

MACROPROYECTO CALIDAD DE VIDA EN PEREIRA

Caso: Salud y Medio Ambiente

**Trabajo presentado como requisito para obtener el título de Magister en
Ciencias Ambientales**

Por:

Carolina Osorio Sánchez

Director

Dr. Tito Morales Pinzón

Facultad de Ciencias Ambientales

Universidad Tecnológica de Pereira

Pereira, Risaralda

2019

TABLA DE CONTENIDO

Resumen	iii
Abstract.....	iii
1 Introducción	1
1.1 Formulación del problema	1
1.2 Justificación	2
1.3 Objetivos.....	3
1.3.1 Objetivo General	3
1.3.2 Objetivos Específicos	3
2 Marco referencial	4
2.1 Salud Ambiental.....	4
2.2 Planificación Urbana para la Salud.....	7
2.3 Generación de Información para la Toma de Decisiones	8
3 Métodos.....	10
3.1 Identificación, Ajuste y Depuración de las Variables	10
3.2 Procesamiento y Análisis de los Elementos de Cada Variable.....	11
4 Resultados.....	13
4.1 Asociación de las Variables	13
4.2 Análisis de Correlación de Pearson.....	17
4.3 Análisis de las Relaciones de Variables más Destacadas Según las Categorías De Correlación Lineal	20
5 Discusión	22
5.1.1 Calidad del Aire	22
5.1.2 Calidad del Agua.....	26

5.1.3	Residuos Sólidos	27
6	Conclusiones	30
7	Referencias.....	32

Tabla de Cuadros

Cuadro 1	Indicadores Depurados de las Variable Salud y Medio Ambiente.....	13
Cuadro 2	Indicadores Conglomerado 1	15
Cuadro 3	Indicadores Conglomerado 2	17
Cuadro 4	Evaluación de la Intensidad de la Correlación Entre Variables del Conglomerado 1	19
Cuadro 5	Contaminantes Criterio Evaluados en el ICA	23

Tabla de Figuras

Figura 1	Dendrograma Conglomerados Variables Salud y Medio Ambiente	15
Figura 2	Coeficiente de Correlación de Pearson del Conglomerado 1	18
Figura 3	Coeficiente de Correlación de Pearson del Conglomerado 2	18
Figura 4	Resumen Correlación de Pearson mayor a 0,5 del Conglomerado 1 ...	19
Figura 5	Resumen Correlación de Pearson mayor a 0,5 del Conglomerado 2 ...	20
Figura 6	Relación entre las variables S25 y M25.....	21
Figura 7	Relación entre las variables S27 y M3.....	22

Resumen

El documento enmarca un análisis de posibles vínculos entre las variables establecidas para las dimensiones Salud y Medio Ambiente en el programa Pereira Como Vamos, proponiendo una conceptualización de las asociaciones de entre estas, ajuste de la base de datos según la relación de los indicadores de las dos dimensiones objeto de estudio, y por último, el análisis de la interrelación de los factores ambientales y de salud.

El desarrollo de la propuesta se inicia con una revisión documental de las dimensiones objeto de estudio, asociadas a la incidencia en la sostenibilidad urbana y su impacto en la calidad de vida, a través de la búsqueda, clasificación y análisis de estudios referentes y artículos científicos afines; simultáneamente, se realiza un ajuste a la base de datos del programa Pereira Como Vamos en sus dimensiones Salud y Medio Ambiente, revisando su grado de importancia y la relación teórica de los indicadores de cada una de las dimensiones. Posteriormente, se efectúa un análisis estadístico en dos fases, primero se define la relación de las variables a través de análisis cluster y segundo, mediante coeficientes de correlación de Pearson, se establece su grado de relación lineal; finalmente, se presentan los resultados obtenidos y se realiza la discusión evaluando las relaciones de las variables analizadas con las dimensiones objeto de estudio y su impacto en los resultados del programa Pereira Como Vamos.

Palabras clave: Salud, Medio Ambiente, Calidad de Vida, Impactos Ambientales

Abstract

The document frames an analysis of the relationships between the variables established for the Health and Environment dimensions in the *Pereira Como Vamos* program, proposing a conceptualization of the relationships of these two variables, adjusting the database according to the ratio of the indicators of the two dimensions under study, and finally, the analysis of the interrelation of environmental and health factors.

The development of the proposal begins with a documentary review of the dimensions under study, associated with the impact on urban sustainability and its impact on quality of life, through the search, classification and analysis of reference studies and scientific articles related; Simultaneously, an adjustment is made to the database of the *Pereira Como Vamos* program in its dimensions Health and

Environment, reviewing its degree of importance and the theoretical relationship of the indicators of each of the dimensions; later, a statistical analysis is carried out in two phases, first the relationship of the variables is defined through cluster analysis and second, by Pearson correlation coefficients their degree of linear relationship will be established; finally, the results obtained are presented and the discussion is carried out by evaluating the relationships of the variables analyzed with the dimensions under study and their impact on the results of the Pereira Como Vamos program.

Keywords: Health, Environment, Quality of Life, Environmental Impacts

1 Introducción

La medición de la calidad de vida urbana es una iniciativa que algunas ciudades colombianas han desarrollado con el propósito de identificar tendencias y comportamientos de diferentes aspectos que pueden redundar en la toma de decisiones más efectivas y de priorización de acciones para mejorar las condiciones de vida de sus ciudadanos. El Programa Pereira Cómo Vamos¹ es una iniciativa del sector privado y la academia que surge con el objetivo de estudiar e incidir en políticas públicas que propendan por la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos; fomentando la información, y haciendo ciudadanos más responsables y participativos, para contribuir a la construcción del llamado capital social en la región². Este programa analiza indicadores técnicos y la encuesta de percepción ciudadana, con el fin de realizar una medición sistemática y objetiva sobre la información obtenida de la ciudad y la calidad de vida de sus habitantes, y direccionar estos resultados hacia la realización de acciones que conlleven a mejores condiciones de habitabilidad de la ciudad, ya que como lo afirma el programa “Lo que no se mide, no es susceptible de mejora”.

1.1 Formulación del problema

La gestión ambiental tiene un efecto intrínseco en la prevención de las enfermedades, el mejoramiento de la salud y por ende el estado de la calidad de vida de la población; por esta razón, los impactos negativos sobre el medio ambiente urbano, presentan una creciente preocupación, debido al efecto que ejerce sobre la salud de los habitantes (Martínez *et al.*, 2014).

¹ Según su página oficial, es “un programa privado que nace en el año 2011, como iniciativa ciudadana del sector privado y la academia, con el objetivo de estudiar e incidir en políticas públicas que mejoren la calidad de vida; fomentar ciudadanos informados, responsables y participativos; y contribuir a la construcción de capital social en la región.” Disponible en <http://www.pereiracomovamos.org/es/sobre-pereira-como-vamos-PG195>

² Tomado y ajustado de internet: Pagina web: Pereira Cómo Vamos. <http://www.pereiracomovamos.org/>. 2018.

Por tal motivo, para abordar una agenda pública que permita el acceso y uso de la información ambiental y de salud, debe disponerse de indicadores que integren estas variables y contar con información que permita al tomador de decisiones tener una base para la formulación, promoción y evaluación de políticas públicas en una determinada área, la posibilidad de definir estrategias de prevención y mitigación de impactos ambientales específicos sobre la salud humana y mejorar la comunicación con la población (Streimikiene, 2015).

En este sentido, la información obtenida en el programa *Pereira Como Vamos* permite identificar y cuantificar las Dimensiones Salud y Medio Ambiente, describiendo estados o tendencias individuales, pero no establece una relación entre las variables de cada Dimensión, con la cual se podría alcanzar una mayor comprensión de las conexiones entre estas variables que se asocian con la medición de la calidad de vida.

Pregunta de investigación: ¿Qué relación existe entre las variables de las dimensiones salud y medio ambiente en el programa de seguimiento y evaluación de la calidad de vida *Pereira Cómo Vamos*?

1.2 Justificación

La salud de las personas depende en gran medida de su capacidad de crear una relación armoniosa con el ambiente, por este motivo no solo se debe tener en cuenta el efecto que los agentes ambientales puedan generar sobre la salud sino también las acciones que el individuo realiza para mantener la integridad de estos ambientes naturales (Roa y Vargas, 2015).

Los estándares de salud tienen una relación directa con factores de riesgo como la calidad del agua de consumo y su saneamiento, la calidad del aire, uso de agroquímicos, agentes biológicos, entre otros, los cuales cobran una gran importancia tanto en la morbilidad como en la mortalidad de las poblaciones (Vargas, 2005), generándose la necesidad implícita de realizar seguimiento a estas interrelaciones con el fin de brindar información que permita valorar la magnitud y gravedad de los riesgos y definir estrategias que permitan a los tomadores de decisiones implementar programas de acción ambiental, encaminados hacia la prevención de las enfermedades y en la creación de ambientes propicios para la salud.

Es así, que toma relevancia la aplicación del programa *Pereira Como Vamos* en el fortalecimiento de la capacidad de las instituciones y la población de estimar y ajustar

las acciones a realizar en el territorio, más aún, cuando la definición de esas acciones se puede lograr teniendo la capacidad de conocer las interacciones entre las actividades humanas y su entorno en las formas que se promueva la salud, sin amenazar la integridad del medio ambiente del que depende.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer una conceptualización para el análisis de las relaciones de las variables de las Dimensiones Salud y Medio Ambiente del programa *Pereira Como Vamos*

1.3.2 Objetivos Específicos

Objetivo 1: Realizar una revisión bibliográfica y concepción conceptual de las variables de las Dimensiones Salud y Medio Ambiente en el marco de las ciencias ambientales

Objetivo 2: Categorizar las bases de datos existentes de las variables de las Dimensiones salud y medio ambiente del programa *Pereira Como Vamos*, mediante su priorización a través de un análisis estadístico.

