

# Methodological Proposal for the Evaluation of the Level of Vulnerability to Climate Change in Urban Environments. Comuna 13, Bucaramanga, Santander

Carlos Alberto Amaya Corredor, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Master en Gestión y Auditorias Ambientales<sup>1</sup>, Nancy Tavera Castillo, Magister en Gestión de la Tecnología Educativa<sup>2</sup>, Miguel Antonio Avila Angulo, Magister en Ciencias de la Informacion<sup>3</sup> Jazmín Alvarado Puentes, Ingeniera Ambiental<sup>4</sup>, Princesa Catalina Vesga Álvarez, Ingeniera Ambiental<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [camaya@correo.uts.edu.co](mailto:camaya@correo.uts.edu.co); <sup>2</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [ntavera@correo.uts.edu.co](mailto:ntavera@correo.uts.edu.co); <sup>3</sup>Unversidad Distrital de Bogotá, Colombia, [maavila@udistrital.edu.co](mailto:maavila@udistrital.edu.co),

<sup>4</sup>Unidades Tecnológicas de Santander

*Abstract -- Urban environments become the main scenarios of human life, where the greatest environmental transformations are presented to meet the needs and interests of the inhabitants. Their housing habits, transport methods, spaces of coexistence and consolidation of environmentally balanced environments are a permanent global need. Climate change has a high level of impact on the quality of urban life, therefore it is a global condition that must be managed, mitigated and adapted, so that living environments are consolidated sustainably. The research, in a first phase, analyzed information from two moments, one, theory and experiences of how climate change affects urban environments; two, how these climate change variables affect a specific urban scenario. In the second phase, the study defined Commune 13, Eastern Commune, in the city of Bucaramanga, where the information of phase one was verified, analyzing the level of threat, risk and vulnerability of this environment to climate change. In phase three, determined the levels of Vulnerability, intervention mechanisms are proposed in the commune, from the social, physical and environmental, to influence the urban environment, under conditions of mitigation and adaptation, that improve the conditions of the commune before climate change and potentialize the living conditions of its inhabitants and, by extension, the entire city.*

*Keywords – Vulnerability, Climate Change, Adaptation, Mitigation, Urban Environments.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.235>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Methodological Proposal for the Evaluation of the Level of Vulnerability to Climate Change in Urban Environments. Comuna 13, Bucaramanga, Santander

## Propuesta Metodológica Para Evaluación del Nivel de Vulnerabilidad al Cambio Climático en Entornos Urbanos. Comuna 13, Bucaramanga, Santander

Carlos Alberto Amaya Corredor, Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Master en Gestión y Auditorias Ambientales<sup>1</sup>, Nancy Tavera Castillo, Magister en Gestión de la Tecnología Educativa<sup>2</sup>, Miguel Antonio Avila Angulo, Magister en Ciencias de la Información<sup>3</sup> Jazmín Alvarado Puentes, Ingeniera Ambiental<sup>4</sup>, Princesa Catalina Vesga Álvarez, Ingeniera Ambiental<sup>4</sup>.

<sup>1</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [camaya@correo.uts.edu.co](mailto:camaya@correo.uts.edu.co); <sup>2</sup>Unidades Tecnológicas de Santander, Colombia, [ntavera@correo.uts.edu.co](mailto:ntavera@correo.uts.edu.co); <sup>3</sup>Universidad Distrital de Bogotá, Colombia, [maavila@udistrital.edu.co](mailto:maavila@udistrital.edu.co); <sup>4</sup>Unidades Tecnológicas de Santander.

*Resumen– Los entornos urbanos se convierten en los principales escenarios de vida humana, donde se presentan las mayores transformaciones ambientales para atender necesidades e intereses de los pobladores. Sus costumbres habitacionales, métodos de transporte, espacios de convivencia y consolidación de entornos equilibrados ambientalmente son una necesidad mundial permanente. El cambio climático, tiene alto nivel de afectación de la calidad de vida urbana, por consiguiente es una condición global que debe gestionarse, mitigarse y adaptarse, para que los entornos de vida se consoliden sosteniblemente. La investigación, en su primera fase, analizó información a partir de dos momentos, uno, teórico de experiencias del cómo el cambio climático afecta los entornos urbanos; y dos, cómo se describen las variables urbanas que se afectan o evidencian el cambio climático sobre un escenario urbano específico. En la segunda fase, el estudio delimitó la Comuna 13, Comuna Oriental, en la ciudad de Bucaramanga, en donde se identificó y describió las variables urbanas afectadas por el cambio climático, y analizando, a través de ellas, el nivel de vulnerabilidad de ese entorno al cambio climático. En la fase tres, se proponen mecanismos de intervención en la comuna, desde lo social, físico y ambiental, bajo condiciones de mitigación y adaptación, que mejoren las capacidades de respuesta de la comuna, ante el cambio climático y potencialicen las condiciones de vida de sus habitantes y por extensión, de toda la ciudad.*

