaje de municipios con planes de ordenamiento territorial en ejecución
- Gestión intersectorial del medio ambiente y salud
  - Existencia de directrices locales para una política pública intersectorial de medio ambiente y salud
  - Existencia de legislación que promueva ambientes saludables
  - Existencia de organismos fortalecidos para la vigilancia ambiental, epidemiológica y sanitaria en salud
  - Existencia de programas de educación ambiental y de educación para la promoción de la salud.

Finalmente, las acciones deben considerar el enfoque de una salud que está pensado para diseñar y aplicar programas, políticas, leyes e investigaciones transdisciplinarias y, con ello, lograr mejores resultados en la salud pública. Las esferas de trabajo pertinentes son: la inocuidad de los alimentos, el control de zoonosis, la lucha contra la resistencia a los antibióticos. Es así como la OMS trabaja con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Organización Mundial de Sanidad Animal (OIE) para promover respuestas multisectoriales a los peligros en materia de inocuidad de los alimentos, los riesgos de zoonosis y otras amenazas para la salud pública en la interacción entre seres humanos, animales y el ecosistema y proporcionar orientaciones sobre el modo de reducir estos riesgos (OMS, 2017).

Son múltiples las acciones que pueden implementarse para mejorar la gestión en salud ambiental; desde el enfoque de fuerzas motrices se resumen algunas acciones o intervenciones identificadas de manera general que se presentan para los componentes de calidad de agua (tabla 82), saneamiento (tabla 83), residuos y seguridad química (tabla 84) y calidad de aire (tabla 85), que pueden complementarse con los indicadores de respuesta de Geo Salud.

**Tabla 82.** Acciones según el MFM para el componente de Calidad del agua

<b>Categoría</b>	<b>Nivel determinante</b>	<b>Tipo determinante</b>	<b>Acción / Intervención</b>
Fuerza motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Avanzar en el cumplimiento de metas del ODS 6. Adoptar políticas de crecimiento verde.
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Adoptar prácticas y estándares de producción y consumo responsable. Implementar acciones climáticas para mejorar la resiliencia y la gestión del riesgo. Promover la conservación de ecosistemas estratégicos y modelos de adaptación basados en ecosistemas. Invertir para mejorar la cobertura y calidad de servicios públicos. Implementar los planes departamentales de agua. Comprar los predios para la protección de fuentes abastecedoras de acueducto.
Estado	Intermedio	Calidad del agua	Implementar las acciones establecidas por los Planes de Ordenación y Manejo de las Cuencas Hidrográficas (POMCA) Mejorar las redes de monitoreo y las alertas tempranas. Velar por el cumplimiento de la reglamentación y fortalecimiento de los sistemas de vigilancia y monitoreo.
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Fomentar la educación ambiental, promover el consumo responsable, las prácticas de higiene y el autocuidado. Fortalecer los servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS, diferencial, y por grupos étnicos.
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Avanzar en estudios de factores de riesgo y en la comprensión de la complejidad de las interrelaciones. Fortalecer los sistemas de vigilancia y la notificación. Promover la articulación de acciones para la reducción de la carga de enfermedad.

**Tabla 83.** *Acciones según el MFM para el componente de saneamiento básico*

<b>Categoría</b>	<b>Nivel determinante</b>	<b>Tipo determinante</b>	<b>Acción / Intervención</b>
Fuerza motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Avanzar en el cumplimiento de metas del ODS 6. Adoptar políticas de economía circular y crecimiento verde.
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Adoptar prácticas y estándares de producción y consumo responsable. Invertir para mejorar la cobertura y calidad de servicios públicos. Implementar acciones de mitigación de cambio climático orientadas a vertimientos líquidos.
Estado	Intermedio	Saneamiento básico	Implementar re-usos de agua y ciclos de economía circular. Velar por el cumplimiento de la reglamentación vigente en materia de vertimientos líquidos y el fortalecimiento de los sistemas de monitoreo y control de la contaminación. Implementar las acciones establecidas por los POMCA. Promover la adopción de buenas prácticas agrícolas, ganaderas, piscícolas, de manufactura y estándares de gestión ambiental.
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Fomentar la educación ambiental, promover el consumo responsable, la economía circular, las prácticas de higiene y el autocuidado. Fortalecer los servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS, diferencial, y por grupos etéreos
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Avanzar en estudios de factores de riesgo y en la comprensión de la complejidad de las interrelaciones. Fortalecer los sistemas de vigilancia y la notificación. Promover la articulación de acciones para la reducción de la carga de enfermedad.

**Tabla 84.** Acciones según el MFM para el componente de residuos y seguridad química

<b>Categoría</b>	<b>Nivel determinante</b>	<b>Tipo determinante</b>	<b>Acción / Intervención</b>
Fuerza motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Adoptar políticas de economía circular y crecimiento verde.
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Implementar los PGIRS. Implementar el plan para gestión de sustancias químicas. Invertir para mejorar la cobertura y calidad del servicio de aseo. Implementar acciones de mitigación de cambio climático orientadas a residuos sólidos y precursores GEI.
Estado	Intermedio	Residuos Respel Sustancias químicas	Implementación de ciclos de economía circular. Velar por el cumplimiento de la reglamentación en materia de residuos ordinarios, especiales y peligrosos. Promover la adopción de buenas prácticas agrícolas, ganaderas, piscícolas, de manufactura. Fomentar la implementación de estándares de gestión ambiental, y seguridad y salud en el trabajo. Fomentar los estándares de gestión del riesgo, en especial para la gestión de sustancias químicas.
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Fomentar la educación ambiental. Promover la gestión del riesgo, la gestión integral de residuos, la producción y el consumo responsable y la economía circular. Fomentar las prácticas de higiene y el autocuidado. Fortalecer los servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS, diferencial y por grupos etáreos.
Efecto	Intermedio	Servicios de Salud	Avanzar en estudios de factores de riesgo y en la comprensión de la complejidad de las interrelaciones. Fortalecer los sistemas de vigilancia y la notificación. Promover la articulación de acciones para la reducción de la carga de enfermedad.

**Tabla 85.** *Intervenciones para el componente de calidad del aire*

<b>Categoría</b>	<b>Nivel determinante</b>	<b>Tipo determinante</b>	<b>Acción / Intervención</b>
Fuerza motriz	Estructural	Políticas y modelo de desarrollo	Adoptar políticas de desarrollo bajo en carbono y crecimiento verde.
Presión	Intermedio	Condiciones de vida y trabajo	Promover estándares de construcción sostenible, y gestión de la energía y de las energías renovables. Avanzar en la gestión del riesgo y del cambio climático. Implementar acciones de mitigación de cambio climático. Luchar contra la deforestación. Promover modelos de transporte no motorizado y reconversión del parque automotor considerando energías más limpias y renovables.
Estado	Intermedio	Calidad del aire	Avanzar en el cumplimiento de la norma de contaminantes criterio en los valores sugeridos por la OMS. Mejorar las redes de monitoreo de calidad del aire. Avanzar en la implementación de modelos y tecnologías sostenibles en los sectores. Promover modelos de adaptación basados en ecosistemas. Promover los estándares de gestión ambiental y gestión de la energía.
Exposición	Intermedio	Repercusión en salud y bienestar	Educación ambiental, promoción de prácticas de higiene y estilos de vida saludables. Fortalecer los servicios en el primer nivel de atención con enfoque de APS, diferencial, y por grupos étnicos.
Efecto	Intermedio	Servicios de salud	Avanzar en estudios de factores de riesgo y en la comprensión de la complejidad de las interrelaciones.

Los siguientes aspectos clave de este enfoque destacados por el Banco Mundial deberían tenerse presentes en los planes de intervención a escala nacional y regional (Voegele & Kemper, 2018):

- Los puntos de partida para el enfoque “Una salud” varían según el contexto, la enfermedad y los objetivos.
- El enfoque “Una salud” es parte integral del éxito de los planes de acción multisectoriales en materia de seguridad sanitaria, para abordar la resistencia a los antimicrobianos y para la reducción del riesgo de desastres.
- Los enfoques de “Una salud” deben incorporarse en el diseño del proyecto desde el principio.
- La comunicación es una prioridad clave para la comprensión y la implementación del enfoque “Una salud”.
- Para implementar enfoques de “Una salud” será necesario optimizar las opciones de financiamiento innovadoras.

Según el Banco Mundial (Voegele & Kemper, 2018), una estrecha coordinación de entidades considerando el enfoque de Una Salud y las relaciones complejas hombre-animal-medio ambiente, puede apoyar la preparación ante riesgos múltiples, abordar las amenazas existentes y anticipar los peligros futuros; al trabajar en todos los sectores para fortalecer los sistemas de salud pública, es posible reducir los riesgos y ayudar a maximizar el desarrollo saludable, sostenible y a largo plazo.

☞ Conclusiones y  
recomendaciones



---

La salud ambiental es un tema complejo. Desde este enfoque, entre mayor sea la diversidad de los proyectos promovidos para mejorar la salud ambiental, mayor será el potencial de los beneficios. Estas intervenciones deberían ejecutarse como proyectos considerando, por tanto, indicadores de línea base y evaluación de resultados. Los indicadores propuestos en este estudio pueden ser punto de partida, pero no son los únicos, dado que varían según el contexto y los objetivos.

Los proyectos o intervenciones deben pensarse desde la sostenibilidad que debe ser promovida y apropiada por los sectores y las comunidades para la reconfiguración de sus territorios, buscando el desarrollo sostenible y el bienestar. Una comprensión común de los problemas y las soluciones conjuntas para abordarlos, focalizándose en las brechas, es fundamental para lograr articulación de acciones, sinergias, facilitar la cooperación y alcanzar efectividad en los proyectos.

Los enfoques de una salud deben adoptarse desde el diseño de las intervenciones, para ayudar a optimizar los recursos, articular los actores y

garantizar un mayor éxito en los proyectos. El trabajo articulado de las instituciones en salud, agricultura, medio ambiente y reducción de riesgos de desastres puede mejorar la planificación, la implementación de intervenciones y la gestión del sistema de salud pública.

El MFM es una metodología o herramienta que ayuda a comprender las relaciones complejas entre el ambiente y la salud. Permite adoptar enfoques de sostenibilidad y de una salud, pues facilita el análisis integral y una mejor problematización, para identificar los determinantes sociales y ambientales, así como las posibilidades de acción, lo cual supera la noción clásica exposición-enfermedad que ha predominado en los estudios de salud ambiental (Hernández y Osorio, 2016). El modelo incorpora vínculos entre diversos indicadores del medio ambiente o de la salud, lo cual proporciona un marco para analizar las interrelaciones y, por tanto, ayuda a una mejor comprensión de los factores que inciden en la dimensión salud ambiental y en sus componentes de calidad de agua y saneamiento básico, calidad de aire y seguridad química, como se presentó en este libro.

El MFM identifica factores de intervención a lo largo de la cadena causal en salud ambiental. Globalmente, se ha promovido para diseñar y focalizar intervenciones, así como para monitorear su desempeño. Incorpora las fuerzas motrices de alto nivel y las presiones que conducen al estado del medio ambiente y exposiciones y, por tanto, es útil en el diseño de intervenciones de mayor nivel, que tienen un alto impacto en los resultados en salud.

Este análisis integral brinda un panorama de la necesidad de considerar múltiples factores, para el análisis detallado de problemas e intervenciones en salud, considerando el contexto territorial, dadas las profundas brechas urbano / rural. El MFM revela múltiples interacciones, cuyo abordaje requiere enfoques de pensamiento complejo para identificar aspectos específicos, tanto en las ciudades como en los entornos rurales en la dimensión de salud ambiental. Lamentablemente, estos planteamientos no pueden ser completamente integrales y pueden dejar de lado aspectos específicos o no captar interconexiones cruciales; sin embargo, se consideran métodos útiles de análisis y desarrollo de políticas, acciones e intervenciones.

A partir del estudio se revelan retos para la salud ambiental en la región central de Colombia, en los departamentos: Caldas, Huila, Quindío, Risaralda y Tolima, en los componentes de salud ambiental: calidad de agua y saneamiento básico, calidad de aire, residuos sólidos y seguridad química, considerando también los riesgos de desastre y cambio climático. El estudio ilustra los conflictos de uso del suelo por minería, sobreutilización o subutilización y producción agrícola, y uso de agroquímicos. Los resultados presentados en mapas brindan información para la planificación territorial y sectorial, y la

gestión ambiental; al igual que ilustran los riesgos ambientales para la salud.

Las fuerzas motrices son factores que impulsan una cadena de procesos ambientales que desencadenan presión sobre el ambiente; abarcan, por tanto, los asuntos más generales del modelo de desarrollo, el cual propicia actividades y fuentes que generan contaminación o degradación. Entre las fuerzas motrices más importantes se encuentran el crecimiento poblacional y el entorno de desarrollo que define la distribución del ingreso y los patrones de consumo. Para este estudio se consideraron indicadores nacionales del DANE y el DNP que miden el crecimiento demográfico, la categorización de municipios, el ingreso tributario, la tipología municipal y entorno de desarrollo, y la urbanización y ruralidad.

Los departamentos de la región central evaluados presentan bajas tasas de crecimiento demográfico y, en algunos, casos contracción. Las estadísticas revelan crecimientos demográficos en Caldas (2,8%) y Huila (0,8%) y contracciones poblacionales en Quindío (-1,7%), Risaralda (-2,3%) y Tolima (-6,4%), con una reducción porcentual en el número de hombres. Entre censos 2005-2018, es evidente el cambio en la forma de la pirámide poblacional, con reducción en la base y ensanchamiento en la cúspide. Los departamentos tienen los mayores índices de envejecimiento del país: Quindío (72,4), Caldas (67,1), Risaralda (60,7), Tolima (53,2), Huila (33,8); la media nacional es de 40,4. Este aumento de adultos mayores implica retos adicionales en atención primaria y aseguramiento en salud.