Objetivo 3: Evaluar los potenciales relaciones entre las variables de las Dimensiones salud y medio ambiente en el marco del programa *Pereira Como Vamos*.

2 Marco referencial

Los impactos causados por el crecimiento económico y la globalización, han repercutido en la estructura y función de los sistemas ambientales que proveen de bienes y servicios determinantes en la calidad de vida de los habitantes de un territorio (Garzón-Duque *et al.*, 2016)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en su informe “Ambientes Saludables y Prevención de Enfermedades – Hacia una Estimación de las Cargas de Morbilidad Atribuible al Medio Ambiente 2012” (OMS, 2016), establece que el 23% de las muertes que se producen en todo el mundo pueden atribuirse a factores ambientales, presentándose 847.000 en América Latina. Se destaca que las enfermedades no transmisibles, como las neumopatías crónicas, los accidentes cerebrovasculares y los cánceres, constituyen aproximadamente dos terceras partes del total de muertes dadas por condiciones ambientales desfavorables.

Sin embargo, OMS (2016) señala que la mortalidad por enfermedades infecciosas asociadas a saneamiento, suministro de agua y gestión de desechos, se ha reducido por cuenta de mejoras en el acceso a agua potable. Igualmente, se señalan las acciones que se pueden emprender para hacer frente a los riesgos ambientales, entre los que se cuentan: la utilización de combustibles limpios, el uso seguro de sustancias tóxicas en entornos laborales y viviendas, el almacenamiento de agua segura, entre otros.

De esta manera, y con una proyección de más del 60% de la población del mundo serán habitantes urbanos en el 2050 (ONU, 2015), es necesario contar con herramientas que permitan una mejor planificación urbana, en aras de hacer frente al tráfico intenso, la contaminación, el acceso al agua y servicios de saneamiento como herramientas claves que permitan la reducción de los riesgos para la salud, permitiendo adoptar un enfoque de desarrollo en el que el medio ambiente se considere un aspecto fundamental de la protección de la salud, la reducción de las desigualdades en materia de sanidad, y ocupar un lugar central en la prevención primaria.

2.1 Salud Ambiental

Conforme al estrecho vínculo de la salud con el medio ambiente, la Organización Mundial de la Salud establece que la salud ambiental comprende “*aspectos de la salud humana, incluida la calidad de vida, que son determinados por factores*

ambientales físicos, químicos, biológicos, sociales y psicosociales. También se refiere a la teoría y práctica de evaluación, corrección, control y prevención de los factores ambientales que pueden afectar de forma adversa la salud de la presente y futuras generaciones” (Restrepo-Zea, 2017).

Para Lawinsky *et al.* (2012), la salud ambiental busca determinar los impactos sobre la salud humana generados por las condiciones ambientales que presenta el entorno, y la generación de las intervenciones necesarias sobre las actividades humanas que permitan el mejoramiento de la calidad de vida, tanto en el medio en que lo habita como aquel en el que trabaja; constituyéndose el ambiente como determinante en el estado de salud de las poblaciones e individuos.

Es así, que los conflictos ambientales conllevan relaciones de interdependencia y equilibrio con las condiciones de salud, se incrementan las alteraciones en las autorregulaciones de los ecosistemas y se elevan los niveles de contaminación ambiental, se acrecienta la presión sobre la población que se encuentra con mayor exposición a sustancias o elementos que afectan su salud, cuyos efectos pueden verse amplificados por los factores sociales y económicos asociados a estos conflictos. (OPS, 2005)

Según lo expuesto por Marsili y Comba (2015), esta perspectiva respalda la gran importancia por comprender los riesgos que puede enfrentar la salud, debido a la complejidad de los factores involucrados, cuyo abordaje se debe basar en la disminución y prevención de las causas de riesgo ambiental que impactan negativamente las condiciones de salud y el desarrollo de estrategias desde la multidisciplinariedad, involucrando los diversos sectores que se ven afectados.

En este sentido, el Observatorio Nacional de Salud (ONS, 2018), en su informe “Carga de Enfermedad Ambiental en Colombia” indican los aspectos generales para un ambiente saludable:

- Aire (en condiciones de no contaminación)
- Agua (segura y suficiente) y saneamiento
- Residuos peligrosos y sustancias químicas (tratados o dispuestos adecuadamente)
- Zoonosis y vectores (controlados o ausentes)
- Entornos saludables (libres de focos de infección)
- Ambiente global estable (para sustentar la actividad humana y ecosistémica)

Estos aspectos definen el tipo de afectación que se presenten sobre los Determinantes Sociales de la Salud³, dando como resultado condiciones que pueden dar lugar a eventos negativos, altamente inequitativos, los cuales pueden ser evitables mediante la formulación y aplicación de políticas públicas con base en la interdisciplinariedad y énfasis en la prevención y en el control de riesgos en el entorno.

Las interconexiones positivas entre los ecosistemas y la gestión de la salud humana constituyen una forma de lograr un desarrollo general de las comunidades, puesto que al salvaguardar los elementos bióticos y abióticos del entorno y su conectividad, que permitan la función y estabilidad de los ecosistemas, brindan mayores posibilidades a las comunidades de presentar mejor calidad de la salud (Nielsen, 2002). En este sentido, debido a la creciente necesidad de abordar la salud de manera más integral, debido al incremento desmedido de los conflictos ambientales, ha surgido un enfoque que incorpora el componente ecosistémico.

Actualmente en el país se cuenta con el Documento Conpes 3550 de 2008, el cual define 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, basando sus lineamientos en la prevención y disminución de factores de riesgo ambiental y reconoce la necesidad de un desarrollo de acciones a nivel multidisciplinar e intersectorial. En su plan de acción se establecen los siguientes objetivos:

- Gestión intersectorial en Salud Ambiental
- Acciones de política de Salud Ambiental
- Fortalecimiento orgánico y funcional
- Creación sistema unificado de información
- Fortalecimiento capacitación e investigación
- Gestión para consecución de recursos

El documento borrador de la Política Integral de Salud Ambiental (PISA) definida en el Conpes, establece cuatro ejes que deben ser destacados:

- Gobernabilidad y Gobernanza para la Salud Ambiental

³ La Organización Mundial de la Salud establece las *Determinantes Ambientales en Salud*, definiendo estas como las circunstancias en que las personas nacen, crecen, trabajan, viven y envejecen, incluido el conjunto más amplio de fuerzas y sistemas que influyen sobre las condiciones de la vida cotidiana. Estas fuerzas y sistemas incluyen políticas y sistemas económicos, programas de desarrollo, normas y políticas sociales y sistemas políticos.

- Información en Salud Ambiental
- Reconocimiento del impacto en la salud de los determinantes ambientales
- Incidencia de criterios de salud ambiental en esquemas de planeación y ordenamiento territorial

Esta política reconoce las complejas interacciones entre la sociedad y los factores ambientales y los posibles efectos sobre la salud y calidad de vida, al igual que destaca el concepto de desarrollo sostenible (ONS, 2018).

En consecuencia, con el desarrollo de políticas públicas de salud ambiental a nivel nacional y local, es necesario el análisis integral de los conflictos ambientales con mayor precisión e incentivar los espacios de participación, orientando de esta manera las acciones de vigilancia y control de la salud ambiental urbana.

2.2 Planificación Urbana para la Salud

Según CEPAL (2016), un informe de Naciones Unidas (2014), establece que durante el período 1970-2000, la población urbana de América Latina se incrementó en un 240%, y a 2015, más del 79,8% de la población de ALC⁴ vive en ciudades, con una proyección a 2040 de llegar cerca del 85%. Esta transición urbano-demográfica implica la generación de impactos sobre los recursos y una mayor demanda de servicios, así como problemas de pobreza y desigualdad.

En efecto, una calidad ambiental óptima es un requisito para el desarrollo sostenible de las ciudades, pero es en las urbes donde se concentran las mayores alteraciones ambientales por su dependencia de recursos externos, el gran gasto energético, la emisión de gases y la generación de residuos (Roa y Pescador, 2016), además, de verse alteradas por el impacto de la variabilidad climática; afectando la salud de los habitantes urbanos que, tal como lo evidencia Correal y Sarmiento (2015), al realizar un análisis del comportamiento semanal de la enfermedad respiratoria aguda vinculada con este fenómeno en la ciudad de Bogotá, evidenciaron los efectos negativos en la salud de la población y las consecuencias económicas de su atención.

En la Nueva Agenda Urbana, producto de la Tercera Conferencia de las Naciones Unidas sobre los Asentamientos Humanos, Hábitat III 2017, se establecen los

⁴ América Latina y el Caribe

compromisos de transformación en pro del desarrollo urbano sostenible, planteando como desafíos el abordaje integral de los ámbitos de la prevención y reducción del riesgo de desastres, la mitigación y adaptación al cambio y variabilidad climática, y una adecuada planificación urbana y territorial de los asentamientos humanos (Clos, 2018).

En este contexto, desde la Nueva Agenda Urbana, se prevé reconocer y reivindicar las ciudades como *“un espacio colectivo de oportunidades y de prestaciones públicas de calidad, al cual tengan derecho de acceder y participar todos sus habitantes, y también como lugar de ejercicio democrático, donde se generen las condiciones para mejorar la calidad de vida de las personas, familias y comunidades, ejerciéndose además la convivencia, la expresión de la diversidad y la cultura.”* (CEPAL, 2016)

En este sentido, y con el propósito de brindar una mejor calidad de vida, la planificación urbana debe enfocarse en la reducción de la contaminación, la optimización del consumo de recursos y la conservación de sus ecosistemas como lo plantean Blanco *et al.* (2015), permitiendo reducir los impactos del medio ambiente sobre la salud humana; lo cual obliga a los dirigentes a desarrollar e implementar acciones que permitan a las ciudades adaptarse a los estándares ambientales necesarios para mejorar la salud de la población.