*Palabras claves: Vulnerabilidad, Cambio Climático, Adaptación, Mitigación, Entornos Urbanos.*

*Abstract– Urban environments become the main scenarios of human life, where the greatest environmental transformations are presented to meet the needs and interests of the inhabitants. Their housing habits, transport methods, spaces of coexistence and consolidation of environmentally balanced environments are a permanent global need. Climate change has a high level of impact*

*on the quality of urban life, therefore it is a global condition that must be managed, mitigated and adapted, so that living environments are consolidated sustainably. The research, in a first phase, analyzed information from two moments, one, theory and experiences of how climate change affects urban environments; two, how these climate change variables affect a specific urban scenario. In the second phase, the study defined Commune 13, Eastern Commune, in the city of Bucaramanga, where the information of phase one was verified, analyzing the level of threat, risk and vulnerability of this environment to climate change. In phase three, determined the levels of Vulnerability, intervention mechanisms are proposed in the commune, from the social, physical and environmental, to influence the urban environment, under conditions of mitigation and adaptation, that improve the conditions of the commune before climate change and potentialize the living conditions of its inhabitants and, by extension, the entire city.*

*Keywords-- Vulnerability, Climate Change, Adaptation, Mitigation, Urban Environments.*

### I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático se entiende como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima, observada durante períodos de tiempo comparables [1]. Está causando una gran problemática a nivel mundial, puesto que los fenómenos naturales como sequías, vendavales, fuertes vientos, lluvias, tormentas e inundaciones, se han venido intensificando y teniendo repercusiones económicas, sociales, ambientales y de salud pública; en la última década del siglo XX los desastres naturales relacionados con las condiciones meteorológicas

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.235>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

17<sup>th</sup> LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities”, 24-26 July 2019, Jamaica.

produjeron aproximadamente 600.000 muertes en todo el mundo, el 95% de ellas en países pobres [2].

En Colombia la primera Comunicación Nacional [3] ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mostró resultados de investigaciones y predicciones de modelos climáticos, que evidenciaron el estado de vulnerabilidad del país frente a los impactos esperados del cambio climático. Si bien el país contribuye mínimamente al cambio climático global (0,4% de las emisiones globales) es altamente vulnerable a los efectos de este fenómeno en las esferas social, económica y ambiental [4].

El departamento de Santander y su capital Bucaramanga, no son ajenos a estas condiciones nacionales de cambio climático [5], su ubicación en la cordillera oriental a 7°7'7" Norte y 73°6'58" Oeste de Greenwich; su altitud es de 959 m.s.n.m., con un relieve variado con condiciones de desarrollo urbano sobre la conformación de una meseta y con características de temperatura promedio que oscila entre 17°C a 23°C, y precipitación anual de 1041 mm, le generan condiciones de especial atención en referencia al cambio climático, por lo cual su análisis desde lo local para actuar hacia beneficios globales, se en ruta con los planes nacionales de cambio climático y las estrategias mundiales de atención a este fenómeno ambiental.

El análisis de vulnerabilidad al cambio climático en el departamento de Santander [5], muestra el panorama departamental a través de seis variables de impacto del cambio climático, apreciando los principales paisajes del territorio departamental, pero sin entrar a puntualizar sobre zonas específicas. Dada la tendencia mundial de vida urbana, resulta de especial atención llevar el análisis departamental al detalle de sucesos en el entorno urbano, para proyectar medidas específicas sobre el escenario de vida de una importante cantidad de habitantes del departamento.

## II. MATERIALES Y METODOS

### A. Sitio de estudio

El Análisis de vulnerabilidad al cambio climático, al nivel de entornos urbanos, se ha empezado a trabajar en la ciudad de Bucaramanga, priorizando en una comuna (división administrativa territorial de identificación social), para tomarlo como territorio laboratorio, a partir del cual, repetir la información en toda la ciudad.

La propuesta metodológica se lleva a cabo en la Comuna 13 Oriental, constituida por los barrios: Los Pinos, San Alonso, Galán, La Aurora, Las Américas, El Prado, Mejoras Públicas, Antonia Santos, Bolívar, y Álvarez.; donde se busca identificar los riesgos, amenazas y vulnerabilidad del sector en

relación con el cambio climático, para proponer estrategias de adaptación y mitigación que propendan por mejorar integralmente el territorio.