En la región, el ingreso tributario *per cápita* se concentra en las ciudades capitales y en su área metropolitana. La mayoría de los municipios tiene una población menor o igual a 10.000 habitantes e ingresos corrientes de

libre destinación inferiores a 15.000 salarios mínimos legales vigentes. Esta información parte de la categorización de municipios donde 5 capitales están en la categoría 1, 1 municipio en la categoría 2, 1 municipio en la categoría 3, 3 municipios en la categoría 4, 4 municipios en la categoría 5 y 123 municipios en la categoría 6.

La mayoría de los municipios de la región tiene una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo. La tipología municipal parte de un indicador compuesto del DNP (2015) que evaluó 6 dimensiones: urbana, económica, calidad de vida, ambiental, seguridad e institucional. A y B representan los municipios con un entorno de desarrollo favorable o robusto; C, D y E los municipios con una favorabilidad intermedia en su entorno de desarrollo; mientras que F y G, los municipios con un entorno de desarrollo incipiente. Para la región, ninguna de las ciudades está en A; las cinco capitales y tres municipios están en B; 23 municipios están en C; 47, en D; 41, en E; 15, en F; y, 3 en G.

La categorización en términos de urbanización y ruralidad facilita el análisis de los indicadores en salud ambiental. Para la región, 12 son ciudades y aglomeraciones; 51 son municipios intermedios; 47 son municipios rurales y 27 están en la categoría de rural disperso. Entre las relaciones identificadas, se encontró un mayor nivel de correlación con la categoría de urbanización y ruralidad que reveló, además, diferencias estadísticamente significativas con varios indicadores de presión, estado, exposición, efecto y acción.

Los indicadores de fuerza motriz expresan la heterogeneidad de los municipios en el entorno de desarrollo y confirman las profundas diferencias por la urbanización y ruralidad que marcan las presiones relacionadas con la ocupación del territorio, el crecimiento urbano y su calidad de

vida, la producción agropecuaria e industrial e inciden, a su vez, en los indicadores de presión. En estos últimos se analizaron indicadores de calidad de vida en términos de índice de pobreza multidimensional y Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI), coberturas de servicios públicos, coberturas de educación, riesgo de desastres y cambio climático, clima, deforestación, conflictos de uso del suelo.

La evidencia científica confirma que la pobreza y la mala salud están relacionadas. En el índice de Pobreza Multidimensional según la información del DNP (2016), los mayores valores promedio se presentan en Tolima (0,6835) y Huila (0,6833), seguidos por Caldas (0,6055), Risaralda (0,5946) y, finalmente, Quindío (0,6055), con un promedio para la región de 0,6453. La información más reciente del DANE (2020) de la Pobreza Multidimensional municipal confirma mayores índices en Huila (41,20) y Tolima (38,53), seguidos por Risaralda (35,3), Caldas (32,56) y Quindío (23,85), con un promedio para la región de 36,46. Estos indicadores también evidencian la brecha urbana/rural y una mayor concentración de pobreza en zonas rurales.

Las NBI generan pobreza y mala salud. Los departamentos del Eje Cafetero se posicionan con la menor proporción de personas con NBI: Caldas (8,91%), Risaralda (8,14%) y Quindío (6,73%); mientras Huila (12,68%) y Tolima (12,06%) están por debajo de la media nacional estimada en 14,14%. Por ello se tienen retos en los componentes de vivienda, servicios, hacinamiento, inasistencia y dependencia económica, mayores en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones, pero también en los municipios en las categorías intermedio, rural y rural disperso.

El acceso al agua potable es el primer paso para la gestión en salud ambiental, no sólo promueve la salud y previene enfermedades, sino que también reduce la pobreza y mejora la calidad de vida. En cobertura de servicios públicos de agua potable, comparando la información entre censos 2005 y 2018, se evidencian avances en Huila (4,33%) y Tolima (3,38%); crecimientos bajos de cobertura en Risaralda (0,74%), Quindío (0,46%) y Caldas (0,05%). Por tanto, son prioritarias las inversiones y la ejecución de proyectos para mejorar el acceso al agua potable y, en especial, para reducir la brecha urbana/rural estimada en 48,34% en Tolima, 36,86% en Caldas, 35,08% en Huila, 27,23% en Risaralda y 14,44% en Quindío.

La calidad del agua es fundamental para el desarrollo, el bienestar, la promoción de la salud y la prevención de enfermedades. Desde este punto de vista, los indicadores de estado como el IRCA para el período 2010-2016 revelan riesgos altos en Caldas (55,65) y Huila (40,57), medios en Tolima (26,10) y Risaralda (16,87), y bajos (2,46) en Quindío. Un análisis de la información revela que los problemas se concentran en los acueductos rurales y en los procesos de desinfección que en algunos casos son intermitentes.

La mejora del saneamiento tiene efectos positivos y significativos en la salud, no sólo en los hogares, sino también en las comunidades. El análisis de la información de cobertura de alcantarillado, entre censos 2005-2018, evidencia leves mejoras en Tolima (3,61%) y Huila (1,58%), pero decrecimientos en cobertura en Quindío (-1,55%), Risaralda (-1,92%) y Caldas (-3,06%). La brecha urbana/rural es marcada, alcanzando 83,13% en Tolima, 74,62% en Huila, 64,29% en Caldas, 61,13% en Quindío y 55,13% en Risaralda. En consecuencia, las inversiones en

saneamiento básico son prioritarias en la región y en el contexto de salud ambiental aportan a la línea de prevención considerando la ruta de transmisión oral-fecal.

El tratamiento de las aguas residuales es fundamental para la salud humana y de los ecosistemas. Las inversiones en saneamiento deben considerar las PTAR municipales que son necesarias en la zona de estudio por los niveles de contaminación de las fuentes superficiales. Es así como los indicadores de calidad de agua superficial medidos desde el IACAL evidencian valores muy altos, en año medio, en las subzonas hidrográficas de los ríos Fortalecillas y otros, Coello, Totare, La Vieja, Otún y otros directos al Cauca y el río Chinchiná; mientras que en año seco se incluyen, además los ríos directos al Magdalena (md), Luisa y otros directos al Magdalena, Sumapaz, Risaralda, Tapias y otros directos al Cauca.

La cobertura de aseo y la gestión de residuos sólidos, especiales y peligrosos generan un ambiente propicio para la salud. La gestión de residuos sólidos y peligrosos es clave para mejorar la gestión en salud ambiental, no sólo por las relaciones identificadas en los componentes, sino también porque la mala gestión desencadena problemas de contaminación del agua, el suelo, el aire y riesgos al botar, enterrar o quemar los residuos sin ningún control. Para la región de estudio, los departamentos del Eje Cafetero tienen mayores coberturas de aseo, en su orden, Quindío (93,56%), Risaralda (89,48%), Caldas (81,91%); mientras que Tolima (74,20%) y Huila (68,30%) se ubican por debajo de la media nacional estimada en 81,55%. La brecha urbana/rural continúa siendo importante con mayores valores en Tolima (84,69%), seguida por Huila (78,82%), Caldas (65,49%) y Risaralda (48,85%), y Quindío (45,28%). Por otra parte,

la generación *per cápita* de residuos sólidos presentó relaciones directas con eventos en salud ambiental en la zona de estudio.

El acceso al agua potable y saneamiento influye en la carga de enfermedades intestinales y cáncer de estómago. Se encontraron correlaciones inversas entre la proporción de mortalidad por enfermedades intestinales con las coberturas de acueducto y aseo en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones, y con las coberturas de aseo en rural disperso, para el periodo 2010-2016. Con cáncer de estómago se identificaron correlaciones inversas entre las proporciones de morbilidad y mortalidad con la cobertura de alcantarillado rural, la cobertura de aseo y de gas en municipios con categoría rural disperso; además de correlaciones directas con la generación de residuos sólidos en municipios intermedios.

El acceso a agua potable y saneamiento incide en la carga de ETV. Para el periodo 2010-2016, en zonas rurales de ciudades y aglomeraciones se encontraron correlaciones inversas de la mortalidad por Chagas con las coberturas de acueducto, alcantarillado y aseo, y entre la cobertura de aseo y la mortalidad por dengue. Se identificaron relaciones inversas entre la carga por leishmaniasis, y las coberturas de acueducto y alcantarillado.

La cobertura de gas produce impactos positivos en el medio ambiente, la calidad de vida y la salud de la población. En la región se ha avanzado en la cobertura de gas natural en la zona urbana con mayores valores a la media nacional estimada en 82,07%, en Tolima (90,65%), Huila (90,20%), Quindío (88,13%), Risaralda (87,92%), pero menores en Caldas (78,19%). La brecha urbana/rural es marcada, con un promedio de 64% para la región. Para el periodo 2010-2016 se identificaron relaciones inversas entre la cobertura de gas natural y la mortalidad

por EPOC en municipios rurales y rural disperso; en estos últimos se identificaron relaciones inversas entre la cobertura de gas natural con la carga por enfermedades intestinales y cáncer de pulmón. La recolección de información primaria evidencia preocupación de los entrevistados por el uso de estufas tradicionales de leña y destaca algunas acciones de implementación de fogones o estufas ecoeficientes en contextos rurales.

La falta de cobertura de energía eléctrica se relaciona con mala salud ambiental. Para el periodo 2010-2016, en las zonas rurales de ciudades y aglomeraciones se identificaron relaciones inversas entre la cobertura de energía y la carga por enfermedades intestinales, asma, Chagas, dengue, leishmaniasis.

Los desastres naturales se constituyen como un riesgo potencial para la salud. Su complejidad e impacto sobre la salud pública y la aparición de las emergencias complejas supone una serie de conexiones y retos que deben ser analizados de manera conjunta, desde el enfoque de Una Salud. Desde la Política de Gestión del Riesgo de Colombia se plantean además los procesos que deben considerarse: conocimiento del riesgo, reducción del riesgo y manejo de desastres. Para la región central evaluada, el 83% de la superficie territorial se encuentra amenazada por fenómenos hidrometeorológicos; está amenazada por sismos y erupciones volcánicas; se reportan eventos de origen socio-natural como movimientos en masa, avenidas torrenciales, inundaciones y sequías; y eventos de origen antrópico como incendios forestales. El índice municipal de riesgo de desastres ajustado por capacidades tiene un promedio de 51,44 para la región, con promedios departamentales de 52,59 en Tolima, 51,9 en Caldas, 51,69 en Huila, 50,98 en Risaralda y 45,68 en Quindío.

Los eventos en salud ambiental tienen relación con las variables y factores climáticos. La exacerbación de la variabilidad climática producida por el cambio climático influye en su dinámica de los eventos y en la vulnerabilidad de las poblaciones. Para la región, los indicadores de cambio climático en términos de amenaza (53,68), vulnerabilidad (14,78), sensibilidad (37,21), capacidad de adaptación (76,06) y riesgo (19,23) revelan la heterogeneidad del territorio. La mayoría de los municipios tienen una sensibilidad y vulnerabilidad media al cambio climático; en consecuencia, el riesgo también es medio. Se destacan las relaciones directas entre los eventos en salud ambiental y los indicadores de sensibilidad y riesgo por cambio climático.

Los factores y variables climáticas influyen en la carga de enfermedades respiratorias crónicas. Se identificaron relaciones medias e inversas de las proporciones de mortalidad de EPOC y morbilidad de EPOC y asma con la altitud en rural disperso. Se encontraron relaciones directas de la proporción de morbilidad de EPOC y asma con la precipitación en rural y rural disperso, respectivamente. Relaciones inversas entre la proporción de mortalidad por asma y la precipitación en ciudades y municipios intermedios sugieren que los extremos de precipitación también pueden ser importantes en la dinámica.

La variabilidad climática incide en la carga de ETV. Para el periodo 2010-2016, se identificaron relaciones inversas con la altitud y directas con la temperatura para dengue y Chagas; inversas con la precipitación para Chagas y dengue, pero directas con leishmaniasis y malaria. El clima influye en la carga de enfermedades intestinales. Para el periodo 2010-2016 se identificaron relaciones inversas con la altitud, directas con la temperatura, directas con la precipitación. Los

factores climáticos influyen en la morbilidad por melanoma maligno. Se identificaron correlaciones directas entre la proporción de morbilidad y la altitud, consistentes con la teoría de que a mayor altitud se tiene mayor radiación ultravioleta.

La selva tropical y los bosques contribuyen a un medio ambiente más saludable, pues absorben la contaminación atmosférica, retienen metales pesados y otros contaminantes del suelo, y ayudan a mantener el ciclo hidrológico. La deforestación no sólo tiene efectos negativos en el medio ambiente, sino que también genera condiciones para la dispersión de plagas y enfermedades. El análisis efectuado evidencia relaciones directas entre la carga de enfermedad por ETV (Chagas, dengue, malaria y leishmaniasis) y las áreas deforestadas en municipios de la región central de Colombia.

La contaminación atmosférica es un riesgo para la salud. La evidencia científica revela las conexiones entre la contaminación del aire, las enfermedades respiratorias crónicas y el cáncer de pulmón. Para Colombia, el INS (2018) estima que el PM<sub>2.5</sub>, el Ozono y la contaminación intradomiciliaria dan cuenta del 25,2% de la carga por EPOC en Colombia en 2016. La información de estos contaminantes es limitada en la región de estudio; se encontraron reportes de PM<sub>2,5</sub> para Manizales, Neiva y Pereira, los cuales igualan o exceden los límites de 10 g/m<sup>3</sup> sugeridos por la OMS (2005). Por otra parte, en los municipios donde se monitorea la concentración de PM<sub>10</sub> si bien cumplen con el estándar nacional, exceden en la mayoría de los casos, el límite de 20 g/m<sup>3</sup> recomendado por la OMS (2005). El análisis de los eventos por EPOC, asma y cáncer de pulmón evidenció correlaciones directas y significativas con la

concentración de material particulado PM10, para el período de estudio 2010-2016.