2.3 Generación de Información para la Toma de Decisiones

En el abordaje de los conflictos ambientales, la gestión de la información debe interactuar de manera fluida entre los actores, permitiendo conocer cómo se propicia el conflicto, la identificación de la forma en que se manifiesta, la comprensión del poder, tanto quien lo genera como aquellos que se ven afectados por el mismo y en qué etapa de evolución se encuentra; permitiendo así poder realizar el análisis adecuado que permita iniciar acciones para su transformación (Padilla y San Martín, 2004).

Por tal motivo, el análisis del territorio demanda la obtención de datos a través de indicadores que permiten evaluar tanto las variables ambientales como las variables relacionadas con la salud, su interacción e impacto en relación con la calidad de vida, generando información que permite abordar los conflictos de manera más directa (Streimikiene, 2015).

Con este fin, se desarrolla en el país el programa *Cómo Vamos*, en el cual se realiza un seguimiento y evaluación de la calidad de vida en diferentes ciudades con el fin de proporcionar información necesaria para incidir en las políticas públicas, desarrollar gobiernos efectivos y transparentes; y ciudadanías más informadas, responsables y participativas. Esto se realiza mediante una medición de dieciocho dimensiones o áreas (educación, salud, mercado laboral, pensiones, vida y seguridad, vivienda y servicios públicos, espacio público y densidad, medio ambiente, movilidad, cultura, cultura ciudadana, responsabilidad y cultura ciudadana, participación, gestión pública, finanzas públicas, justicia, entorno macroeconómico, y dinámica empresarial); con una posterior evaluación de los indicadores objetivos de resultado y de los indicadores subjetivos de percepción ciudadana a través de una encuesta; y por último la generación de espacios de debate, reflexión y seguimiento permanente, lo cual permite recaudar información sobre la gestión de los gobiernos urbanos y efectuar un seguimiento riguroso y objetivo a los indicadores evaluados (Fundación Corona, 2009).

Para Pereira, se registra información periódica anual, donde se ha realizado la evaluación de las condiciones básicas de vida y desarrollo mediante la aplicación de una batería de indicadores, los cuales son comparados con otras ciudades, además de la aplicación de la Encuesta de Percepción Ciudadana, que permite conocer lo que sienten, piensan y opinan los habitantes de la ciudad sobre las distintas áreas que componen la calidad de vida (Fundación Corona, 2009). Esto ha permitido realizar un diagnóstico de la situación sobre las dieciocho dimensiones que maneja el programa, motivando un ejercicio de retroalimentación y ajuste de las políticas públicas por parte de la administración municipal.

Es así, que la compleja relación de las actitudes que definen la salud de la población y las condiciones ambientales que están asociadas, puedan ser evaluadas mediante el abordaje de una conceptualización y posterior análisis de las interrelaciones de los indicadores definidos en el programa *Pereira Como Vamos* en las dimensiones Salud y Medio Ambiente.

3 Métodos

3.1 Identificación, Ajuste y Depuración de las Variables

Los datos obtenidos para el desarrollo de este análisis se obtuvieron del Informe de Calidad de Vida de la ciudad (Pereira Como Vamos, 2018), realizando una revisión de los indicadores correspondientes a las variables salud y medio ambiente, en el periodo correspondiente entre los años 2012 a 2016.

Posteriormente, se inició una revisión y análisis bibliográfico existente, siguiendo una secuencia lógica que permita su búsqueda, catalogación, extracción de la información y por último se realiza un análisis y síntesis de la literatura científica. La búsqueda de la literatura se orientó a temas de interés determinantes, los cuales se agruparon en bloques de análisis entre la dimensión *Salud* y las variables Residuos sólidos, calidad del aire, de la dimensión *Ambiental*, además, de incluir temas como *salud ambiental* y las variables mencionadas; con el fin de acotar la información en los motores de búsqueda especializados.

Con este insumo, se procedió a la estructuración teórica de las variables salud y medio ambiente y su abordaje desde las ciencias ambientales, así como destacar la importancia de su interrelación para la medición de la calidad de vida.

Una vez identificadas las variables (conjunto de datos numéricos inicial de 27 indicadores ambientales y 26 de la dimensión salud), se realizó la estandarización de los indicadores restando la media y dividiendo por la desviación estándar, validándolos y ajustándolos de acuerdo a los referentes a las variables de estudio, con el fin de depurar las bases de datos y tener información en toda la serie de datos.

A continuación, se realizó una categorización cualitativa de las variables de cada dimensión según grado de importancia, teniendo en cuenta además, la afinidad y presencia de variabilidad para el objeto de estudio, estableciendo cuatro grados de importancia *Muy relevante*, con una calificación de cuatro (4); *Relevante*, con una calificación de tres (3); *Moderadamente relevante*, con una calificación de dos (2); y por último, *Poco relevante*, con una calificación de uno (1). Una vez realizada la calificación, aquellas cuyos valores estaban entre dos (2) y uno (1) fueron descartados por su bajo grado de relevancia.

Seguidamente, una vez depuradas las bases de datos según su grado de contenido de información, se procedió a una segunda categorización de acuerdo con la disponibilidad de información en los periodos de medición: *Alta*, con una calificación de cuatro (4), donde la variable registra información en los 5 periodos objeto de

estudio; *Media*, con calificación tres (3), donde la variable registra información entre 3 y 4 períodos objeto de estudio; *Media baja*, con calificación dos (2), la variable solo registra información entre 1 y 2 períodos objeto de estudio y *Baja*, con calificación uno (1), la variable no registra información en los períodos objeto de estudio o registra la misma información para todos períodos objeto de estudio. Una vez realizada la calificación, aquellas cuyos valores estaban entre dos (2) y uno (1) fueron descartados por su bajo contenido de información.

Finalmente, El conjunto de datos numéricos depurados corresponde a una matriz de dieciséis (16) indicadores para dimensión Medio Ambiente y nueve (9) para la dimensión Salud, con los cuales se realizaron los análisis de conglomerados y de correlación.

3.2 Procesamiento y Análisis de los Elementos de Cada Variable

En ésta investigación se aplicó la técnica estadística descriptiva multivariante denominada Análisis de Cluster o Análisis de Conglomerados, con el fin de conocer los rangos de medición de cada variable y definición de estas con sus máximas características de grupos homogéneos.

La técnica de agrupamiento que se desarrolló en este análisis corresponde a un cluster jerárquico por aglomeración, para conocer así la posible asociación entre las variables de estudio. El proceso se estructuró a partir de establecer el criterio de similitud que permita determinar la semejanza de los individuos entre sí, posteriormente, se definió el algoritmo de clasificación para determinar la estructura de agrupación de los individuos, para así especificar la estructura mediante dendogramas o diagramas arbóreos. (Castro *et al.*, 2012)

Para el análisis, se estableció como criterio para construir la matriz de distancia, la medida de disimilitud, a partir de la medida métrica de la distancia euclidiana al cuadrado, la cual está definida como la suma de los cuadrados de las diferencias de todas las coordenadas de los dos puntos. (*Ibíd.*)

Posteriormente se agruparon los datos mediante el método de conglomeración de Ward, el cual se basa en la varianza intragrupos de la estructura formada, el cual tiene como objetivo de establecer grupos de tal forma que la suma de los cuadrados de las desviaciones con respecto a la media de cada variable es mínima. Se establece así una integración de las distintas variables en clústeres que pueden medirse a través

de la suma total de los cuadrados de las desviaciones entre cada variable y la media del cluster que lo integra, (Ward, 1963).

Se obtiene así el Dendrograma (representación gráfica en forma de árbol que resume el proceso de agrupación en un análisis de clústeres), donde las variables similares se agrupan mediante enlaces cuya posición en el diagrama está determinada por el nivel de similitud/disimilitud entre los objetos, indicando la distancia a la que se realiza la unión en el eje de las ordenadas.

Se considera posteriormente, un análisis de Correlación, mediante el Coeficiente de Pearson con el fin de medir el grado de asociación entre dos variables cuantitativas aleatorias, las cuales poseen una distribución normal bivariada conjunta (Restrepo y González, 2007). Los análisis cuantitativos se realizaron con el software para análisis estadístico de aplicación general Infostat.

4 Resultados

Según lo establecido por Giraud y Morantes (2017), la evaluación de la calidad de vida en las ciudades debe desarrollarse bajo un análisis integral de los elementos sociales, educativos, políticos, económicos, institucionales, ambientales y de salubridad, de tal manera que se puedan conocer los impactos de las variables, su interrelación entre ellas e integrar su análisis en el proceso de planificación urbana.

En este sentido, se hace necesario encontrar las relaciones existentes de los indicadores que componen las variables de las dimensiones salud y medio ambiente y encontrar el aporte hacia la calidad de vida en el marco del programa *Pereira Como Vamos*

4.1 Asociación de las Variables

Una vez se obtuvo una base de datos consolidada y ajustada de las variables salud y medio ambiente del programa Pereira Como Vamos, en un periodo de cinco años; se obtuvieron los siguientes elementos para su análisis (ver cuadro No. 1).