Los eventos en salud ambiental son un problema de salud pública en los territorios. Para el periodo 2010-2016, las mayores proporciones de mortalidad y morbilidad por 100.000 habitantes se presentaron en enfermedades respiratorias crónicas para el período 2010-2016; para EPOC los promedios para la región fueron 29,27 en mortalidad y 195,35 en morbilidad, mientras que para asma, 0,14 y 64,08, respectivamente. Las enfermedades intestinales presentaron una carga de enfermedad importante, con una proporción de mortalidad promedio por 100.000 habitantes de 1,35 y una proporción de morbilidad de 153,4. En relación con los cánceres evaluados, la mayor proporción promedio por mortalidad por 100.000 habitantes se presentó con cáncer de estómago (7,48), seguido de cáncer de pulmón (6,42) y melanoma maligno (1,21); mientras que en morbilidad la mayor proporción por 100.000 habitantes se presentó con melanoma maligno (13,81), seguido por cáncer de pulmón (6,42) y cáncer de estómago (6,40). En ETV, la mayor proporción de mortalidad por 100.000 habitantes se presentó por Leptospirosis (0,408), seguido por dengue (0,22), chicungunya (0,1916), Chagas (0,058), leishmaniasis (0,010), malaria (0,0096); mientras que la proporción de morbilidad fue por dengue (27,63), seguido por leishmaniasis (6,65), malaria (3,94) y Chagas (0,052).

La mortalidad de los eventos en salud ambiental fue mayor en los hombres. Para el periodo 2010-2016, la relación de la proporción de la mortalidad hombre/mujer fue mayor en Chagas (2,36), seguida por cáncer de estómago (2,25), dengue (1,71), EPOC (1,67), melanoma maligno (1,66), malaria (1,64), cáncer de pulmón (1,51), leishmaniasis (1,22). La relación

fue cercana a 1.0 con asma (1,08) y enfermedades intestinales (1,01).

La incidencia de los eventos en salud ambiental fue mayor en los hombres. Para el periodo 2010-2016, la relación de la proporción de morbilidad hombre/mujer fue mayor en cáncer de estómago (2,30), seguida por malaria (2,15), leishmaniasis (1,99), cáncer de Pulmón (1,83), Chagas (1,62), EPOC (1,35). Las relaciones fueron cercanas a 1,0 para dengue (1,09), melanoma maligno (1,07); mientras que fueron menores a 1,0 para enfermedades intestinales (0,82) y asma (0,71), donde la proporción de morbilidad fue mayor en mujeres.

La mortalidad de los eventos en salud ambiental se concentró en adultos mayores de 60 años para el periodo 2010-2016, en EPOC (98,4%), melanoma maligno (93%), cáncer de pulmón (92%), cáncer de estómago (88%), enfermedades intestinales (86%), Chagas (77%), asma (75%), leishmaniasis (75%) y dengue (68%).

La incidencia de los eventos en salud ambiental se concentró en adultos mayores. Para el periodo 2010-2016 la mayor morbilidad se concentró en mayores de 60 años para EPOC (93,1%), cáncer de pulmón (91%), cáncer de estómago (86%), melanoma maligno (81%) y Chagas (51%).

La incidencia de eventos en salud ambiental en menores de 20 años para el periodo 2010-2016 fue representativa en enfermedades como asma (33%), enfermedades intestinales (28%), leishmaniasis (28%), dengue (22%) y malaria (23%).

Las acciones o intervenciones en salud ambiental, según el MFM se deben dar en cada nivel de la cadena causal (Minsalud y OPS, 2014). El enfoque del modelo en la gestión de riesgos integra estrategias que buscan reducir o

eliminar las actividades o fuentes contaminantes y la exposición. En este sentido, en el factor fuerzas motrices se orientan a políticas públicas; en el factor presión buscan reducir la carga de los ecosistemas o las fuentes de contaminación; en el factor Estado se orientan a sistemas de vigilancia y control; en la exposición se plantean sistemas de alerta ambiental y sanitaria, la educación en salud y la atención de los servicios de salud.

La gobernanza es clave para garantizar la sostenibilidad en el largo plazo; por tanto, se requiere la intervención de actores y ciudadanos a todo nivel para avanzar en la cooperación y resolver los conflictos y diferencias. Las interacciones entre estructuras, procesos y tradiciones facilitan la toma de decisiones, pero implican responsabilidades. Comprender la percepción ciudadana es el primer paso para avanzar en la gobernanza.

En este estudio se analizaron los indicadores de percepción ciudadana disponibles en Terridata para las ciudades capitales. Sobre la percepción de servicios de salud, el 35% de los encuestados manifiestan insatisfacción. La percepción ciudadana de la transparencia de la administración municipal tampoco fue positiva en ciudades como Ibagué y Pereira, pero sí reflejó mejores indicadores en Manizales. Según la ONU, la gobernanza se considera buena y democrática en la medida en que las instituciones y procesos sean transparentes.

La ley sobre la transparencia y el derecho a la información pública nacional (Ley 1712 de 2014) ha llevado a un cambio estructural en el acceso a la información geográfica, social y ambiental a nivel nacional; lo cual facilita el progreso en las investigaciones sobre la comprensión y gestión del territorio, conocer sus potenciales y limitaciones (Ocampo López et al., 2017), tal como se presenta en este estudio

de *Aplicación del MFM en la Dimensión de Salud Ambiental en 5 departamentos de la Región Central de Colombia*. Esta mirada territorial permite promover sinergias y articulación de acciones entre subregiones y regiones para la optimización de recursos. Por tanto, este tipo de investigaciones son cada día más pertinentes para la toma de decisiones informadas. Es necesario promover su actualización, en la medida en que se logre un mayor nivel de detalle y se mejore la escala o resolución de análisis.

Las inversiones en salud pública, aire limpio, agua limpia y clima son prioritarias para recuperar la salud, especialmente después de la pandemia del COVID-19, como lo afirman los médicos y el personal de la salud en el mundo (El Tiempo, 2020). Los resultados indican que es necesario mejorar la inversión ambiental en los municipios, pues la inversión *per cápita* se encuentra en la mayoría de los municipios por debajo del promedio nacional. En gestión del riesgo, se evidencia necesidad de una mayor inversión en conocimiento y reducción del riesgo.

La decisión de orientar determinada proporción de ingresos disponibles es discrecional de cada gobierno local y se adopta de acuerdo con las prioridades explícitas en los planes de desarrollo municipales (Vélez Ramírez, 2001). En este sentido es necesario priorizar las inversiones en salud ambiental en los planes de desarrollo a escala departamental y municipal, y en los instrumentos de planificación de las CAR.

El MFM permite el análisis integrado en salud ambiental. La aplicación de este tipo de modelos ayuda en el análisis, teniendo en cuenta su complejidad. Con este modelo se logra inicialmente describir las problemáticas e identificar patrones; luego, avanzar en las conexiones y relaciones; y, finalmente, promover proyectos para las intervenciones integrales. La



investigación específica es necesaria para una mejor comprensión de las interrelaciones.

Por último, para un avance en soluciones integrales, no fragmentadas de los temas de interés en salud ambiental, se requiere promover un debate académico y social, considerando lo deseable con lo posible, dadas las múltiples necesidades por resolver, la diversidad étnica y cultural, la capacidad y la coordinación interinstitucional, la higiene y seguridad correctivas, y la gestión del conocimiento; tal como lo proponen García et al. (2013). En este sentido, la investigación científica y el desarrollo tecnológico son fundamentales para encontrar soluciones apropiadas a la realidad de los territorios.

## ☞ Referencias bibliográficas

- 
- Acosta Cardona, L. A. (2015). Evaluación de factores ambientales y climáticos como elementos de riesgo asociados con la transmisión del dengue y la leishmaniasis a diferentes escalas temporales y espaciales en Colombia [Universidad Nacional de Colombia]. <http://bdigital.unal.edu.co/51401/1/32295880.2016.pdf>
- Acosta Ramírez, N, Enriquez Peñaloza, R, Rodríguez García, J. (2008). Carga de la Enfermedad Colombia 2005: Resultados alcanzados. Doc Técnico ASS/1502-08. 2008;3-94. Disponible en: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/UNIV/PresentacionCarga\\_Informe2005.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/INEC/UNIV/PresentacionCarga_Informe2005.pdf)
- Acosta, C., Benavides, J., Sierra, C. (2015). Análisis cualitativo del deterioro de la calidad del agua y la infección por *Helicobacter pylori* en una comunidad de alto riesgo de cáncer de estómago (Cauca, Colombia). *Salud Colectiva*, 11(4), 575-590. En: <https://www.scielosp.org/article/scol/2015.v11n4/575-590/es/>
- Agencia Nacional Minera (2017). Catastro Minero Colombiano. ANM.
- Agredo-Cardona, G., Trinidad S. (2014). Afectación hidrológica en las cuencas urbanas andinas-caso Manizales-Caldas- Colombia. *Energética* 43 junio (2014), pp. 45-57

- Agronet (2020). Red de Información y Comunicación del Sector Agropecuario Colombiano. Estadísticas. Disponibles en: <https://www.agronet.gov.co/Paginas/inicio.aspx>
- Alcaldía Mayor de Bogotá D.C (2011). Política Distrital de Salud Ambiental para Bogotá D.C. 2011- 2023. Bogotá D.C.
- Alvarado, BE, Vásquez, LR. (2006). Social determinants, feeding practices and nutritional consequences of intestinal parasitism in young children. *Biomedica*. 2006. Mar;26(1):82–94.
- Alvis-Guzman, N, De la Hoz-Restrepo, F, Montes-Farah, J, Paternina-Caicedo, A. (2013). Effect of biomass smoke on chronic obstructive pulmonary disease in rural localities of Colombia. *Rev Salud Publica (Bogota)*. 15(4):589–600.
- Amato, F; Maimone, B.A.; Martellozzo, F; Nolè, G.; Murgante, B. The Effects of Urban Policies on the Development of Urban Areas. *Sustainability* 2016, 8, 1–22
- Ángel Maya, A. (2001). El retorno de Icaro. Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente.
- Angulo, R., & Gómez, N. (2014). Inclusión social e inclusión productiva de los beneficiarios del programa “Más familias en acción”. Estudio de caso de Colombia. Bogotá: Seminario Regional CEPAL.
- Arah, OA. (2009) On the relationship between individual and population health. *Med Health Care Philos*. 2009;12:235- 44. <http://dx.doi.org/10.1007/s11019-008-9173-8>
- Ascione, M.; Campanella, L.; Cherubini, F; Ulgiati, S. (2009). Environmental driving forces of urban growth and development. *Landsc. Urban Plan*. 93, 238–249.
- Assmuth , and Jari L. (2015). Co-Constructing Inclusive Knowledge within Converging Fields: Environmental Governance and Health Care. *Environmental Science & Policy*. doi:10.1016/j.envsci.2014.12.022

- Assmuth T, Hilden, M, Benighaus C. (2010). Integrated risk assessment and risk governance as socio-political phenomena: a synthetic view of the challenges. *Sci. Total Environ.* 408, 3943-3953
- Atapoor, S., Dehkordi, F., Rahimi, D., (2014). Detection of *Helicobacter pylori* in various types of vegetables and salads. *Jundishapur J Microbiol*, 7(5). Doi: 10.5812/jjm.10013. En: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4138632/>
- Auch, R.F.; Napton, D.E.; Kambly, S.; Moreland, T.R.; Sayler, K.L (2012). The driving forces of land change in the Northern Piedmont of the United States. *Geogr. Rev.* 2012, 102, 53–75.
- Bell, Cifuentes, Davis, Cushing, Gusman, Gouveia. (2011) Environmental health indicators and a case study of air pollution in Latin America cities. *Environmental Research* 111 (2011) 57-66.
- Bhatt, S, et al. (2013). The global distribution and burden of dengue. *Nature*; 496., 504-507.
- Blanco, C. (2014). Melanoma nodular en borde de pie. *Rev Ciencias Médicas.* 18 (2). Pinar del Río mar.-abr.
- Blanco-Becerra LC, Pinzón-Flórez CE, Idrovo AJ (2015). Estudios ecológicos en salud ambiental: más allá de la epidemiología. *Biomédica* 2015;35(Supl.2):191-206
- Bobadilla, M., Carbajal, E., Ileana, M., Lara Valencia, F., Álvarez Borrego, S., Ávila Foucat, S., & Fermán Almada, J. L. (2013). Esquema de evaluación para instrumentos de política ambiental. *Política y Cultura*, 40, 99–122.
- Bohnenstengel, SI, Evans, S, Clark, PA, Belcher, SE. (2011). Simulations of the London urban heat island. *Q J R Meteorol Soc.* 2011;137:1625–40.
- Boshell-Villamarín, J. F., Molina-Lizcano, A., & Herrera, D. (2001). Una primera visión sobre el impacto del cambio climático en la epidemiología de las infecciones respiratorias agudas en Colombia. *Meteorol. Colomb*, 4, 77-86.

- Bouma M, Poverda G, Rojas W, Chavasse D, Quiñones M, Cox J, et al. (1997). Predicting high-risk years for malaria in Colombia using parameters of El Niño Southern Oscillation. *Trop Med Int Heal.* 2(12). 1122–7.
- Brady, OJ, et al. (2012). Refining the global spatial limits of dengue virus transmission by evidence-based consensus. *PLoS Negl Trop Dis.*;6:e1760. doi:10.1371/journal.pntd.0001760.
- Briggs, D (1999). *Environmental Health Indicators: Framework and Methodologies*; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1999.
- Briggs, D. (2003) *Making a Difference: Indicators to Improve Children's Environmental Health*. World Health Organization, 52 p. Available online: <http://www.who.int/phe/children/en/cehindic.pdf>
- Briñez, K. J., Guarnizo, J. C., & Arias, S. A. (2012). Calidad del agua para consumo humano en el departamento del Tolima. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública*, 30(2), 175-182. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v30n2/v30n2a06.pdf>
- Camacho Botero, L. A. (2020). La paradoja de la disponibilidad de agua de mala calidad en el sector rural colombiano. *Revista de Ingeniería*, 49, 38-51. <https://doi.org/10.16924/revinge.49.6>
- Caravanos J, Russell D, Téllez-Rojo MM, Alejandra Cantoral A, Kobrosly R, Estrada D, Orjuela M, et al. (2014). Niveles de plomo en sangre en México y su implicación para la carga pediátrica de la enfermedad. *Annals of Global Health*. 80 (4): e1-11. doi:10.1016/j.aogh.2014.10.005.
- Cardenas R, Sandoval CM, Rodriguez-Morales AJ, Vivas P. (2008). Zoonoses and climate variability: The example of leishmaniasis in southern departments of Colombia. *Ann N Y Acad Sci*. 1149. 326–30.