Cuadro 1 Indicadores Depurados de las Variable Salud y Medio Ambiente

DIMENSIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	CÓDIGO
SALUD (S)	SEXUAL Y REPRODUCTIVA	Tasa de Mortalidad materna	S1
	MORTALIDAD INFANTIL POR CAUSAS	Tasa de Mortalidad Infantil menores de 1 año	S14
		Tasa de mortalidad en menores de cinco años por IRA	S13
	INCIDENCIA DE ENFERMEDADES	Prevalencia de enfermedades	S25
	MORTALIDAD INFANTIL POR CAUSAS	Tasa de mortalidad menores de 5 años	S15
	MORTALIDAD GENERAL	Tasa de mortalidad general	S50
		Tasas de mortalidad específica	S43
	COBERTURA ASEGURAMIENTO EN SALUD	Cobertura en aseguramiento	S1
MEDIO AMBIENTE (M)	DESASTRES NATURALES	Población afectada por desastres naturales	M33
			M35
	ENERGÍA	Eficiencia en el uso de la energía	M18
	ÁREAS VERDES ACCESIBLES A LOS CIUDADANOS	Número de árboles por habitante	M29
	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	Concentración de PM 10 Estación CARDER	M22

DIMENSIÓN	CATEGORÍA	INDICADOR	CÓDIGO
MEDIO AMBIENTE (M)	ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y RENOVABLES	Porcentaje de energías renovables sobre el total del consumo eléctrico	M19
	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	Empresas que cumplen con las normas de calidad del aire	M23
	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	Air quality index (ICA)	M25
	CONCENTRACIÓN DE CONTAMINANTES EN EL AIRE	Concentración de PM 10 Estación Hospital	M21
	EFICIENCIA EN LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO DEL AGUA	Calidad de agua	M3
	COBERTURA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	Generación de residuos sólidos urbanos de los habitantes de Pereira	M11
	ENERGÍAS ALTERNATIVAS Y RENOVABLES	Porcentaje de la población de la ciudad con recolección regular de residuos sólidos	M9
	TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	Porcentaje de empresas que cumplen con normas de calidad de vertimiento de agua	M8
	ÁREAS VERDES ACCESIBLES A LOS CIUDADANOS	Número de árboles por habitante	M30
	EFICIENCIA EN EL USO DE LA ENERGÍA	Consumo de combustibles (gasolina, ACPM y gas propano y natural)	M15
	COBERTURA DEL AGUA	Número de hogares con conexiones domiciliarias de agua por red	M1

Fuente: Creación propia, con base en el Informe Pereira Como Vamos, periodo años 2011 – 2016

Las variables finales, escogidas por su grado de importancia (ver punto 4.1), se sometieron a un análisis cluster, mediante el software Infostat, obteniendo dos grupos de conglomerados en función de su similaridad, representados en el siguiente Dendrograma (ver figura 1).

Los encadenamientos resultantes del conglomerado uno, establecen relaciones entre los elementos S16, S14, S13, M33, M35, M18, M30, S25, M22, M19, S27, M23, S15, M25, M21, M3; los cuales corresponden a los indicadores presentados en el cuadro No. 2.

Los indicadores conglomerados se dividen en tres subgrupos, el primero relaciona los elementos S16, S14, S13, M33, M35, M18; las cuales refieren correspondencia entre tasas de mortalidad, población afectada por desastres y eficiencia en el uso de energía.

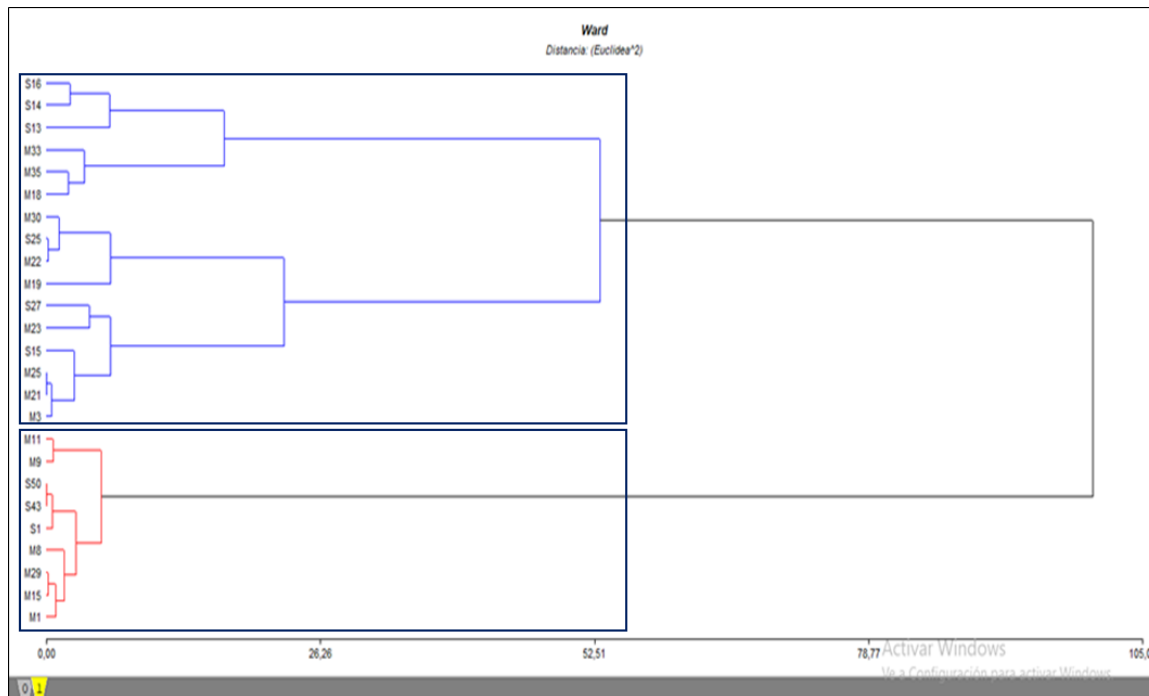


Figura 1 Dendrograma Conglomerados Variables Salud y Medio Ambiente

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 2 Indicadores Conglomerado 1

INDICADOR	DEFINICIÓN	Elemento
Tasa de Mortalidad materna	Mide la proporción de la población femenina que fallece por cada 100.000 niños nacidos vivos	S16
Tasa de Mortalidad Infantil menores de 1 año	Mide la proporción de la población infantil menores de un año fallecida por cada 1000 niños	S14
Tasa de mortalidad en menores de cinco años por IRA	Mide la proporción de la población infantil que muere por causa de Infección Respiratoria Aguda (IRA) por cada 100.000 habitantes	S13
Población afectada por desastres naturales	Número de personas afectadas por desastres naturales	M33
	Hogares afectados por precipitaciones, vendavales o eventos extremos	M35
Eficiencia en el uso de la energía	Consumo de combustibles (gasolina, ACPM y gas propano y natural) en la ciudad de Pereira	M18
Número de árboles por habitante	Determina el promedio de árboles por habitante en la Ciudad	M30
Prevalencia de enfermedades	Principales causas de morbilidad por consulta Infecciones respiratorias agudas	S25

INDICADOR	DEFINICIÓN	Elemento
Concentración de PM 10 Estación CARDER	Mide la concentración de partículas de alto volumen menores a 10 micras que se suspenden en el aire, mediante retención en un filtro ubicado en un muestreador de alto volumen.	M22
Porcentaje de energías renovables sobre el total del consumo eléctrico	Porcentaje de generación de energía eléctrica mediante fuentes de generación renovable sobre el total del consumo (incluyendo grandes represas hidroeléctricas, en años hidrológicos promedio)	M19
Prevalencia de enfermedades	Principales causas de morbilidad por consulta Enfermedades intestinales infecciosas y parasitarias	S27
Empresas que cumplen con las normas de calidad del aire	Medir el nivel de compromiso ambiental de las empresas en términos de calidad de aire	M23
Tasa de mortalidad menores de 5 años	Mide la proporción de la población infantil que muere por cada 100.000 habitantes	S15
Air quality index (ICA)	Permite clasificar la contaminación el aire mediante una convención de acuerdo a una escala de tonalidades con el propósito de facilitar y clasificar según el color un posible efecto en la salud.	M25
Concentración de PM 10 Estación Hospital	Mide la concentración de partículas de alto volumen menores a 10 micras que se suspenden en el aire, mediante retención en un filtro ubicado en un muestreador de alto volumen.	M21
Calidad de agua	Índice de riesgo de la calidad del agua para consumo humano - IRCA, tendencia anual general	M3

Fuente: Elaboración propia

El segundo subgrupo de elementos M30, S25, M22, M19, relaciona arbolado urbano, enfermedades respiratorias agudas, concentración de partículas de alto volumen en el aire y uso de energías renovables.

El tercer y último subgrupo de este conglomerado define los indicadores S27, M23, S15, M25, M21, M3, donde se relaciona información respecto a prevalencia de enfermedades intestinales infecciosas y parasitarias, calidad del aire y del agua, y tasa de mortalidad.

El conglomerado dos, presenta encadenamientos que relacionan las variables M11, M9, S50, S43, S1, M8, M29, M15 y M1; correspondientes a los indicadores descritos en el Cuadro No. 3.

Cuadro 3 Indicadores Conglomerado 2

INDICADOR	DEFINICIÓN	Elementos
Generación de residuos sólidos urbanos de los habitantes de Pereira	Kg/habitante*día	M11
Porcentaje de la población de la ciudad con recolección regular de residuos sólidos	Acceso regular: al menos una vez por semana. Ver metodología GCIF.	M9
Tasa de mortalidad general	Mide la Tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes	S50
Tasas de mortalidad específica	Mide la Tasa de mortalidad por cada 100.000 habitantes	S43
Cobertura en aseguramiento	Determina la Cobertura del SGSS	S1
Porcentaje de empresas que cumplen con normas de calidad de vertimiento de agua	Empresas que hacen vertimientos y cumplen con las normas de calidad de vertimiento de agua	M8
Número de árboles por habitante	Determina el promedio de árboles en la Ciudad (Zona Urbana)	M29
Consumo de combustibles (gasolina, ACPM y gas propano y natural)	Consumo de combustibles (gasolina, ACPM y gas propano y natural) en la ciudad de Pereira	M15
Número de hogares con conexiones domiciliarias de agua por red	Determina el número de hogares en la Ciudad con conexiones domiciliarias de agua por red	M1

Fuente: Elaboración propia

En este conglomerado se encuentran grupos homogéneos de indicadores que presentan elementos más próximos, más similares o menos distantes, como generación y recolección de residuos sólidos, tasa de mortalidad, cobertura en aseguramiento, calidad de vertimientos de agua, árboles por habitante, consumo de combustibles y distribución de agua.