- Cárdenas, J.E. (2017). La calidad del aire en Colombia: un problema de salud pública, un problema de todos. *Revista Biosalud* 2017; 16(2): 5-6 DOI: 10.17151/biosa.2017.16.2.1
- Cardona Arias, J., Marín Duque, D., & Salazar Enriquez, R. (2013). Estudio ecológico sobre parasitismo intestinal, anemia y estado nutricional en indígenas emberá-chamí. *Medicina & Laboratorio*, 19, 381-394. [http://www.edimeco.com/phocadownloadpap/2013/articulos-investigacion/ecologico\\_ember-cham.pdf](http://www.edimeco.com/phocadownloadpap/2013/articulos-investigacion/ecologico_ember-cham.pdf)
- Cardona, D. et al. (2020). Carga de la enfermedad por variables ambientales y costos de la atención en salud. Universidad Autónoma de Manizales.
- Carneiro, F.F.; Oliveira, M.L.; Netto, G.F.; Galvao, L.A.; Cancio, J.A.; Bonini, E.M.; Corvalan, C.F. (2006). Meeting report: development of environmental health indicators in Brazil and other countries in the americas. *Environ. Health Perspect.* 2006, 114, 1407-1408.
- Cassab, Alexander, Morales, Victor, Mattar, S. (2010). Factores climáticos y casos de Dengue en Montería. *Rev. salud pública.*, 13(1), 115-128.
- Castellanos-Garzón, J. A., Falla-Zúñiga, L. F., Salazar, L., & Pustovrh-Ramos, M. C. (2020). Anisákidos y anisakidosis: generalidades y su actualidad en Colombia. *Revisión bibliográfica. Iatreia*, 33(2), 143-154. <https://doi.org/10.17533/udea.iatreia.47>
- Castillo Bohórquez, M. L., Oliveros Rozo, A. lucia, Mora Bautista, A. I., Contador Alonso, J. A., Cortés Jaimes, L. A., & Mora Acero, J. C. (2012). Perfil de morbilidad por enfermedades infecciosas de las comunidades indígenas pertenecientes al Departamento de Casanare, Colombia. *Nova- Publicación Científica en Ciencias Biomédicas*, 10(18), 135-250
- Castrillón, J. C., Castaño, J. C., & Urcuqui, S. (2015). Dengue en Colombia: Diez años de evolución. *Revista Chilena de Infectología*, 32(2), 142-149. <https://doi.org/10.4067/S0716-10182015000300002>

- Centro para la Prevención de Enfermedades. CDC (2020). Cáncer de Piel. Disponible en: [https://www.cdc.gov/spanish/cancer/skin/basic\\_info/what-is-skin-cancer.htm](https://www.cdc.gov/spanish/cancer/skin/basic_info/what-is-skin-cancer.htm)
- CEPAL (2014). El gasto en protección ambiental en América Latina y el Caribe. Bases Conceptuales y experiencia regional. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Santiago de Chile, 55 p.
- Chaves, M del P, Fernández, JA, Ospina, I, López, MC, Moncada, L, Reyes, P. (2007). Giardiasis duodenalis prevalence and associated risk factors in preschool and school-age children of rural Colombia. *Biomedica*. 2007 Sep;27(3):345–51.
- Chen, B. & Kan, H. (2008). Air pollution and population health: a global challenge. *Environ Health Prev Med* (2008) 13:94–101. DOI 10.1007/s12199-007-0018-5
- Cifrián, E., et al. (2006). Indicadores ambientales y sistema de indicadores. Cuaderno 1. Cantabria: Consejería del Medio Ambiente/Punto Focal de Residuos de Cantabria.
- Clasen, T, Garcia Parra, G, Boisson, S, Collin, S. (2005). Household-based ceramic water filters for the prevention of diarrhea: a randomized, controlled trial of a pilot program in Colombia. *Am J Trop Med Hyg*. Oct;73(4):790–5.
- Comunidad de Madrid (2016). Guía de calidad del aire interior. En: [https://www.diba.cat/documents/467843/172263104/Guia\\_qualitat\\_aire.pdf/eeba42ef-8af3-40e4-b4b3-2f399ed91f31](https://www.diba.cat/documents/467843/172263104/Guia_qualitat_aire.pdf/eeba42ef-8af3-40e4-b4b3-2f399ed91f31)
- Congreso de Colombia (2000). Ley 617 de 2000. Octubre 6. “Por la cual se reforma parcialmente la Ley 136 de 1994, el Decreto Extraordinario 1222 de 1986, se adiciona la Ley Orgánica de Presupuesto, el Decreto 1421 de 1993, se dictan otras normas tendientes a fortalecer la descentralización, y se dictan normas para la racionalización del gasto público nacional”.
- Congreso de la República (2012). Ley 1523 de 2012. “Por la cual se adopta la política nacional de gestión del riesgo de desastres y se establece



el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y se dictan otras disposiciones”.

Congreso de la República (2014). Ley 1712 de 2014. “Por medio de la cual se crea la Ley de Transparencia y del Derecho de Acceso a la Información Pública Nacional y se dictan otras disposiciones”.

Consejo General de Colegios oficiales de farmacéuticos (2019). Cáncer de piel. Punto farmacológico 135.

Contaduría General de la Nación (2020). Categorización de Departamentos, distritos y municipios. Disponible en: <http://www.contaduria.gov.co/categorizacion-de-departamentos-distritos-y-municipios>

Cordovez JM, Rendon LM, Gonzalez C, Guhl F. (2014). Using the basic reproduction number to assess the effects of climate change in the risk of Chagas disease transmission in Colombia. *Acta Trop.* 129(1). 74–82. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.10.003>

Corey G (1995). Vigilancia ambiental. Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud. ECO/OPS/OMS Metepec, México.

Correal, M. E., Marthá, J. E., & Sarmiento, R. (2015). Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá. *Biomedica*, 35(3), 130-138. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2456>

Cortes González, S. L. (2018). Material particulado en el aire y su correlación con la función pulmonar en personas que realizan actividad física en la cicloruta en la localidad Kennedy en Bogotá: estudio descriptivo transversal. Obtenido de Repositorio Universidad Nacional: <http://bdigital.unal.edu.co/70218/1/Tesis%20Final%20-%20sergio%20cortes%20-%20repositorio%20UN.pdf>

Corvalán, C. F., Kjellström, T., & Smith, K. R. (1999). Health, environment and sustainable development: Identifying links and indicators to promote action. *Epidemiology*, 10(5), 656–660. <https://doi.org/10.1097/00001648-199909000-00036>

- Cuervo, A. Sánchez, M. (2018). Reúso de aguas lluvias: aporte conceptual para la gestión integral del recurso hídrico en Bogotá. Maestría en Administración Universidad de la Salle. En: [https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1496&context=maest\\_administracion](https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1496&context=maest_administracion)
- DANE (2005). Censo General 2005. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-general-2005-1>
- DANE (2018). Necesidades básicas insatisfechas (NBI). Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/necesidades-basicas-insatisfechas-nbi>
- DANE (2019). Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>
- Departamento Administrativo de la Función Pública (2013). Diagnóstico de la Capacidad Institucional de Municipios de Sexta Categoría. Bogotá. 47 p.
- Departamento Nacional de Planeación, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Salud y Protección Social. (2016). Guía para la conformación, funcionamiento y seguimiento de los Consejos Territoriales de Salud Ambiental - COTSA. Bogotá D.C.: DNP, MSPS, MADS; 2016.
- Dinero (2020). La Anla lanzó aplicativo para la vigilancia de la minería en Colombia. En: <https://www.dinero.com/empresas/confidencias-on-line/articulo/aplicativo-de-la-anla-para-facilitar-la-vigilancia-de-la-mineria-en-colombia/301655>
- DNP (2002). Acciones prioritarias y lineamientos para la Formulación del Plan Nacional de Manejo de Aguas Residuales. CONPES 3177. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.

- DNP (2008). 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. Documento CONPES 3550. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2008). Lineamientos y estrategias para fortalecer el servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos. CONPES 3530. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2010). Lineamientos para la Consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Conpes 3680. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2012). Metodología oficiales y arreglos institucionales para la medición de la pobreza en Colombia. Conpes Social 150. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2014). Misión para la transformación del campo. DNP. 47 p. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/DOCUMENTO%20MARCO-MISION.pdf>
- DNP (2014). Política para el suministro de agua potable y saneamiento básico en lo rural. CONPES 3810. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2015). Tipología Departamentales y Municipales: Una propuesta para comprender las entidades territoriales colombianas. DNP. Bogotá. 37 p.
- DNP (2016). Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos. Conpes 3874. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.

- DNP (2016). Tipología. Disponible en: <https://www2.dnp.gov.co/programas/desarrollo-territorial/Estudios-Territoriales/Estudios-y-Ejercicios/Paginas/Tipologias.aspx>
- DNP (2017). Panorámica Regional. Pobreza monetaria y multidimensional departamental: necesidad de políticas públicas diferenciadas. 3 Edición. 13 p. Disponible en: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Desarrollo%20Territorial/Portal%20Territorial/KitSeguimiento/Pobreza/Publicaci%C3%B3n%20Ipm%20deptal.pdf>
- DNP (2018). Política para el mejoramiento de la calidad del aire. CONPES 3943. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2018). Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia. CONPES 3918. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2018). Índice Municipal de Riesgo de Desastres ajustado por capacidades. DNP, Banco Mundial, GFDRR. 163 p.
- DNP (2018). Política de Crecimiento Verde. Conpes 3934. Consejo Nacional de Política Económica y Social. República de Colombia. Departamento Nacional de Planeación.
- DNP (2020). Objetivos de Desarrollo Sostenible. En: <https://www.ods.gov.co/es/objetivos>
- Dominici, F., Peng, R.D., Barr, C.D., Bell, M.L., (2010). Protecting human health from air pollution: shifting from a single-pollutant to a multi-pollutant approach. *Epidemiology* 21, 187–194.
- Duque-Muñoz LG, Herrera-Ortiz O. Identificación de la influencia del clima en la incidencia del dengue en departamentos del Centro-Occidente y la Orinoquía Colombiana Universidad Autónoma de Manizales; 2015. Available from: <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/handle/11182/945?mode=full ejim.2014.12.008>

- Egea, E., Garavito, G., Fang, L., Mendoza, D. L., Escamilla, J. M., De Los Ríos, E., Dennis, R., & Sánchez-Borges, M. (2016). Influence of serum levels of Vitamin D on IgE response in schoolchildren with asthma in poor communities. *Revista Alergia Mexico*, 63(3), 252-269. <https://doi.org/10.29262/ram.v63i3.183>
- El Tiempo (2020). Más de 40 millones de médicos exigen inversiones en salud y clima. En: <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/mas-de-40-millones-de-medicos-exigen-inversiones-en-salud-y-clima-499776>
- Escandón-Vargas, K, Osorio, L, Astudillo-Hernández, M. (2017). Seroprevalence and factors associated with *Leptospira* infection in an urban district of Cali, Colombia. *Cad Saude Publica*. 2017 Jun 2;33(5):e00039216.
- Etter, A.; McAlpine, C.; Wilson, K.; Phinn, S.; Possingham, H. (2006). Regional patterns of agricultural land use and deforestation in Colombia. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2006, 114, 369–386
- European Environment Agency. (1999). *Environmental indicators: Typology and overview*. Copenhagen: EEA.
- Ferro, C, Marin, D, Góngora, R, Carrasquilla, MC, Trujillo, JE, Rueda, NK. (2011). Phlebotominae vector ecology in the domestic transmission of American cutaneous leishmaniasis in Chaparral, Colombia. *J Med Entomol.* 2011; 85(5): 847-856. doi: 10.4269/ajtmh.2011.10-0560.
- Flórez, C., Guasmayan, L., Cortés, L., Caicedo, A., Beltrán, M., & Muñoz, L. (2016). Enfermedad de Chagas y su seroprevalencia en tres departamentos de la Amazonia colombiana. *Nova*, 14(26), 35. <https://doi.org/10.22490/24629448.1749>
- Foro de las Sociedades Respiratorias Internacionales (2017). *El impacto global de la Enfermedad Respiratoria – Segunda edición*. México, Asociación Latinoamericana de Tórax. En: [https://www.who.int/gard/publications/The\\_Global\\_Impact\\_of\\_Respiratory\\_Disease\\_ES.pdf](https://www.who.int/gard/publications/The_Global_Impact_of_Respiratory_Disease_ES.pdf)