4.2 Análisis de Correlación de Pearson

Una vez identificados los conglomerados jerárquicos y los indicadores que se encuentran más próximos entre sí, se realiza una validación mediante un análisis de Correlación de Pearson, con el fin de establecer similitud entre las variables, donde el coeficiente de correlación obtenido procede de variables cuyo coeficiente de correlación es diferente a cero.

Para obtener los resultados obtenidos para los conglomerados uno y dos se usó el software estadístico Infostat, resultando las siguientes matrices (ver figuras 2 y 3).

Figura 2 Coeficiente de Correlación de Pearson del Conglomerado 1

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: coeficientes\probabilidades

	M33	M35	M18	M30	M22	M19	M23	M25	M21	M3	S16	S14	S13	S25	S27	S15
M33	1,00	0,15	0,40	0,98	0,87	0,62	0,29	0,51	0,50	0,32	0,45	0,64	0,43	0,96	0,94	0,36
M35	0,74	1,00	0,06	0,55	0,48	0,86	0,92	0,60	0,62	0,83	0,62	0,52	0,78	0,51	0,31	0,89
M18	0,49	0,87	1,00	0,13	0,15	0,58	0,54	0,33	0,34	0,59	0,74	0,55	0,79	0,17	0,11	0,83
M30	-0,02	0,36	0,77	1,00	0,02	0,28	0,15	0,21	0,23	0,43	0,17	0,76	0,20	0,01	0,23	0,90
M22	-0,10	0,42	0,74	0,93	1,00	0,43	0,17	0,08	0,09	0,22	0,38	0,45	0,13	2,5E-03	0,28	0,66
M19	0,30	0,11	0,34	0,60	0,47	1,00	0,96	0,88	0,86	0,61	0,47	0,33	0,30	0,27	0,83	0,17
M23	-0,60	-0,06	0,37	0,74	0,72	0,03	1,00	0,08	0,08	0,11	0,11	0,41	0,30	0,24	0,19	0,30
M25	-0,39	0,32	0,56	0,67	0,83	-0,10	0,83	1,00	4,7E-06	0,01	0,54	0,08	0,35	0,17	0,15	0,14
M21	-0,41	0,30	0,54	0,66	0,82	-0,11	0,83	1,00	1,00	0,01	0,55	0,08	0,35	0,18	0,16	0,13
M3	-0,57	0,13	0,33	0,47	0,66	-0,31	0,80	0,96	0,97	1,00	0,65	0,04	0,43	0,36	0,26	0,05
S16	0,45	0,31	-0,21	-0,72	-0,51	-0,43	-0,80	-0,37	-0,36	-0,28	1,00	0,81	0,31	0,35	0,51	0,97
S14	-0,28	0,39	0,36	0,19	0,45	-0,56	0,48	0,83	0,84	0,89	0,15	1,00	0,87	0,64	0,28	0,02
S13	0,47	0,18	-0,17	-0,69	-0,77	-0,59	-0,59	-0,54	-0,54	-0,47	0,58	-0,10	1,00	0,10	0,95	0,98
S25	-0,03	0,40	0,72	0,95	0,98	0,62	0,64	0,72	0,71	0,53	-0,54	0,28	-0,80	1,00	0,38	0,88
S27	0,05	0,57	0,79	0,65	0,61	-0,13	0,70	0,74	0,74	0,63	-0,39	0,61	-0,04	0,51	1,00	0,30
S15	-0,52	0,09	0,13	0,08	0,27	-0,72	0,59	0,76	0,77	0,88	-0,02	0,92	-0,02	0,09	0,59	1,00

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 Coeficiente de Correlación de Pearson del Conglomerado 2

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: coeficientes\probabilidades

	M11	M9	M8	M29	M15	M1	S50	S43	S1
M11	1,00	0,00	0,10	0,18	0,18	0,05	0,23	0,23	0,09
M9	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
M8	0,81	0,00	1,00	0,02	0,04	0,04	0,07	0,07	0,03
M29	0,71	0,00	0,93	1,00	1,1E-03	0,02	0,03	0,03	0,05
M15	0,71	0,00	0,90	0,99	1,00	0,01	0,01	0,01	0,03
M1	0,89	0,00	0,90	0,93	0,95	1,00	0,03	0,03	0,01
S50	0,65	0,00	0,85	0,91	0,95	0,91	1,00	0,00	0,01
S43	0,65	0,00	0,85	0,91	0,95	0,91	1,00	1,00	0,01
S1	0,82	0,00	0,91	0,88	0,91	0,95	0,96	0,96	1,00

Fuente: Elaboración propia

Se puede evidenciar correlaciones significativas para los dos conglomerados entre las dimensiones salud (S) y medio ambiente (M), es decir, que con el supuesto de un nivel de confianza del 5%, se asume que la probabilidad de cometer error para este análisis es de un $\alpha=0.05$.

Tanto en el conglomerado 1 como en el dos, la correlación resultante es $r = 0,99$, y un coeficiente de determinación de $r^2 = 0,98$; lo cual indica una relación lineal entre algunas variables. Un signo positivo indica que las variables se incrementan o disminuyen en el mismo sentido, mientras el signo negativo indica que cuando una variable se incrementa la otra disminuye (Restrepo y González, 2007).

Para el análisis de los datos obtenidos se debe tener en cuenta que aquellos que se encuentren por debajo de la diagonal principal y en cada posición se encuentra el coeficiente de correlación entre las dos variables de la lista, así como los que se encuentren por encima de la diagonal principal y en cada posición se encuentra la probabilidad asociada a la prueba de hipótesis de correlación nula (*Ibíd.*).

La evaluación de la intensidad de la correlación entre las variables para los dos conglomerados describe una magnitud o intensidad entre las variables de las dimensiones Medio Ambiente y Salud identificadas, siendo las variables de la dimensión salud, S16, S14, S13, S25, S27, S15, las relacionadas con las tasas de mortalidad y morbilidad de la población (ver figura 4 y cuadro 4)

Figura 4 Resumen Correlación de Pearson mayor a 0,5 del Conglomerado 1

M33	M35	M18	M30	M22	M19	M23	M25	M21	M3
1	1	2	4	4	4	5	5	5	4
16,67%	16,67%	33,33%	66,67%	66,67%	66,67%	83,33%	83,33%	83,33%	66,67%

Cuadro 4 Evaluación de la Intensidad de la Correlación Entre Variables del Conglomerado 1

CATEGORÍAS DE CORRELACIÓN LINEAL ENTRE VARIABLES DE LAS DIMENSIONES MEDIO AMBIENTE Y SALUD	RANGO	VARIABLES
FUERTE	Mayor a 80%	M23, M25, M21 y S16, S14, S13, S25, S27, S15
MEDIA	Entre 40% y 80%	M19, M22, M30, M3 y S16, S14, S13, S25, S27, S15
DÉBIL	Menor a 40%	M33, M35, M18 y S16, S14, S13, S25, S27, S15

Fuente: Elaboración Propia

Para el conglomerado 1, la categoría de *Fuerte correlación* se registra en un nivel superior al 80%, M23, M25 y M21; relacionadas con la calidad del aire de la ciudad.

Las variables con una categoría de correlación *Media*, son M19, M22, M30 y M3; las cuales se encuentran en un rango entre 40% y 80%; las cuales se encuentran relacionadas con energías renovables, concentración de partículas de alto volumen en el aire PM10, promedio de árboles por habitante y calidad del agua.

Por último, la relación de categoría *Débil*, rango menor al 40% con las variables M33, M35 y M18; que infieren sobre población afectada por desastres naturales y eficiencia en el uso de energía.

En el conglomerado 2, se encuentran las variables M11, M8, M29, M15 y M1, las cuales tienen una *Fuerte* relación con las variables analizadas de la dimensión Salud, las cuales están relacionadas con generación de residuos sólidos, calidad del agua, promedio de árboles en la ciudad, consumo de combustibles y hogares con conexión a red de agua (ver figura 5).

La variable M9 que establece el porcentaje de la población con recolección regular de residuos sólidos, presenta una categoría *Débil*, al no presentar relación con las variables de salud.

Figura 5 Resumen Correlación de Pearson mayor a 0,5 del Conglomerado 2

M11	M9	M8	M29	M15	M1
3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00
100,00%	0,00%	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

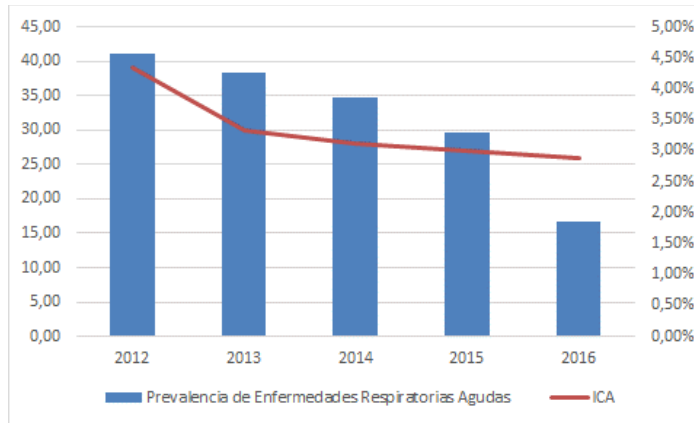
4.3 Análisis de las Relaciones de Variables más Destacadas Según las Categorías De Correlación Lineal

La interrelación de variables descriptivas del territorio, permiten plantear la complejidad de la problemática ambiental e identifican las interacciones entre impactos centrales, permitiendo dar foco a las instituciones para concentrar sus capacidades funcionales en el abordaje de los impactos ambientales en las urbes. En este sentido, se analiza el comportamiento de las relaciones de las variables más destacadas de cada conglomerado desde el año 2012 a 2016.

Las relaciones entre la Prevalencia de Enfermedades Respiratorias Agudas (variable S25) y el Índice de Calidad del Aire (Variable M25) se describen en la figura 6, donde

se evidencia un ligero decrecimiento en la variable asociada a la calidad del aire⁵, y una disminución en 13 puntos de la variable S25 (ver figura 6)

Figura 6 Relación entre las variables S25 y M25



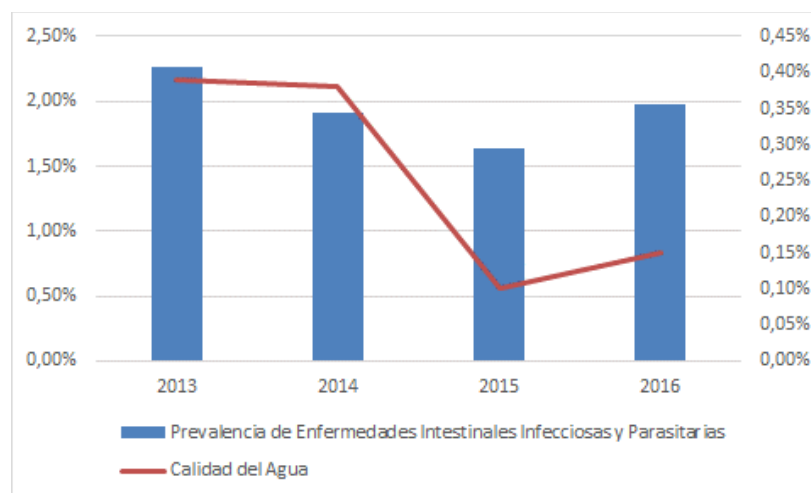
Fuente: Elaboración Propia

También se analiza para el conglomerado 1 la relación entre la Prevalencia de Enfermedades Intestinales Infecciosas y Parasitarias (S27) y la Calidad del Agua (M3). Aunque la variable M3 tiene una relación media según los resultados arrojados por la correlación, su incidencia en la salud y bienestar de los habitantes de las urbes es significativo (ver gráfico 7)

En este sentido, aunque se evidencia una reducción de la prevalencia de enfermedades intestinales entre los años 2013 a 2015, presenta un leve incremento en el año 2016, coincidiendo con una disminución en los resultados del Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano –IRCA- entre el periodo 2013-2015, con un aumento de 0,05 puntos porcentuales para el año 2016 (ver figura 7)

⁵ Permite comparar los niveles de contaminación del aire de las estaciones de monitoreo que conforman un Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire, en un tiempo de exposición previsto (IDEAM, 2012)

Figura 7 Relación entre las variables S27 y M3



Fuente: Elaboración Propia

5 Discusión

Para Giroud y Morantes (2017), la planificación de las ciudades bajo el enfoque de la gestión ambiental es necesaria para evitar la degradación de la plataforma ambiental, la cual debe ser encaminada hacia la generación y aplicación de políticas ambientales, económicas, sociales e institucionales que se basen en monitoreos, mediciones y evaluaciones de la realidad del territorio.

En este sentido, el análisis de los conglomerados o clústeres y las correlaciones obtenidas de los elementos analizados, presentan una estructura de elementos que, dada su similitud, muestran grupos homogéneos que visibilizan una posible relación o asociación entre las variables de las Dimensiones Salud y Medio Ambiente, que permiten inferir en aspectos como la relación de la prevalencia de casos de morbilidad y mortalidad por factores ambientales que deben ser profundizados para definir de manera más concisa su impacto y ser abordados en la planificación y ordenamiento urbano.

5.1.1 Calidad del Aire

Según lo establecido por Oyarzun (2010), la contaminación atmosférica se ha asociado a efectos específicos sobre el sistema respiratorio tales como riesgo de bronquitis obstructiva crónica, incremento del asma bronquial, disminución de la función pulmonar, exacerbación del cáncer pulmonar y disminución de la tolerancia al

ejercicio entre otros efectos adversos, los cuales dependen en cierta medida por la concentración del contaminante, la duración de la exposición y la susceptibilidad de las personas a la exposición.

La calidad del aire en el país se mide a través del Índice de Calidad del Aire –ICA- de acuerdo con el Protocolo para el Monitoreo y Seguimiento de la Calidad del Aire y las concentraciones de cada uno de los contaminantes criterio evaluados, los cuales están establecidos en la Resolución 610 de 2010, respecto a la afectación que tengan esto sobre la salud humana (IDEAM, 2017). Los parámetros que se evalúan y los límites máximos permisibles son:

Cuadro 5 Contaminantes Criterio Evaluados en el ICA

Contaminante	Unidad	Límite máximo permisible
PST	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100
		300
PM10	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	50
		100
PM2.5	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	25
		50
SO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	80
		250
		750
NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	100
		150
		200
O ₃	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	80
		120
CO	mg/m^3	10.000
		40.000

Fuente: IDEAM 2017

Los contaminantes criterio del aire en zonas urbanas de Colombia provienen en su mayoría de fuentes móviles⁶, debido a la combustión de combustibles fósiles, los cuales emiten sustancias como material particulado menor a 10 micras (PM10), óxidos de nitrógeno (NOx) y monóxido de carbono (CO), con una participación considerable de contaminantes provenientes de fuentes fijas⁷ como partículas suspendidas totales (PST) y óxidos de azufre (SOx) (MAVDT, 2010).

Por ser contaminantes cuya vía de entrada al organismo es la inhalatoria, es de esperarse que sus principales efectos sean sobre el sistema respiratorio por exposición tales como bronquitis, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, neumonía etc., además de tener impacto en el sistema cardiovascular (Rosales-Castillo *et al.* 2001).

Es así, que con el fin de determinar la relación entre los síntomas de enfermedades respiratorias con el material particulado menor a 10 micras (PM10), se realizaron estudios epidemiológicos en Bogotá, analizando una muestra de 610 niños menores a 5 años, los cuales presentaban una exposición a diferentes concentraciones de este contaminante, evidenciando que el 79,6% de los infantes que se ubicaban en zonas de mayor concentración de contaminantes presentaron chillidos o silbidos en el pecho frente al 69% de las zonas de menor exposición (*Ibíd.*).

Para la ciudad de Pereira, los resultados obtenidos por el Sistema de Vigilancia de Calidad del Aire (SVCA) de la CARDER muestra un índice de calidad BUENO para el Municipio de Pereira en cuanto a los parámetros Material Particulado (PM-10), Monóxido de carbono, Dióxidos de Azufre y Dióxidos de Nitrógeno: en cuanto a Material Particulado PM-10 y PM-2.5 se obtuvo un índice de calidad ACEPTABLE en el parámetro. Si bien las concentraciones presentadas del material particulado (PM-10) no superan el límite establecido en la Norma Diaria y la Norma Anual, se presenta un decrecimiento paulatino en sus concentraciones.

Pese al crecimiento del parque automotor en el municipio, que ha tenido un incremento del 27,1% entre el 2014 y 2018, con mayor representatividad en motos (34%) y automóviles (20,4%) (Alcaldía de Pereira, 2018); los datos arrojados sobre la Prevalencia de Enfermedades Respiratorias Agudas han presentado una disminución de 2,45% de casos entre los años 2015 a 2016 (ver figura 6)

⁶ Las fuentes móviles son aquellas referentes a los vehículos de combustión de combustibles fósiles tales como carros, motocicletas, aviones, barcos etc.

⁷ Fuentes fijas se refiere a los establecimientos industriales, que en su proceso productivo generan desechos que son emitidos a la atmósfera y tienen potencial de ser contaminantes.

Esta situación presentaría un balance positivo en cuanto a la gestión ambiental municipal, pero debido a que no se cuentan con los datos necesarios para inferir si la concentración de contaminantes en el área de estudio se encuentra por debajo de la norma, debido a la falta del número de estaciones suficientes para determinar las concentraciones de material contaminante en la atmósfera, solo se establecen los datos para dos puntos específicos del sistema de vigilancia de calidad del aire –SVCA (Hospital San Jorge y CARDER), dejando el resto de la ciudad sin monitoreo y sin los respectivos datos para realizar un análisis detallado de esta problemática; lo cual es evidenciado en los informes del Índice de Calidad Ambiental Urbana –ICAU- para los años 2013 y 2016, en donde se invalidan los datos para el indicador Calidad del Aire PM10, ya que el sistema de vigilancia de la calidad del aire no cumple con el 75% mínimo de representatividad exigido por su bajo número de estaciones.

Otra asociación de variables identificada, es la relación del aumento del arbolado urbano frente a la disminución la contaminación atmosférica, lo cual es validado en la investigación realizada por Maya *et al.* (2019), donde se estimó una remoción total de 228 toneladas anuales de contaminantes en un lapso de un año por un total aproximado de 688.000 árboles, donde prima la remoción de material particulado menor a 10 micras con 60.4 t, seguido de material particulado menor a 2.5 micras (PM2.5) con 32.1 t, 49.1 t de dióxidos de nitrógeno (NO₂) y 12.3 t corresponde a monóxido de carbono (CO).

Acorde con estos resultados y frente a la importancia del árbol en la dinámica de la ciudad, la gestión ambiental urbana y el ordenamiento del territorio debe consolidar una estructura ecológica urbana⁸ que brinde servicios ecosistémicos⁹, generando beneficios tangibles e intangibles primordiales para la vida, entre ellos se encuentra la producción de oxígeno y mejoramiento de la calidad del aire, estabilización de las condiciones climáticas, reciclaje de nutrientes y equilibrio del ciclo hidrológico. Asimismo, la estructura ecológica urbana es decisiva en la mitigación de los fenómenos climáticos extremos, la protección contra la radiación ultravioleta, la dispersión de las semillas y permite el disfrute del paisaje, entre otros, mejorando la calidad de vida de los habitantes (Frumkin *et al.*, 2010).