- Franchini, M, Mannucci, PM (2015). Impact on human health of climate changes. *Eur J Intern Med*, (1):1–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j>.
- Fraser, Evan, Andrew Dougill, Warren Mabee, Mark Reedy y Patrick Mcalpine. (2006). Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management. *Journal of Environmental Management*, 78(2): 114-127. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2005.04.009>
- García R., F. F., Agudelo G., R. A., & Jiménez J., K. M. (2006). Distribución espacial y temporal de la concentración de material particulado en Santa Marta, Colombia. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, 24(2), 73-82. <https://www.redalyc.org/pdf/120/12024208.pdf>
- Gentry-Shields, J. & Bartram, J. (2014). Human health and the water environment: using the DPSEEA framework to identify the driving forces of disease. *Science of The Total Environment*. Volumes 468–469, 15 January 2014, Pages 306-314. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.08.052>
- Gil Rojas, Y. et al. (2019). Estimación de la prevalencia de EPOC en Colombia a partir del Registro Individual de Prestaciones de Servicios de Salud (RIPS). *Revista Colombiana de Neumología*, 31 (1), aug. 2019. ISSN 2538-9513. Disponible en: <https://revistas.asoneumocito.org/index.php/rcneumologia/article/view/325>. doi:<http://dx.doi.org/10.30789/rcneumologia.v31.n1.2019.325>.
- Giles-Corti B. (2006). People or places: what should be the target? *J Sci Med Sport*. 2006;9:357–66.
- Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (2017). Disponible en: <https://goldcopd.org/wp-content/uploads/2016/04/wms-spanish-Pocket-Guide-GOLD-2017.pdf>
- Gómez GT, Moreno-Casbas T, González E, Fuentesalza C. (2014). Relación entre la carga de enfermedad y la financiación en investigación

- a través del Fondo de Investigación Sanitaria en España, *Enfermería Clínica*, Volume 24, Issue 4, July-August 2014, Pages 219-232, ISSN 1130-8621, <http://dx.doi.org/10.1016/j.enfcli.2014.04.001>.
- González, C., Cabrera, O., Munstermann, L., Ferro, C. (2006). Distribución de los vectores de *Leishmania infantum* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en Colombia. *Biomédica* 26(Supl 1): 64-72. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-41572006000500009&lng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-41572006000500009&lng=en).
- Gonzalez-Garcia, M, Caballero, A, Jaramillo, C, Maldonado, D, Torres-Duque, CA. (2015). Prevalence, risk factors and underdiagnosis of asthma and wheezing in adults 40 years and older: A population-based study. *J Asthma*. 2015 Sep 14;52(8):823–30.
- Guzmán B, B. L., Nava T, G., & Bevilacqua, P. D. (2016). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* , 34(2), 175-183. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfnsp/v34n2/v34n2a06.pdf>
- Guzmán, B. L., Nava, G., & Díaz, P. (2015). Quality of water for human consumption and its association with morbimortality in Colombia. *Biomédica*, 35, 177-190. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2511>
- Haines A, McMichael AJ, Smith KR, et al. (2009). Public health benefits of strategies to reduce greenhouse-gas emissions: overview and implications for policy makers. *Lancet*. 2009;374:2104–14.
- Hambling, T., Weinstein, P., Salney, D. (2011). A review of Frameworks for Developing Environmental Health Indicators for Climate Change and Health. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2011, 8, 1-x manuscripts; doi:10.3390/ijerph80x000x
- Hernández Sampieri, R., & Fernández Collado, C. (1998). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.

- Hernández, L., Osorio, D. (2016). Aplicación de la metodología de fuerzas motrices a un caso de contaminación del aire por material particulado en Bogotá. En: Eslava, J. Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Hernández, L., Sarmiento, R., Osorio, D. (2016). Enfoques Conceptuales de la relación ambiente y salud. En: Eslava, J. Reflexiones acerca de la relación ambiente y salud. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Hernández-Flórez, L. (2013). Contaminación del aire y enfermedad respiratoria en menores de cinco años de Bogotá, 2007. *Rev. salud pública*, 15(4), 503-516.
- Hernández-Gallo, N., Hernández-Flórez, L. J., & Cortés-Vecino, J. A. (2019). Application of the driving forces methodology and the WHO model of social determinants of health taking cryptosporidiosis in Colombia as an example. *Revista de Salud Publica*, 21(6), 1–8. <https://doi.org/10.15446/rsap.v21n3.83539>
- Herrera, G, Teherán, A, Pradilla, I, Vera, M, Ramírez, JD (2018) Geospatialtemporal distribution of Tegumentary Leishmaniasis in Colombia (2007–2016). *PLoS Negl Trop Dis* 12(4): e0006419. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0006419>
- Horwitz & Finlayson (2011). Wetlands as settings for human health: incorporating ecosystem services and health impact assessment into water resource management. *Bioscience* 2011, 61:678-688.
- Hunter, D. (2009). Relationship between evidence and policy: a case of evidence based policy or policy-based evidence? *Public Health* 123, 583-586.
- Ibañez, R. (2012). Indicadores de sustentabilidad: utilidad y limitaciones. *Teoría y Praxis*. 102-126.
- IDEAM (2010). Estudio Nacional del Agua 2010. Bogotá. IDEAM, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. 421 p.



- IDEAM (2014). Clima. Disponible en: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/clima>
- IDEAM (2015). Estudio Nacional del Agua 2014. Bogotá. IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 493 p.
- IDEAM (2017). Informe Nacional de Residuos o Desechos peligrosos en Colombia 2016. Minambiente, IDEAM. Bogotá, 131 p.
- IDEAM (2018). Informe Nacional de Residuos o desechos em Colombia 2017. IDEAM, Bogotá.
- IDEAM (2018). Informe Nacional de Residuos o Desechos peligrosos en Colombia 2017. Minambiente, IDEAM. Bogotá, 82 p.
- IDEAM (2019). Bosques Territorios de Vida. Estrategia Integral de Control a la Deforestación y Gestión de los Bosques. IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 174 p.
- IDEAM (2019). Estudio Nacional del Agua 2018. Bogotá. IDEAM, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 452 p.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA (2016). Análisis de Vulnerabilidad y Riesgo por Cambio Climático en Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM & PNUD. Bogotá.
- IDEAM, PNUD, MADS, DNP, CANCELLERÍA (2016). Inventario nacional y departamental de Gases de Efecto Invernadero Colombia. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. IDEAM. PNUD, MADS, DNP, CANCELLERIA, FMAM. Bogotá D.C., 73 p.
- IGAC & CORPOICA (2002). Zonificación de los Conflictos de Uso de la Tierra en Colombia. IGAC & Corpoica. Bogotá.
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME, 2020). Global Burden of Disease. Disponible en: [www.healthdata.org/gbd/data-visualizations](http://www.healthdata.org/gbd/data-visualizations)

- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1974). Resolución 2189. Cancela los registros de los productos fungicidas de uso agrícola producidos a base de compuestos de Mercurio
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1977). Resolución 1042. Cancela los registros de venta de plaguicidas a base de Leptophos (PHOSVEL).
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1979). Resolución 749. Cancela los registros de venta de los productos herbicidas a base de 2, 4, 5-T y 2, 4, 5-TP.
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1982). Resolución 243. Prohíbe la producción, importación, y venta de los plaguicidas a base de Dibromocloropropano (DBCP), utilizados en el control de plagas del suelo.
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1985). Resolución 1158. Prohíbe la importación, producción y venta de los plaguicidas de uso agrícola que contengan el ingrediente activo Dibromuro de Etileno (EBD).
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (1985). Resolución 1849. Prohíbe la importación, producción y venta de los insecticidas de uso agrícola que contengan el ingrediente activo Endrin.
- Instituto Colombiano Agropecuario. ICA (2019). Estadísticas. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getdoc/1908eb2c-254f-44de-8e21-c322cc2a7e91/estadisticas.aspx>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC (2020). Datos Abiertos Cartografía y Geografía. Disponible en: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-cartografia-y-geografia>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi. IGAC (2020). Datos Abiertos Subdirección de Agrología. Disponible en: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-agrologia>

- Instituto Nacional de Cancerología (2018). Observatorio Nacional de Cáncer. Guía Metodológica. Ministerio de Salud y Protección Social.
- Instituto Nacional de Salud (2010). Evaluación de riesgos de *Listeria monocytogenes* en salchicha, jamón, mortaleda y salchichón en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2010). Evaluación de riesgos de *Staphylococcus aureus* enterotoxigénico en alimentos preparados no industriales en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2010). Identificación de riesgos biológicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2010). Identificación de riesgos químicos asociados al consumo de leche cruda bovina en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2011). Concepto científico presencia de melanina en preparados líquidos para lactantes. Ministerio de Salud y Protección Social. INS
- Instituto Nacional de Salud (2011). Perfil de riesgo salmonella spp. (no tifoideas) en pollo entero y en piezas. Ministerio de Salud y Protección Social. INS
- Instituto Nacional de Salud (2012). Concepto científico Poliacrilamida en Panela. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2012). Concepto científico Uso de Colistina en Sistemas de Producción Pecuarios y su posible impacto en la Salud Pública. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.
- Instituto Nacional de Salud (2012). Concepto científico Uso de Colistina en Sistemas de Producción Pecuarios y su posible impacto en la Salud Pública. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2013). Documentos de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Perfil de Riesgo de Arsénico en Arroz en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2013). Documentos de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Perfil de Riesgo de *Campylobacter* spp en pollos de engorde. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2013). Perfil de riesgo *Bacillus Cereus* en alimentos listos para consumo no industrializados. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Concepto científico sobre manipulación y consumo del pez león. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Documento de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Evaluación de riesgo de carcinoma hepatocelular en población colombiana por consumo de arepa de maíz contaminada con aflatoxina B1 (AFB1). Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Documentos de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Perfil de Riesgo de *Escherichia coli* enterotoxigénica y verotoxigénica en queso fresco. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Documentos de Evaluación de Riesgos en Inocuidad de Alimentos. Residuos de plaguicidas organoclorados en matrices de carne y leche de origen bovino. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Evaluación de riesgos de *Listeria monocytogenes* en queso fresco en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2015). Evaluación de riesgos en Inocuidad de Alimentos. Mercurio en preces de aguas continentales en Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2016). Concepto científico Acrilamida en Panela. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

Instituto Nacional de Salud (2017). Consumo de caracol gigante africano y su implicación en Salud. Ministerio de Salud y Protección Social. INS.

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

Instituto Nacional de Salud (2018). Informe Quincenal Epidemiológico Nacional (IQEN). En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Paginas/IQEN.aspx>

Instituto Nacional de Salud (2019). Informe Técnico entomológico de Leishmaniasis, Colombia 2019. INS. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informacin%20de%20laboratorio/Informe-t%C3%A9cnico-entomol%C3%B3gico-de-Leishmaniasis-Colombia-2019.pdf>

Instituto Nacional de Salud (2019). Leishmaniasis cutánea, mucosa y visceral. Informe de Evento. Colombia 2018. Instituto Nacional de Salud. En: [https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/LEISHMANIASIS\\_2018.pdf](https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/LEISHMANIASIS_2018.pdf)

Instituto Nacional de Salud (2020). Factores de riesgo ambiental. En: <https://www.ins.gov.co/Direcciones/Vigilancia/Paginas/Factores-de-Riesgo-Ambiental.aspx>

Instituto Nacional de Salud (2020). Accidente ofídico. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=16>

Instituto Nacional de Salud (2020). Chagas. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=58>

Instituto Nacional de Salud (2020). Dengue. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=4>

Instituto Nacional de Salud (2020). Enfermedad Diarreica Aguda. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=15>

Instituto Nacional de Salud (2020). Enfermedades transmitidas por Alimentos. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=14>

Instituto Nacional de Salud (2020). Fiebre Amarilla. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=12>

Instituto Nacional de Salud (2020). Hepatitis A. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=61>

Instituto Nacional de Salud (2020). Infección Respiratoria Aguda. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=10>

Instituto Nacional de Salud (2020). Intoxicaciones. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=6>

Instituto Nacional de Salud (2020). Leishmaniasis. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=57>

Instituto Nacional de Salud (2020). Leptospirosis. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=48>

Instituto Nacional de Salud (2020). Malaria. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=13>

Instituto Nacional de Salud (2020). Tracoma. En: <https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/SitePages/Evento.aspx?Event=65>

International Agency for Research on Cancer (2018). Melanoma of skin. <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/cancers/16-Melanoma-of-skin-fact-sheet.pdf>

Jaqueline Piza De la Hoz, J., & Pérez Vidal, A. (2019). Excreta and wastewater management in rural communities. Effects on public health.

- Jaramillo, A (2005). *Clima Andino y Café en Colombia*. CENICAFÉ. Chinchiná. 192 p.
- Jaramillo, L., Arboleda, M., García, V., & Agudelo-Flórez, P. (2014). Coinfección brucelosis-leptospirosis, Urabá, Colombia. Reporte de caso. *Infectio*, 18(2), 72-76. <https://doi.org/10.1016/j.infect.2014.02.002>
- Jordán, R. (2008). *Conflicto en minería: naturaleza, alcance e impacto sobre la sociedad, la economía y la industria (1980 - 2006)*. Informe Temático sobre Desarrollo Humano 2008.
- Kaiwei, L., Zhinjun, T., Xingpeng, L., Jiquan, Z., Siqin, T. (2020). Quantitative assessment and driving force analysis of vegetation drought risk to climate Change: Methodology and application in Northeast China. *Agricultural and Forest Meteorology*. Volumes 282–283, 15 March 2020, 107865
- Kann, S., Bruennert, D., Hansen, J., Mendoza, G. A. C., Gonzalez, J. J. C., Quintero, C. L. A., Hanke, M., Hagen, R. M., Backhaus, J., & Frickmann, H. (2020). High Prevalence of Intestinal Pathogens in Indigenous in Colombia. *Journal of Clinical Medicine*, 9(9), 2786. <https://doi.org/10.3390/jcm9092786>
- Khreis, H. et al. (2016). The health impacts of traffic-related exposures in urban areas: Understanding real effects, underlying driving forces and co-producing future directions. *Journal of Transport & Health*. Volume 3, Issue 3, September 2016, Pages 249-267. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2016.07.002>
- Knowlton, K, Hogrefe, C, Lynn, B, Rosenzweig, C, Rosenthal, J, Kinney, P. (2008). Impacts of Heat and Ozone on Mortality Risk in the New York City Metropolitan Region Under a Changing Climate. *Advances in Global Change Research*. 2008;30:143–60
- Kovats & Buttler, (2012). Global health and environmental change: Linking research and Policy. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 4:44-50.