⁸ Red de espacios y corredores que sostienen y conducen la biodiversidad y los procesos ecológicos esenciales, a través del territorio (Arrubla y Paez, 2016)

⁹ Oferta de beneficios que obtenemos de los ecosistemas disponibles. De estos servicios, encontramos 4 tipos: 1. De regulación, 2. De soporte o cimiento, 3. Culturales y 4. De abastecimiento y/o aprovisionamiento. (Camacho y Ruiz, 2012)

5.1.2 Calidad del Agua

La investigación realizada por Córdoba *et al.* (2010) enmarca que para la preservación de la salud es necesario proteger la provisión hídrica para consumo humano, las cuales deben estar ubicadas a una distancia prudente de las fuentes de contaminación, con el fin de evitar la contaminación por patógenos causantes de enfermedades en la población; igualmente, Guzmán *et al.* (2016), establecen la calidad el agua como un componente que determina el estado de salud y la calidad de vida de los seres humanos, denotando como el evento de salud más susceptible a la contaminación hídrica a las enfermedades diarreicas agudas (EDA), las cuales han cobrado la vida de 502.000 personas en Latinoamérica en el 2014.

Guzmán *et al.* (2015) observaron una gran correlación entre la mortalidad infantil y la contaminación del agua para consumo humano, con parámetros de color, turbiedad, coliformes totales, E. coli y en especial para aquellas fuentes hídricas con un Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para Consumo Humano¹⁰ – IRCA- alto. En consecuencia, es fundamental garantizar el acceso a agua potable para mejorar las condiciones de salud de las poblaciones y evitar la trasmisión de enfermedades.

Aunque la cobertura de saneamiento básico para las urbes colombianas pasó de un 93 % a 97 % en el periodo 1990 a 2015, La disminución de las enfermedades transmitidas por aguas contaminadas no ha sido significativa a nivel país en los últimos años, tal es el caso de la EDA, la cual, a partir del 2012 ha tenido un incremento sostenido en la tasa de mortalidad, de igual forma, se observa una tendencia de aumento de 14,8 % de los casos entre 2008 y 2014 de las Enfermedades Transmitidas por Alimentos –ETA-, evidenciando que la repercusión del desarrollo de los sistemas de tratamiento de aguas residuales no ha sido la esperada para disminuir las enfermedades de origen hídrico (Rodríguez *et al.* 2016).

Para el municipio de Pereira, la relación encontrada entre las variables IRCA y la prevalencia de las enfermedades intestinales infecciosas y parasitarias tienen un nivel de similitud alto y de movimiento positivo del indicador, encontrando para Pereira en el rango de tiempo 2012 a 2015, una disminución en los valores del IRCA y una baja tendencia a la reducción de los casos causados por dichas enfermedades. En el año 2016, se presenta un aumento en de 0,05% en los casos de enfermedades de origen

¹⁰ Se establece como un indicador que estima el riesgo de incidencia de enfermedades asociadas al no cumplimiento de las normas sanitarias del agua para consumo humano. Las características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua de consumo humano se establecen en la Resolución 2115 del 2007

hídrico a la par de un progresivo incremento de los datos del IRCA (ver Figura 7); aunque el Informe Nacional De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano para el año 2017 establece una disminución del IRCA para la zona urbana de Pereira a un 0,1%.

La presencia de asentamientos urbanos aguas arriba de la bocatoma del acueducto de Pereira, no ha tenido una repercusión significativa en la calidad del agua suministrada a la población, según los datos presentados del IRCA, y aunque desde el año 2003 se tiene en funcionamiento una planta de tratamiento para las aguas residuales de una parte del centro poblado del corregimiento de La Florida, ubicado aguas arriba de la bocatoma del acueducto que surte la zona urbana del municipio, se ha visto colapsada por el aumento de las aguas servidas debido a los constantes desarrollos urbanos no planificados y el aumento de la población asentada en el área (Ruiz, 2016).

A esto se suma la proliferación de cultivos de cebolla que requieren altas cantidades de insumos agrícolas y la creciente afluencia de turistas en el área, ponen en riesgo la continuidad del suministro de agua con los parámetros requeridos para el consumo humano, que repercuten en la salud y por ende, en la calidad de vida de los habitantes.

En este sentido, la directa incidencia de la calidad del agua para consumo humano y el aumento de enfermedades de origen hídrico hace prioritario realizar una ordenación del territorio relevante, que se enfoque en planificación detallada de las zonas aferentes a los acueductos, en especial aquellos que surten las urbes, estableciendo una clara definición de la norma y usos del suelo, que respondan a las condiciones ambientales requeridas para la regulación hídrica, así como el control del desarrollo urbanístico (Rodríguez *et al.* 2016).

5.1.3 Residuos Sólidos

La generación de residuos (en cualquier estado) es inherente a cualquier tipo de actividad humana. La disposición de los residuos es una práctica que ha evolucionado en el tiempo, sin embargo, en la actualidad pese a que se cuenta con espacios creados específicamente para ello, aún persiste la práctica de arrojarlos indiscriminadamente en espacios como corrientes hídricas, ecosistemas y espacio público, generando problemas ambientales y sanitarios.

Es así, que se ha documentado que la exposición a residuos sólidos mal dispuestos tiene potenciales efectos en las poblaciones que residen cerca de estos focos, reportando un aumento de demanda de servicios de salud e incidencia de síntomas de enfermedades respiratorias (Filigrana *et al.*, 2011).

El crecimiento de la población urbana conlleva una mayor producción de residuos, la cual se incrementa por los patrones de consumos que erróneamente se asocian con mejores condiciones de vida por parte de los habitantes de las ciudades, provocando una mayor acumulación de basuras, con agotamiento de espacios para su adecuada disposición, o son arrojados en sitios que generan focos de vectores o generadores de enfermedades (Fernández, 2005)

Los riesgos a la salud asociados al manejo inadecuado de residuos sólidos descritos por Bonfanti (2004), se pueden producir por contacto directo o vía indirecta a través de vectores (transmisores de patógenos, entre ellos parásitos, de una persona o animal infectada a otra y ocasionan enfermedades graves en el ser humano), pudiendo causar más de cuarenta enfermedades desde colitis menores hasta infecciones que pueden llevar hasta la muerte, entre las cuales encontramos hepatitis virósica, toxoplasmosis, fiebre tifoidea y poliomielitis, al igual que otras patologías respiratorias como las broncopulmonares, los broncoespasmos y asma, se presentan además enfermedades de la piel y los problemas intestinales como la diarrea aguda.

Tal como se describió, la relación de las variables de morbilidad, mortalidad tiene una asociación fuerte respecto a la generación de residuos sólidos y su manejo, la cual se evidencia en el análisis de correlación del cluster número dos. La problemática en este aspecto no refiere únicamente a la cantidad de residuos que se generan (difícilmente asimilable por la naturaleza), sino, y de manera importantísima, a la calidad de los mismos y el desmejoramiento de los espacios urbanos.

En el municipio de Pereira, se proyecta una generación diaria de 410,26 toneladas de residuos, de los cuales el 41% (161,86 Ton/día) corresponde a residuos de fácil reciclaje como papel, plástico, metal y vidrio; el 33% (136,34 Ton/día) corresponde a residuos biodegradables; y el 27% (112,06 Ton/día) corresponde a residuos como textiles, madera y otros (Empresa de Aseo de Pereira, 2014).

En este sentido, y con una proyección de aumento en la generación de residuos, el manejo integral de estos, implica no solamente su tratamiento, reciclaje y disposición final, si no, que la gestión de residuos sólidos abarca desde la responsabilidad y el

compromiso para la reducción de su generación, a partir de la implementación de tecnologías limpias, procesos ecoeficientes, basados en la sostenibilidad del desarrollo de la sociedad con el medio ambiente (Fernández, 2005). Por ello, la consolidación de una cultura enfocada a generar conciencia en la población en el manejo y disposición de los residuos es fundamental para reducir la afectación que éstos generan en la salud y la calidad de vida de los habitantes urbanos.

6 Conclusiones

El contraste de las variables de las Dimensiones Salud y Medio Ambiente del programa Pereira Como Vamos, permitió, mediante la técnica cluster y el posterior análisis de correlación lineal de Pearson, identificar que hay una relación fuerte entre ellas y asociación entre los indicadores que comprenden estas variables, tales como arbolado urbano, enfermedades respiratorias agudas, prevalencia de enfermedades intestinales infecciosas y parasitarias, calidad del aire y del agua, tasa de mortalidad, generación y recolección de residuos sólidos, tasa de mortalidad, cobertura en aseguramiento, calidad de vertimientos de agua, consumo de combustibles y distribución de agua.

Las variables identificadas, impactan en la calidad de vida de los habitantes de Pereira, cuyo origen se asocia a factores de planificación urbana, bajo control en la aplicación o deficiente gestión de políticas en salud ambiental, incremento del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente urbano, deficiencia en la educación ambiental de las comunidades entre otras. En este sentido, las iniciativas globales para mejorar la salud ambiental en las ciudades deben verse reflejadas en las agendas políticas en el país, aterrizando las estrategias a la realidad del país mediante el conocimiento claro y preciso del territorio y las necesidades del medio ambiente y la sociedad.

La falta de información en las escalas y temporalidades requeridos para realizar análisis detallados, afecta la formulación de conclusiones con mejor soporte en la información; en este sentido es necesario fortalecer los sistemas de información de la ciudad con el fin de contar con datos claros, en tiempo real y con el detalle suficiente que permitan mejorar el abordaje de la problemática ambiental urbana del municipio de Pereira.