- Kovats, RS, Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: a critical review. *Annu Rev Public Health*. 2008;29:41–55.
- Larsen (2004). Cost of Environmental Damage: A Socio-Economic and Environmental Health Risk Assessment. Prepared for MAVDT, Colombia.
- Lavell, A. (2007) Apuntes para una reflexión institucional en países de la Subregión Andina sobre el enfoque de la Gestión del Riesgo. Comisión Europea; Comunidad Andina. Secretaría General; CAPRADE; Apoyo a la Prevención de Desastres de la Comunidad Andina PREDECAN; Consultora Nacional Spazio Ingeniería y Medio Ambiente; 42 p. Lima; Perú.
- Lawrence (2008). Urban environmental health indicators: Appraisal and policy directives. *Reviews on Environmental Health*, vol. 23, no.4, pp.299-325.
- Lee, JH, Robbel, N, Dora, C (2013). Cross-Country Analysis of the Institutionalization of Health Impact Assessment. WHO, Social Determinants of Health Discussion Paper 8, Geneva.
- López Arias, Andrea; Suárez Medina, Oscar J.; Hoyos Martha C. (2012) Perfil Nacional de Sustancias Químicas en Colombia. 2ª Edición. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial - UNIDO, Bogotá.
- López-Carvajal L. (2017). Factores de Riesgo para Leishmaniasis Cutánea: Revisión Sistemática de Estudios de Casos y Controles. *Arch Med*. 13 (4) : 9.
- Lora-Suarez, F, Marin-Vasquez, C, Loango, N, Gallego, M, Torres, E, Gonzalez, MM, et al. (2002). Giardiasis in children living in post-earthquake camps from Armenia (Colombia). *BMC Public Health*. 2002 Mar 14;2:5.
- Luna-Conejo, B. (2020). Desarrollo Sostenible y complejidad como ejes de la educación ambiental. *EEcociene International Journal*, 2(3), 22-29. <https://doi.org/10.35766/je2023>



- Makri, A., & Stilianakis, N. I. (2008). Vulnerability to air pollution health effects. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 211, 326-336.
- Malagón Rojas, J., Garrot Wilches, C., & Castilla Bello, P. (2017). Cambio climático y salud humana: una revisión desde la perspectiva colombiana. *SaludUnimorte*, 33(2), 224-241. <https://www.redalyc.org/pdf/817/81753189015.pdf>
- Mantilla G, Oliveros H, Barnston AG (2009). The role of ENSO in understanding changes in Colombia's annual malaria burden by region, 1960-2006. *Malar J.* ;8(1):1–11.
- Mantilla, G. et al. (2017). Energía limpia del agua sucia: aprovechamiento de lodos residuales. Asociación Mexicana de Empresas de Agua y Saneamiento de México Instituto Mexicano de Tecnología del Agua
- Marín Marín, M. L. (2020). Zoonosis y Determinantes Sociales de la Salud: Scoping Review. Universidad de Antioquia.
- Martínez Ortega, R.; Tuya Pendás, L.; Martínez Ortega, M.; Pérez Abreu, A.; Cánovas, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de Spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8 (2), abril-junio, 2009.
- Meneses, B., Reis E., Pereira, S., Vale, M., Reis, R. (2017). Understanding Driving Forces and Implications Associated with the Land Use and Land Cover Changes in Portugal. *Sustainability* 2017, 9, 351; doi:10.3390/su9030351
- Ministerio de Agricultura (1974). Resolución 447 de 1974. Prohíbe el uso y venta de Insecticidas Clorados con destino al cultivo del tabaco: Aldrin, BHC, Clordano, DDD, DDT, Dieldrin, Endrin, Heptacloro, Heptacloro Epoxido, isobenzan, Melipax y Toxapheno
- Ministerio de Agricultura (1978). Resolución 209. Prohíbe el uso de Plaguicidas Organoclorados en el cultivo del café.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Decreto 1076. 26 Mayo 2015. "Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible"

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2015). Resolución 0631. 17 de Marzo de 2015. "Por la cual se establecen los parámetros y los valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones"

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Resolución 2254. 01 Noviembre 2017. "Por la cual se adopta la norma de calidad del aire ambiente y se dictan otras disposiciones"

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2017). Política Nacional de Cambio Climático. En: [https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica\\_Nacional\\_de\\_Cambio\\_Climatico\\_-\\_PNCC\\_/PNCC\\_Policas\\_Publicas\\_LIBRO\\_Final\\_Web\\_01.pdf](https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Politica_Nacional_de_Cambio_Climatico_-_PNCC_/PNCC_Policas_Publicas_LIBRO_Final_Web_01.pdf)

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Resolución 957. 31 de Mayo de 2018. "Por la cual se adopta la Guía técnica de criterios para el acotamiento de las rondas hídricas en Colombia y se dictan otras disposiciones"

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2018). Resolución 751. Mayo 9 de 2018. "Por la cual se adopta la Guía técnica para la formulación de planes de ordenamiento del recurso hídrico continental superficial (PORH) y se dictan otras disposiciones".

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Ecosistemas Estratégicos. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article?id=408:plantilla-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistematicos-10>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2020). Gases Efecto Invernadero. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/462-plantilla-cambio-climatico-18>

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (1997). Política de Gestión Integral de Residuos Sólidos. MAVDT. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2002). Decreto 1713. Agosto 6 de 2002. "Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos".

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2005). Decreto 4141. Diciembre 30 de 2005. "Por el cual se reglamenta parcialmente la prevención manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral".

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). Resolución 1362. Agosto 2 de 2007. "Por la cual se establece los requisitos y el procedimiento para el Registro de Generadores de Residuos o Desechos Peligrosos, a que hacen referencia los artículos 27 y 28 del Decreto 4741 del 30 de diciembre de 2005".

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2008). Resolución 811. Marzo 5 de 2008. "Por medio de la cual se definen los lineamientos a partir de los cuales la autoridad sanitaria y las personas prestadoras, concertadamente definirán en su área de influencia los lugares y puntos de muestreo para el control y la vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en la red de distribución".

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Política de Producción y Consumo Sostenible. MAVDT. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico. MAVDT. Bogotá.

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Decreto 3930 de 25 Octubre 2010. "Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título

VI- Parte III- Libro II del Decreto- Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones".

Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación del Aire. MAVDT. Bogotá.

Ministerio de la Protección Social (2007). Decreto 1575. Mayo 9 de 2007. "Por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano".

Ministerio de la Protección Social (2007). Decreto 3039. Agosto 10 de 2007. "Por el cual se adopta el Plan Nacional de Salud Pública 2007-2010".

Ministerio de la Protección Social (2009). Decreto 082. Enero 16 de 2009. "Por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano".

Ministerio de la Protección Social (2020). Sistema de información de la Protección Social SISPRO. (cubos.sispro.gov.co) SGD\_CUBOS\_RIPS CU - Prestación Servicios de Salud\_2009\_2016.

Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010). Resolución 4716. Noviembre 18 de 2010. "Por medio de la cual se reglamenta el parágrafo del artículo 15 del Decreto 1575 de 2007".

Ministerio de Protección Social y Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2007). Resolución 2115. Junio 22 de 2007. "Por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano".

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. Minsalud. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social (2013). Análisis de la situación de salud. Años de Vida Potencial Perdidos en los accidentes de transporte terrestre en Colombia 2005-2013. 2016;2(4).

Ministerio de Salud y Protección social (2015). Sent 2. Morbi-Mortalidad de las enfermedades respiratorias crónicas, Colombia 2005-2013. OPS. Ministerio de Salud protección social.

Ministerio de Salud y Protección Social (2018). Controla el asma, disfruta la vida. En: <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/controla-el-asma-disfruta-la-vida>.

Ministerio de Salud y Protección Social, & Organización Panamericana de la Salud. (2014). Modelo de Fuerzas Motrices en el marco de la Dimensión de Salud Ambiental del Plan Decenal de Salud Pública 2012-2021. Minsalud- OPS. Bogotá, Colombia.

Ministerio de Salud y Protección Social, Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Resolución 000549. Marzo 1 de 2017. "Por la cual se adopta la guía que incorpora los criterios y actividades mínimas de los estudios de riesgo, programas de reducción de riesgo y planes de contingencia de los sistemas de suministro de agua para consumo humano y se dictan otras disposiciones “.

Ministerio de Salud y Protección Social. (2013). Enfermedad de Chagas. Memorias. En: [https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Memorias\\_chagas.pdf](https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/TH/Memorias_chagas.pdf)

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2012). Título F. Sistema de Aseo Urbano. Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS. Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, Bogotá, 264 p.

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2017). Resolución 330. Junio 8 de 2017. "Por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico - RAS y se derogan las resoluciones 1096 de 2000, 0424 de 2001, 0668 de 2003, 1459 de 2005, 1447 de 2005 y 2320 de 2009".

- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2018). Decreto 2412. Diciembre 24 de 2018. "Por el cual se adiciona al Capítulo 7, al título 2, de la parte 3, del libro 2, del Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio, Decreto 1077 del 26 de mayo de 2015, que reglamenta parcialmente el artículo 88 de la Ley 1753 de 2015, en lo referente al incentivo al aprovechamiento de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones".
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2018). Resolución 0844. Noviembre 8 de 2018. "Por la cual se establecen los requisitos técnicos para los proyectos de agua y saneamiento básico de zonas rurales que se adelanten bajo los esquemas diferenciales definidos en el capítulo 1, del título 7, de la parte 3, del libro 2 del Decreto 1077 de 2015".
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio (2019). Resolución 0571. Agosto 14 de 2019. "Por la cual se reglamenta el plan de gestión para las personas prestadoras de los servicios de acueducto o alcantarillado que deseen acogerse a condiciones diferenciales en zonas rurales".
- Morin, E. (1990). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Editorial Gedisa. 6ª reimpresión. España.
- Morris, GP, Beck, SA, Hanlon, P, Robertson, R. (2006). Getting strategic about the environment and health. *Public Health*. 120(10):889-907. doi:10.1016/j.puhe.2006.05.022
- Nájera, S, Alvis, N, Babilonia, D, Alvarez, L, Máttar, S. (2010). [Occupational leptospirosis in a Colombian Caribbean area. *Salud Publica Mex*. 47(3):240–4.
- Observatorio de Salud y Medio Ambiente, OSMA. (2011). *Calidad del aire interior*. Obtenido de Observatorio de Salud y Medio Ambiente: [https://www.diba.cat/c/document\\_library/get\\_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824](https://www.diba.cat/c/document_library/get_file?uuid=c7389bc9-6b7b-4711-bdec-3ead4bc9a68b&groupId=7294824)
- Ocampo López, O. L., Castañeda Peláez, K., & Vélez Upegui, J. J. (2017). *Caracterización de los ecotopos cafeteros colombianos en el*

- Triángulo del Café. *Revista Perspectiva Geográfica*, 22(1), 89–108. <https://doi.org/10.19053/01233769.6100>
- Ocampo, O & J. Vélez (2015). Análisis Climatológico para el departamento de Caldas. En: Entendimiento de fenómenos ambientales mediante análisis de datos. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales.
- Oliveros, R., Pinilla Morales, R. E., Facundo Navia, H., & Sánchez Pedraza, R. (2019). Cáncer gástrico: una enfermedad prevenible. Estrategias para intervención en la historia natural. *Revista Colombiana De Gastroenterología*, 34(2), 177-189. <https://doi.org/10.22516/25007440.394>
- Omarova, A., Tussupova, K., Berndtsson, R., Kalishev, M., & Sharapatova, K. (2018). Protozoan parasites in drinking water: A system approach for improved water, sanitation and hygiene in developing countries. En *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 15, Número 3, p. 495). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijerph15030495>
- Ordoñez, G. (2000). Salud ambiental: Conceptos y actividades. *Rev Panam Salud Publica/Pan Am J Public Health* 7(3): 137-147.
- Ordúz García, C. E., Toro, M. V., & Gómez, J. C. (2013). EPOC, bronquitis crónica y síntomas respiratorios, en la ciudad de Medellín ( Colombia ). *Revista Med*, 21(1), 21-28.
- Organización de las Naciones Unidas (2010). *Objetivos de desarrollo del Milenio. Avances en la sostenibilidad ambiental del desarrollo en América Latina y El Caribe*. ONU. Santiago de Chile.
- Organización de las Naciones Unidas (2020). *Objetivos de Desarrollo Sostenible*. En: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- Organización de las Naciones Unidas (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo. Introducción*. New York. En: [https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1718a21\\_summary\\_spanish.pdf](https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/1718a21_summary_spanish.pdf)

- Organización Mundial de la Salud (2002). Informe sobre la Salud en el Mundo: Reducir los riesgos y promover una vida sana. Organización Mundial de la Salud, Ginebra
- Organización Mundial de la Salud (2004). Informe sobre la salud en el mundo 2004 - cambiemos el rumbo de la historia. OMS
- Organización Mundial de la Salud (2005). Guías de calidad del aire de la OMS relativas al material particulado, el ozono, el dióxido de nitrógeno y el dióxido de azufre. Ginebra. OMS
- Organización Mundial de la Salud (2006). El Informe sobre la salud en el mundo 2006- Colaboremos por la Salud. OMS
- Organización Mundial de la Salud (2007). El Informe sobre la salud en el mundo 2007 - un porvenir más seguro Protección de la salud pública mundial en el siglo XXI. OMS
- Organización Mundial de la Salud (2017). Enfermedad Pulmonar obstructiva crónica (EPOC). Disponible en: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-\(copd\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chronic-obstructive-pulmonary-disease-(copd))
- Organización Mundial de la Salud (2017). El enfoque multisectorial de la OMS «Una salud». En: <https://www.who.int/features/qa/one-health/es/>
- Organización Mundial de la Salud (2017). Enfermedades diarreicas. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>
- Organización Mundial de la Salud (2017). Respuesta mundial para el control de vectores 2017-2020. OMS. En: [https://www.who.int/malaria/areas/vector\\_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-esp.pdf](https://www.who.int/malaria/areas/vector_control/Draft-WHO-GVCR-2017-2030-esp.pdf)
- Organización Mundial de la Salud (2018). Cáncer. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>