Aunque se cuenta con un sistema de vigilancia de calidad del aire –SVCA operado por la CARDER, el cual brinda datos y posibilita el análisis de las concentraciones de las sustancias contaminantes presentes en el aire de Pereira, se considera que no brinda la suficiente información para establecer la calidad del aire real en el municipio, debido a que solo se cuenta con dos estaciones de medición, los cuales no tienen la cobertura suficiente para establecer los datos reales sobre las condiciones de contaminación atmosférica de la zona urbana. Se requiere un sistema de monitoreo que cuente con las estaciones suficientes que permitan inferir sobre la calidad del aire real e identificar las zonas más críticas de contaminación, en las cuales se deben

tomar medidas de control para mitigar el impacto ambiental y los posibles focos de prevalencia de enfermedades respiratorias relacionadas por contaminación del ambiente.

7 Referencias

- Alcaldía de Pereira (2018). Informe Semestral de Movilidad
- Arroyave-Maya, M., Posada-Posada, M., Nowak, D. y Hoehn, R. (2019). Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el valle de Aburrá. *Colombia Forestal*, 22(1).
- Betancourt, O., Mertens, F., & Parra, M. (2016). Enfoques ecosistémicos en salud y ambiente
- Blanco-Becerra, L. C., Pinzón-Flórez, C. E., & Idrovo, Á. J. (2015). Estudios ecológicos en salud ambiental: más allá de la epidemiología. *Revista Biomédica*.
- Bonfanti, F. A. (2004) La incorrecta gestión de los residuos sólidos urbanos y su incidencia en la calidad de vida de la población de Resistencia. Instituto de Geografía. Resistencia, Argentina.
- Camacho Valdez V, Ruiz Luna A. (2012). Marco Conceptual y Clasificación de los Servicios Ecosistémicos. *Revista BioCiencias*
- Castro Heredia, Lina M. Carvajal Escobar, Yesid. & Ávila Díaz, Álvaro Javier (2012) Análisis Cluster Como Técnica De Análisis Exploratorio De Registros Múltiples En Datos Meteorológicos. *Revista Ingeniería de Recursos Naturales y del Ambiente*, núm. 11, enero-diciembre, Cali, Colombia
- CEPAL, N. U. (2016). América Latina y el Caribe: desafíos, dilemas y compromisos de una agenda urbana común.
- Clos, J. (2018). Conferencia de las Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible (Hábitat III): la Nueva Agenda Urbana. Reflexiones sobre el desarrollo en América Latina y el Caribe: conferencias magistrales 2016-2017. Santiago: CEPAL, 2018. LC/PUB. 2018/14. p. 7-13.
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe – CEPAL – (2015) Panorama multidimensional del desarrollo urbano en América Latina y el Caribe.
- Córdoba, María. A. Del Coco, Valeria. Basualdo, Juan A. (2010). Agua y Salud Humana. *Revista Química Viva*, Universidad Nacional de la Plata, Argentina.
- Correal, M. E., & Sarmiento, R. (2015) Influencia de la variabilidad climática en las enfermedades respiratorias agudas en Bogotá. *Revista Biomédica*.
- Documento Conpes 3550 de 2008
- Empresa de Aseo de Pereira S.A. E.S.P, (2014). Generación y Caracterización de los Residuos Domiciliarios en el Área de Cobertura del Servicio Público de Aseo de la Ciudad de Pereira. Pereira, Colombia.

- Fernández, A. (2005). La Gestión Integral De Los Residuos Sólidos Urbanos En El Desarrollo Sostenible Local. Revista Cubana de Química. Universidad de Oriente, Cuba.
- Filigrana, P.A. Gómez, O.L. Méndez, F. (2011) Impacto de un Sitio de Disposición Final de Residuos Sólidos en la Salud Respiratoria de los Adultos Mayores. Revista Biomédica. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, Colombia.
- Frumkin, H., Bratman, G. N., Breslow, S. J., Cochran, B., Kahn, P. H., Jr, Lawler, J. J., Wood, S. A. (2017). Nature Contact and Human Health: A Research Agenda. Environmental health perspectives.
- Fundación Corona. (2009) Informe Manual Para Explicar la Experiencia Como Vamos. Tomado y ajustado de internet: <http://www.pereiracomovamos.org/>. Fecha de consulta: septiembre de 2018.
- Garzón-Duque, M. O., Cardona-Arango, D., Rodríguez-Ospina, F. L., & Segura-Cardona, Á. M. (2016) Perspectivas teóricas y metodológicas para el estudio del ambiente como determinante de la salud Revista Facultad Nacional de Salud Pública.
- Giroud Herrera, L. Morantes Quintana, G. (2017) Aplicación del Análisis Multivariante para la Sostenibilidad Ambiental Urbana. Revista Bitácora Urbano Territorial. Universidad Nacional de Colombia.
- Guzmán B, Blanca L, Nava T, Gerardo, Bevilacqua, Paula D. (2016). Vigilancia de la calidad del agua para consumo humano en Colombia: desafíos para la salud ambiental. Revista Facultad Nacional de Salud Pública.
- Guzmán, B. L. Nava, G. Díaz, P. (2015) La Calidad del Agua Para Consumo Humano y Su Asociación con la Morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. Revista Biomédica. Instituto Nacional de Salud. Bogotá, Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2012). Hoja metodológica del indicador Índice de calidad del aire. Sistema de Indicadores Ambientales de Colombia - Indicadores de Calidad del aire.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM (2017) Informe del Estado de la Calidad del Aire en Colombia.
- Colombia Instituto Nacional de Salud, Observatorio Nacional de Salud, (2018). Carga de Enfermedad Ambiental; Décimo Informe Técnico Especial. Bogotá, D.C.
- Lawinsky, M. Mertens, F. Sousa Passos, C. & Távora, R. (2012) Enfoque Ecosistémico en Salud Humana: La Integración del Trabajo y el Medio Ambiente en Revista Medicina Social.
- Marsili, D. & Comba, P (2015) Perspectives in Global Environmental Health Workshop. Istituto Superiore Di Sanità, Rome

- Martínez Abreu, J., Iglesias Durruthy, M., Pérez Martínez, A., Curbeira Hernández, E., & Sánchez Barrera, O. (2014). Salud Ambiental, Evolución Histórica Conceptual y Principales Áreas Básicas. Revista Cubana de Salud Pública.
- Ministerio de Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial – MAVDT- (2010). Política de Prevención y Control de la Contaminación de la Calidad del Aire. Bogotá, Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2017) Informe Nacional De La Calidad Del Agua Para Consumo Humano.
- Nielsen, O., (2002). Enfoques ecosistémicos para la salud humana
- Organización de las Naciones Unidas ONU, Secretaría Hábitat III. (2017) Nueva Agenda Urbana
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2014). New generation of national urban policies.
- Organización de las Naciones Unidas ONU. (2015) Revisión de las Perspectivas de la Población Mundial.
- Organización Mundial de la Salud OMS (2012). Ambientes Saludables y Prevención de Enfermedades – Hacia una Estimación de las Cargas de Morbilidad Atribuible al Medio Ambiente.
- Organización Panamericana de la Salud; Programa de las Naciones Unidas Para el Medio Ambiente (2005). Búsqueda de Herramientas y Soluciones Integrales a los Problemas de Salud y Medio Ambiente en América Latina y el Caribe
- Oyarzun G., M. Contaminación aérea y sus efectos en la salud (2010) Revista Chilena de Enfermedades Respiratorias. Santiago de Chile, Chile.
- Padilla Ormeño, César y San Martín Saavedra, Pablo, 2004. Conflictos Ambientales. Una Oportunidad para la Democracia. Observatorio de Conflictos Ambientales. Instituto de Ecología Política –IEP-. Santiago, Chile.
- Posada Arrubla, Adriana, & Páez Chávez, Jenny Vanessa. (2016). Modelo de Desarrollo Local Para Una Zona De Bogotá-Colombia, Relacionando la Estructura Ecológica Principal y el Proceso De Expansión Urbana. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. Bogotá, Colombia.
- Restrepo, Luis F. González, Julián. (2007) De Pearson a Sperman. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias. Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.
- Restrepo-Zea, J. H., Martínez-Herrera, E., & Ruiz-Molina, A (2017) Medellín y el sueño de Ciudad Saludable: Construcción técnica y colectiva Revista de Salud Pública.

- Roa, L.A., Pescador Vargas, B (2016) La Salud Del Ser Humano Y Su Armonía Con El Ambiente. Revista MED.
- Rodríguez-Miranda JP, García-Ubaque CA, García-Ubaque JC (2016). Enfermedades Transmitidas por el agua y Saneamiento Básico en Colombia. Revista Salud Pública.
- Rodríguez-Miranda JP, Serna-Mosquera JA, Sánchez-Céspedes JM (2016). Índices de la Calidad en Cuerpos de Agua Superficiales en la Planificación de los Recursos Hídricos. En Revista Logos, Ciencia & Tecnología.
- Rosales-Castillo JA, Torres-Meza VM, Olaiz-Fernández G, Borja-Aburto VH (2001). Los efectos Agudos De La Contaminación Del Aire En La Salud De La Población: Evidencias De Estudios Epidemiológicos. En Salud Pública Mex.
- Ruiz-Martínez AE (2016). La Contaminación de Las Fuentes Hídricas por Parte de Empresas Agrícolas en el Corregimiento de La Florida, Municipio de Pereira, Risaralda.
- Streim ikiene., D. (2015). Environmental indicators for the assessment of quality of life. Intellectual Economics.
- Vargas Marcos, F. (2005) La Contaminación Ambiental Como Factor Determinante de la Salud. Revista Española de Salud Pública; 79: 117-127
- Ward, J. H., Jr. (1963), Hierarchical Grouping to Optimize an Objective .Function, Journal of the American Statistical Association.