- Organización Mundial de la Salud (2018). Contaminación del aire de interiores y salud. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
- Organización Mundial de la Salud (2020). Enfermedades transmitidas por vectores. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/vector-borne-diseases#:~:text=En%20todo%20el%20mundo%20se,amarilla%2C%20encefalitis%20japonesa%20y%20oncocercosis>.
- Organización Mundial de la Salud (2020). Dengue y Dengue Grave. En: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>
- Organización Mundial de la Salud (2020). La enfermedad de Chagas (tripanosomiasis americana). En: [https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-\(american-trypanosomiasis\)](https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/chagas-disease-(american-trypanosomiasis))
- Organización Mundial de la Salud (2020). Salud Ambiental. Disponible en: [https://www.who.int/topics/environmental\\_health/es/](https://www.who.int/topics/environmental_health/es/)
- Organización Mundial de la Salud OMS (2003). Cambio Climático y Salud Humana – Riesgos y Respuestas.
- Organización Mundial de la Salud (2003). Nuestro planeta, nuestra salud: informe de la Comisión de Salud y Medio Ambiente de la OMS. Washington DC: OPS; 1993. Publicación científica 544.
- Organización Panamericana de la Salud (2019). Actualización Epidemiológica Malaria en las Américas. OPS.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2020). Actualización Epidemiológica Dengue. En: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_docman&view=download&category\\_slug=dengue-2158&alias=51692-7-de-febrero-de-2020-dengue-actualizacion-epidemiologica-1&Itemid=270&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_docman&view=download&category_slug=dengue-2158&alias=51692-7-de-febrero-de-2020-dengue-actualizacion-epidemiologica-1&Itemid=270&lang=es)

- Organización Panamericana de la Salud (1992). Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas relacionados con la salud. 10a Revisión. Comun científica, 554 p.
- Organización Panamericana de la Salud (1995). Anexo A: Selección de enfermedades transmitidas por alimentos según la clasificación internacional de enfermedades y problemas relacionados a la salud (CIE). En: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10546:2015-anexo-enfermedades-transmitidas-alimentos-cie&Itemid=41421&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=10546:2015-anexo-enfermedades-transmitidas-alimentos-cie&Itemid=41421&lang=es)
- Organización Panamericana de la Salud (2009). GEO Salud: Metodología para una evaluación integrada de medio ambiente y salud. Un enfoque en América Latina y el Caribe
- Organización Panamericana de la Salud, OPS (2013). La contaminación del aire es una de las principales causas ambientales de muerte por cáncer. En: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=9089:2013-outdoor-air-pollution-leading-environmental-cause-cancer-deaths&Itemid=135&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=9089:2013-outdoor-air-pollution-leading-environmental-cause-cancer-deaths&Itemid=135&lang=es)
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2005). GEO-Salud. En Búsqueda de herramientas y soluciones integrales a los problemas de medio ambiente y salud en América Latina y el Caribe. México. OPS, PNUMA, Fundación Oswaldo Cruz.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2010). Determinantes Ambientales y Sociales de la Salud. Washington, D.C: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2014). Cáncer de estómago en las Américas. En: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2014/OPS-Nota-Informativa-Cancer-Estomago-2014.pdf>
- Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2019). Leishmaniasis. Informe Epidemiológico de las Américas. Informe de Leishmaniasis No 7- Marzo, 2019. En: <https://iris.paho.org/>

bitstream/handle/10665.2/50505/2019-cde-leish-informe-epi-  
americas.pdf

Organización Panamericana de la Salud, OPS. (2020). Perfiles de país sobre cáncer, 2020. En:[https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15716:country-cancer-profiles-2020&Itemid=72576&lang=es](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=15716:country-cancer-profiles-2020&Itemid=72576&lang=es)

Organización Panamericana de Salud (2001). Plan Nacional de Salud Ambiental (PLANASA) 2000-2010 (versión preliminar).

Ortega Páez E, Ochoa Sangrador C. (2015). Estudios ecológicos en Epidemiología. *Evid Pediatr.* 2015; 11:69.

Osorio. (2009). Salud Ambiental y Entornos Saludables en Colombia. Bogotá D.C.

Padilla, J., Lizarazo, F., Murillo, O., Mendigaña, F., Pachón, E., Vera, M. Epidemiología de las principales enfermedades transmitidas por vectores en Colombia. 1990-2016. *Biomédica.* 37.

Pardo, C, de Vries, E, Buitrago, L, Gamboa, O. (2017) Atlas de mortalidad por cáncer em Colombia. Cuarta edición. Bogotá D. C. Instituto Nacional de Cancerología, v.1, 124 p.

Paz, J.M.; Sánchez, J.; Visconti, F. (2006). Combined use of GIS and environmental indicators for assessment of chemical, physical and biological soil degradation in a Spanish Mediterranean region. *J. Environ. Manag.* 2006, 79, 150–162.

Pérez, M. (2015). Minería en Colombia: un asunto a analizar desde el modelo de fuerzas motrices. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 1, 2015, pp. 531-538 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México.

Pohjola MV, Leino V, Kollanus J T, Tuomisto H, Gunnlaugsdóttir F, Holm N, Kalogeras et al. (2012). State of the Art in Benefit-Risk Analysis: Environmental Health. *Food and Chemical Toxicology*, 50 (1). Elsevier Ltd: 40-55. doi:10.1016/j.fct.2011.06.004.

- Portafolio (2019). Minería bien hecha, una “joya” para la economía Colombiana. En: <https://www.portafolio.co/economia/mineria-bien-hecha-una-joya-para-la-colombiana-526780>
- Posada M., Carronoquimo M.J., Soldevilla L. (2004). Indicadores de salud ambiental. *Rev. salud ambient.* 2004; 4(1-2): 1-7.
- Pozzobon, F, Acosta, A., Castillo, J. (2018). Cáncer de piel en Colombia: cifras del Instituto Nacional de Cancerología. *Revista de la Asociación Colombiana de Dermatología y Cirugía Dermatológica.* 26 (1). <https://doi.org/10.29176/2590843X.25>
- Presidencia de la República (1986). Decreto 704. Marzo 3 de 1986. " Por el cual se Reglamenta Parcialmente la Ley 23 de 1973, el Decreto - Ley 2811 de 1974 y la Ley 09 de 1979, en lo Relativo al Uso, Comercialización y Aplicación del D.D.T."
- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Organización Panamericana de la Salud (OPS), Organización Mundial de la Salud (OMS). (2009) *Geo-Salud: Metodología para la evaluación integrada del Medio Ambiente y Salud. Un enfoque en América Latina y El Caribe.* PNUMA, OPS, OMS.
- Prüss-Üstün, A, et al. (2003). Introduction and methods: assessing the environmental burden of disease at national and local levels. Geneva, World Health Organization
- Prüss-Üstün, Annette (2006). *Ambientes saludables y prevención de enfermedades : hacia una estimación de la carga de morbilidad atribuible al medio ambiente: resumen de orientación.* Organización Mundial de la Salud. En: [https://www.who.int/quantifying\\_ehimpacts/publications/previsexecsumsp.pdf](https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/previsexecsumsp.pdf)
- Quijano Parra, A., Quijano Vargas, L. A., & Quijano V, M. J. (2014). Calidad del aire de villa del rosario-norte de santander Colombia asociada con el material particulado (PM2.5) y la influencia de la combustión vehicular. *Universidad, Ciencia y Tecnología,* 18(72), 079-089.

- Quintero-Herrera LL, Ramírez-Jaramillo V, Bernal-Gutiérrez S, Cárdenas-Giraldo E V, Guerrero-Matituy EA, Molina-Delgado AH, et al. (2015). Potential impact of climatic variability on the epidemiology of dengue in Risaralda, Colombia, 2010-2011. *J Infect Public Health*. 8(3), 291–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jiph.2014.11.005>
- Quiroz-Arcenales L, Hernández-Flórez LJ, Agudelo Calderón CA, Medina K, Robledo-Martínez R, Osorio-García SD (2013). PM10 exposure-related respiratory symptoms and disease in children living in and near five coal-mining areas in the Cesar department of Colombia. *Rev Salud Pública (Bogota)*. 15(1):66–79.
- Ramírez Vasco, C., Rios Millan. Claudia Patricia, & Morales Pinzon, T. (2010). Estimacion de costos inducidos derivados de la calidad del agua potable en Risaralda. *Scientia Et Technica*, XVI(44), 117-122.
- Ramírez, A, Sarmiento, OL, Duperly, J, Wai Wong ,T, Rojas, N, Arango, CM, et al. (2012). Should they play outside? Cardiorespiratory fitness and air pollution among schoolchildren in Bogotá. *Rev Salud Publica (Bogota)*. 2012 Aug;14(4):570–83.
- Regos, A.; Ninyerola, M.; Moré, G.; Pons, X. (2015). Linking land cover dynamics with driving forces in mountain landscape of the Northwestern Iberian Peninsula. *Int. J. Appl. Earth Obs. Geoinf*. 2015, 38, 1–14
- Rehfuess, E, and Bartram J. (2013). Beyond Direct Impact: Evidence Synthesis towards a Better Understanding of Effectiveness of Environmental Health Interventions. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 217 (2-3). Elsevier GmbH.: 155-59. doi:10.1016/j.ijheh.2013.07.011.
- Rey, D., Zambrano, J. (2018). Estudio de la respuesta hidrológica en la cuenda de montaña San Luis – Palogrande. Vol. 17 Núm. 1 (2018): *Revista UIS Ingenierías*. DOI: <https://doi.org/10.18273/revuin.v17n1-2018011>

- Rodríguez Alarcón, M. M. (2019). Implicación zoonótica de la infección por *Giardia* en caninos y felinos de Colombia [Universidad de ciencias aplicadas y ambientales U.D.C.A]. [https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/3409/1/TRABAJO\\_FINAL\\_giardia.pdf](https://repository.udca.edu.co/bitstream/11158/3409/1/TRABAJO_FINAL_giardia.pdf)
- Rodríguez Navarrete, J. M. (2018). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población en el municipio de Soacha 2006-2016. Pontificia Universidad Javeriana.
- Rodríguez, L. A., Rey, J. J., Berena Herrera, A., Castro, H., Niederbacher, J., Vera, L. M., Cala, L. L., & Bolívar, F. (2010). Prevalencia de síntomas respiratorios indicativos de asma y asociación con contaminación atmosférica en preescolares de Bucaramanga, Colombia. *Biomédica*, 30(1), 15-22. <https://www.redalyc.org/pdf/843/84312378003.pdf>
- Rodríguez-Miranda, J. P., García-Ubaque, C. A., & García-Ubaque, J. C. (2017). Enfermedades transmitidas por el agua y saneamiento básico en Colombia. *Revista de Salud Pública*, 18(5), 738. <https://doi.org/10.15446/rsap.v18n5.54869>
- Rodríguez-Moreno, N, Martínez-Morales, V, Sarmiento-Suarez, R, Medina-Palacios, K, Hernández, LJ. (2013) Respiratory disease risk factors in the 5-14 year-old population in an area of Bogota, 2012-2013. *Rev Salud Publica (Bogota)*. 15(3):408–20.
- Rodríguez-Pacheco, F. L., Jiménez-Villamizar, M. P., & Pedraza-Alvarez, L. P. (2019). Efectos del cambio climático en la salud de la población colombiana. *Duazary*, 16(2), 319-331. <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/duazary/article/view/3186/2392>
- Rodríguez-Sáenz, A. Y., Mozo-Pacheco, S. A., & Mejía Peñuela, L. E. (2017). Parásitos intestinales y factores de riesgo en escolares de una institución educativa rural de Tunja (Colombia) en el año 2015. *Medicina y Laboratorio*, 23(3-4), 159-170. <https://doi.org/10.36384/01232576.50>

- Rodríguez-Villamizar, LA, Rey, JJ, Herrera, AB, Castro, H, Niederbacher, J, Vera, LM, et al. (2010) Prevalencia de síntomas respiratorios indicativos de asma y asociación con contaminación atmosférica en preescolares de Bucaramanga, Colombia. *Biomédica*. 2010 Mar 1;30(1):15.
- Rothman, KJ, Greenland, S, Lash, TL. (2012) *Modern epidemiology*. Third edit. Lippincott- Raven; 2012. 758 p.
- Rúa Uribe GL, Calle Londoño DA, Rojo Ospina RA, Henao Correa EA, Sanabria Gonzalez WH, Suárez Acosta C (2012). Influencia del evento climático El Niño sobre la dinámica de transmisión de dengue en Medellín, Antioquia, Colombia. *Iatreia*. 25(4):314–22.
- Rúa-Uribe, G. L., Suárez-Acosta, C., Chauca, J., Ventosilla, P., & Almanza, R. (2013). Modelado del efecto de la variabilidad climática local sobre la transmisión de dengue en Medellín (Colombia) mediante análisis de series temporales. *Biomedica*, 33(SUPPL.1), 142-152. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i0.1444>
- Ruiz-Díaz, MS, Mora-García, GJ, Salgado-Madrid, GI, Alario, Á, Gómez-Camargo, DE. (2017). Analysis of Health Indicators in Two Rural Communities on the Colombian Caribbean Coast: Poor Water Supply and Education Level Are Associated with Water-Related Diseases. *Am J Trop Med Hyg*. Nov 8;97(5):1378–92.
- Rydin Y, Bleahu A, Davies M, et al. (2012). Shaping cities for health: complexity and the planning of urban environments in the 21st century. *Lancet*. 2012;379(9831):2079-2108. doi:10.1016/S0140-6736(12)60435-8
- Sada-Ovalle, I., Ocaña-Guzmán, R., Torre-Bouscoulet, L. (2015). Humo de biomasa, inmunidad innata y *Mycobacterium tuberculosis*. *Neumol Cir Torax*, 74 ( 2), Abril-junio 2015
- Salazar Ceballos, A., & Álvarez Miño, L. (2011). Los efectos del material particulado 10 (PM 10) y de las variables climatológicas en las admisiones hospitalarias por enfermedades respiratorias en niños

en la ciudad de Santa Marta, Colombia, 2008-2009. *Duazary*, 8(2), 127-142. <https://doi.org/10.21676/2389783X.210>

Salazar Ceballos, A., & Álvarez Miño, L. (2013). Asociación de síntomas respiratorios con factores atmosféricos y climáticos en adultos en Santa Marta, Colombia. *Rev Costarr Salud Pública*, 22(1), 27-34.

Saldarriaga Arango, N., & Clavijo Ramírez, A. C. (2018). Tendencias de mortalidad por enfermedades transmitidas por vectores: Malaria, Dengue, Chagas y Leishmaniasis en Colombia durante los años 2000-2016. Universidad CES.

Salvati, L.; De Zuliani, E.; Sabbi, A.; Cancellieri, L.; Tufano, M.; Caneva, G.; Savo, V. (2016) Land-cover changes and sustainable development in a rural cultural landscape of central Italy: classical trends and counter-intuitive results. *Int. J. Sustain. Dev. World Ecol.* 2016, 24, 1–10.

Sánchez-Triana, E., Ahmed, K. y Awe, Y. (2007). Prioridades ambientales para la reducción de la pobreza en Colombia. Un análisis ambiental del país para Colombia. Washington: Banco Mundial.

Sanderson I. (2006) Complexity, 'practical rationality' and evidence-based policy making. *Pol Polit.* 2006;34:115–32.

Sandín M, Sarria A (2007). Evaluación de impacto en Salud y Medio Ambiente. Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias (AETS). Madrid AETS-Instituto de Salud Carlos III, Madrid.

Santamaría, E., Cabrera, O. L., Zipa, Y., Ferro, C., & Ahumada, Martha Liliana Pardo, R. H. (2008). Diagnóstico preliminar de la molestia sanitaria causada por Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) en el departamento de Boyacá, Colombia. *Biomédica*, 28(4).

Sarmiento, R. (2014). Impacto en la salud por el cambio y la variabilidad del clima en Bogotá, D. C. *Investigaciones en Seguridad Social y Salud*, 16(1), 21-37.

Scalenghe, R.; Marsan, F.A. (2009). The anthropogenic sealing of soils in urban areas. *Landsc. Urban Plan.* 2009, 90, 1–10.



- Schmitz, J.; Hahn, M.; Brühl, C.A. (2014). Agrochemicals in field margins—An experimental field study to assess the impacts of pesticides and fertilizers on a natural plant community. *Agric. Ecosyst. Environ.* 2014, 193, 60–69
- Schutz, G. (2008). Principales marcos conceptuales aplicados para la evaluación de la salud ambiental mediante indicadores en América Latina y el Caribe. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 276-285
- Sen, A. (2000). *Desarrollo como libertad*. Madrid: Planeta.
- Serra, P.; Pons, X.; Saurí, D. (2008). Land-cover and land-use change in a Mediterranean landscape: A spatial analysis of driving forces integrating biophysical and human factors. *Appl. Geogr.* 2008, 28, 189–209.
- Shafie, FA, Dasimah, O, and Subramaniam, K. (2013). Environmental Health Impact Assessment and Urban Planning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 85. Elsevier B.V.: 82-91. doi:10.1016/j.sbspro.2013.08.340.
- Sharon, Primack, Bridbord (2003). Paradigms and progress in building research capacity in international environmental health. *Int. J. Hyg. Environ. Health* 206, 413- 422
- Sierra Zúñiga, M. F., Vásquez Arteaga, L. R., Mera Mamián, A., Méndez Jiménez, F. B., Timaná-Imbachí, F. J., Romero Arcos, T. A., Ortega-Delgado, D. A., Belalcázar-Hernández, G. L., Muñoz Orozco, H., & Cardona Narváez, T. (2020). Ascariasis intestinal. Tres casos pediátricos con complicaciones severas en Cauca, Colombia.
- Sierra Zúñiga, M. F., Vásquez Arteaga, L. R., Mera Mamián, A., Méndez Jiménez, F. B., Timaná-Imbachí, F. J., Romero Arcos, T. A., Ortega-Delgado, D. A., Belalcázar-Hernández, G. L., Muñoz Orozco, H., & Cardona Narváez, T. (2020). Ascariasis intestinal. Tres casos pediátricos con complicaciones severas en Cauca, Colombia. *Medicina y Laboratorio*, 24(2), 153-161. <https://doi.org/10.36384/01232576.213>

- Silva, J, Torres, P, Madera, C. (2008). Reuso de aguas residuales domésticas en agricultura. Una revisión. *Agronomía Colombiana*. 26 (2). En: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-99652008000200020](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-99652008000200020)
- Siraj A, Santos-Vega M, Bouma M, Yadeta D, Ruiz Carrascal D, Pascual M. (2014). Altitudinal Changes in Malaria Incidence in Highlands of Ethiopia and Colombia. *Science* (80). 343(6175), 1154–8.
- Sistema de Información Ambiental de Colombia. SIAC (2020). *Cátalogo de Mapas*. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/catalogo-de-mapas>
- SIVICAP (2019). *Vigilancia de la Calidad del Agua*. Disponible en: <https://www.ins.gov.co/sivicap/Paginas/sivicap.aspx>
- SIVIGILA. Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública –SIVIGILA (2020). Disponible en: [http://portalsivigila.ins.gov.co/sivigila/documentos/Docs\\_1.php](http://portalsivigila.ins.gov.co/sivigila/documentos/Docs_1.php)
- Smith, K. (2013). *Environmental Hazards. Assessing risk and reducing disaster*. Taylor & Francis Group. Sixth edition.
- Smith, KR, Mehta, S, Maeusezahl-Feuz, M. (2004). Indoor air pollution from household use of solid fuels. In: Ezzati M, Lopez AD, Rodgers A, Murray CJ, editors. *Comparative quantification of health risks. Global and regional burden of disease attributable to selected major risk factors*. World Health Organization; Geneva: 2004. pp. 1435–94.
- Solarte, Y. (2018). El Modelo de fuerzas Motrices aplicado al control de la malaria urbana en Colombia. *IJEPH*. 2018; 1(2): e-006. Doi: 10.18041/2665-427X/ijeph.2.5186
- Sotelo, J., Tolón, A., Lastra, X. (2011). Indicadores por y para el desarrollo sostenible, un estudio de caso. *Estudios Geográficos*. Vol. LXXII, 271, pp. 611-654

- Soto-Estrada, E. (2019). Estimación de la Isla de Calor Urbana en Medellín, Colombia. *Rev. Int. Contam. Ambie.* 35 (2) 421-434, 2019 DOI: 10.20937/RICA.2019.35.02.13
- Soto-Moreno, J. (2013). Contaminación del aire de interiores en hogares en situación de pobreza extrema en Colombia. *Rev. salud pública.*, 15(1), 80-89.
- Steenland K, Savitz D. (1997). *Topics in Environmental Epidemiology.* Oxford University Press, New York.
- Stone & Morris. (2010) Injury prevention: A strategic priority for environmental health?. *Public Health I* 24. 559 - 564.
- Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios (2018). Informe de Disposición Final de Residuos Sólidos- 2017. Superservicios, DNP. 177 p.
- Teixeira, Z.; Teixeira, H.; Marques, J.C. (2014). Systematic processes of land use/land cover change to identify relevant driving forces: Implications on water quality. *Sci. Total Environ.* 2014, 471, 1320–1335.
- Terridata (2020). Sistema de Estadísticas Territoriales. Terridata. Disponible en: <https://terridata.dnp.gov.co/>
- Thomson H, Hoskins R, Petticrew, M., Ogilvie, D., Craig, N., Quinn, T. et al., (2004). Evaluating the health effects of social interventions. *BMJ* 328,282-285
- Tong, S (2000). Migration bias in ecologic studies. *Eur J Epidemiol.* 2000;16:365-9. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1007698700119>
- Toro, E., Szantó, M., Pacheco J., Contreras, E., Gálvez, A. (2016). Guía general para la Gestión de Residuos sólidos domiciliarios. CEPAL. Naciones Unidas. Santiago de Chile. 211 p.
- Tovar, M. (2018). Metodología para evaluar la calidad de aire interior en diseño de VIS de clima frío. Universidad Nacional de Colombia. Maestría en Construcción.

- Unidad de Planeación Minero Energética. UMPE. (2017). Plan de acción indicativo de eficiencia energética. 2017-2022. UPME.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2017). Terminología sobre Gestión del Riesgo de Desastres y Fenómenos Amenazantes. Comité Nacional para el Conocimiento del Riesgo SNGRD. 48 p.
- Unidad Nacional para la Gestión del Riesgo de Desastres (2018). Guía para la formulación de proyectos de inversión pública en gestión del riesgo de desastres. UNGRD. Bogotá. 78 p.
- United Nations Environment Programme and International Livestock Research Institute (2020). Preventing the Next Pandemic: Zoonotic diseases and how to break the chain of transmission. Nairobi, Kenya.
- Vásquez, C., Robledo, S., Calle, J., & Triana, O. (2013). Identificación de nuevos escenarios epidemiológicos para la enfermedad de Chagas en la región momposina, norte de Colombia. *Biomedica*, 33(4), 526-537. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i4.836>
- Vélez, J.J, Botero, B. (2011). Estimación del tiempo de concentración y tiempo de rezago en la cuenca experimental urbana de la quebrada San Luis, Manizales. *DYNA*, Volumen 78, Número 165, p. 58-71, 2011.
- Vélez, M. F. (2001). El gasto ambiental de los municipios colombianos. *Gestión Pública. Economía Colombiana*, 105-114. En: [https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/305518/306\\_4\\_El\\_gasto\\_ambiental\\_de\\_los\\_municipios\\_colombianos.pdf/171fc647-8fec-4cdb-9565-f5e89f50e2db?version=1.0](https://www.contraloria.gov.co/documents/20181/305518/306_4_El_gasto_ambiental_de_los_municipios_colombianos.pdf/171fc647-8fec-4cdb-9565-f5e89f50e2db?version=1.0)
- Verburg, R.; Filho, S.R.; Lindoso, D.; Debortoli, N.; Litre, G.; Bursztyn, M. (2014). The impact of commodity price and conservation policy scenarios on deforestation and agricultural land use in a frontier area within the Amazon. *Land Use Policy* 2014
- Voegel, J. & Kemper, K. (2018). El enfoque “Una Salud” es fundamental para eliminar los riesgos para la salud humana, animal y ambiental.

En: <https://blogs.worldbank.org/es/voices/el-enfoque-una-salud-es-fundamental-para-eliminar-los-riesgos-para-la-salud-humana-animal-y-ambiental>

Von Schirnding, Y. (2002). Health in sustainable development planning: the role of indicators. OMS

Waheed, B.; Khan, F.; Veitch, B. (2009). Linkage-Based Frameworks for Sustainability Assessment: Making a Case for Driving Force-Pressure-State-Exposure-Effect-Action (DPSEEA) Frameworks. *Sustainability* 2009, 1, 441-463.

Wills, J.T., Briggs, D.J., (1995). Developing indicators for environment and health. *World Health Statist. Q* 48, 155–163.

World Health Organization (2018). GLOBOCAN 2018: Estimated Cancer Incidence, Mortality and Prevalence Worldwide in 2018. Colombia. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/today/data/factsheets/populations/170-colombia-fact-sheets.pdf>.

World Health Organization (2001). Monitoring Health Impacts of Climate Change in Europe: Meeting Report; EUR/01/502 6360; World Health Organization: London, UK.

World Health Organization (2004). The Global Burden of Disease 2004 update. In: [https://www.who.int/healthinfo/global\\_burden\\_disease/GBD\\_report\\_2004update\\_full.pdf](https://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/GBD_report_2004update_full.pdf)

World Health Organization (2006). Preventing Disease Through Healthy Environments: Towards an Estimate of the Environmental Burden of Disease. World Health Organization, Geneva.

World Health Organization (2009a). Health Impact Assessment (HIA), Main concepts and suggested approach. Gothenburg consensus paper 2009- World Health Organization, Brussels.

World Health Organization (2009b) Summary Overview of the Environment and Health Performance Reviews for Estonia, Lithuania, Malta, Poland, Serbia and Slovakia. World Health Organization- Europe, 2009. Copenhagen 131.

- World Health Organization (2016). World Health Statistics 2016: Monitoring health for the SDGs Sustainable Development Goals. WHO.
- World Health Organization (2018). WHO methods and data sources for global burden of disease estimates 2000-2016. 2018;(June):1-46.
- World Health Organization (2019). World Health Statistics 2019: Monitoring health for the SDGs Sustainable Development Goals. WHO.
- World Health Organization (2019). World Malaria Report 2019. WHO.
- World Resources Institute. WRI (2018). Global Forest Watch. Available in: <https://www.globalforestwatch.org/>
- Ye, Y, Zulu, E, Mutisya, M, Orindi ,B, Emina, J, Kyobutungi, C. (2009). Seasonal pattern of pneumonia mortality among under-five children in Nairobi's informal settlements. *Am J Trop Med Hyg.* 2009;81:770–75.
- Young, D., Duncan, M. (1994). Guide the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sand flies in Mexico. *Memories of the American Entomological Insitute*, 54.
- Yusti, D, Arboleda, M, Agudelo-Flórez, P. (2013). Social and environmental risk factors associated with leptospirosis of inpatient and outpatient management, Turbo, Colombia. *Biomedica.* 2013
- Zapata Sánchez, C. E., Quijano Hurtado, R., Molina Vásquez, E., Rubiano Hernández, C. M., & Londoño Gaviria, G. (2008). Fortalecimiento de la Red de Monitoreo de Calidad de Aire en el Valle de Aburra con Medidores Pasivos. *Gestión y Ambiente*, 11(1), 67-84. <https://www.redalyc.org/pdf/1694/169414452004.pdf>

Este libro se publicó en  
enero de 2021

Manizales, Colombia