### B. Proceso de Investigación

La metodología utilizada parte de un enfoque de investigación descriptiva, dado que se busca representar la realidad de situaciones, eventos, personas, grupos o comunidades [6]. Con esta metodología se describe la realidad del área de estudio y la existencia de variables que permitan identificar las condiciones endógenas, y por niveles de vulnerabilidad, ante el cambio climático. A partir de ello, se propone con enfoque prospectivo, estrategias de mitigación y adaptabilidad que fortalezcan las condiciones y calidad de vida en la ciudad.

En la primera fase se construyó una base documental temática sobre las condiciones de cambio climático y las acciones para su identificación en zonas urbanas. Se parte de reconocer las bases teóricas, de carácter académico y técnico, que argumentan la incidencia del cambio climático en entornos urbanos, y a partir de ello, apropiar guías, estrategias o experiencias nacionales e internacionales, desarrolladas e implementadas, que evidencien el manejo del riesgo, la amenaza y la vulnerabilidad del cambio climático en las ciudades.

En la segunda fase se caracterizaron las posibles variables urbanas ante el cambio climático, presentes en la comuna 13 Oriental de la ciudad de Bucaramanga. Para esta caracterización, de la base documental temática, se estableció qué variables relacionadas al cambio climático, existen en la zona de estudio, para proceder a describir sus condiciones de existencia in situ y a partir de las cuales, comparar con los criterios establecidos en otras experiencias, su condición de vulnerabilidad al cambio climático. Luego de caracterizar por variables, se consolidan un criterio de vulnerabilidad general de la zona, a partir del cual se podrán establecer momentos de intervención, que por mitigación o adaptación brinden mejores condiciones ante el cambio climático en el entorno urbano.

En la tercera fase, a partir de la cualificación de la vulnerabilidad de las variables in situ, se procedió a formular estrategias ambientales de respuesta frente al cambio climático. Reconocidas las condiciones de vulnerabilidad de las variables existentes en el entorno urbano, se cualifica la vulnerabilidad general de la zona y sobre ella se proponen estrategias y acciones que contrarresten las afectaciones identificadas y fortalezcan los escenarios de vida urbana, bien por características de resiliencia del entorno y sus habitantes o por intervenciones que corrijan y reenfoquen la consolidación urbana, adaptando y mitigando los alcances del cambio climático.

### III. DESARROLLO Y RESULTADOS

#### A. *Cambio Climático.*

Los cambios en el clima atribuidos al calentamiento global fueron expuestos desde años atrás, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) expone su preocupación por los efectos de este fenómeno a nivel mundial, en 2007 expone que “El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como evidencian los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar”.

La Universidad Nacional de Colombia [7], adelantó una extensa revisión bibliográfica sobre el cambio climático y sus implicaciones en la ciudad de Medellín, y cómo la mitigación, y en especial la adaptación, son herramientas que deben enfocar la planificación urbana actual hacia una proyección de las ciudades con planes de acción de adaptación urbana - PAAU-.

Por su parte, La Universidad de Manizales [8], ha trabajado sobre Mecanismos de Mitigación Frente al Cambio Climático en la Región Pacífica Colombiana con el manejo de información cuantitativa y cualitativa recolectada a través de encuestas, entrevistas y grupos focales; aquí se propuso conocer las condiciones mitigantes de los impactos del cambio que puedan estar presentes en las poblaciones vulnerables y su disposición a la prevención.

En el contexto internacional, en casos como la universidad de Chile [9], se hace un análisis con un enfoque integral de los procesos territoriales y ambientales que hacen parte del desarrollo urbano y la adaptación al cambio climático.

Así mismo, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático de México INECC, apoyado por el PNUD [9], sugiere una serie de recomendaciones que permitan evaluar la vulnerabilidad ante el cambio climático y el análisis de las causas de desastres reconociendo los factores que resultan en vulnerabilidad que lleva a identificar también acciones de adaptación cuyos efectos pueden ser proyectados y monitoreados en caso de implementarse.

Documentos de la CEPAL, en referencia a vulnerabilidad al cambio climático en ciudades de Latinoamérica [10], documentan cómo el cambio climático representa amenazas a escala globales e irreversibles sobre los seres humanos y la biodiversidad y considera tres razones fundamentales para enfocar la acción climática en las ciudades: La tendencia mundial de migración a la vida urbana; La concentración urbana de la generación del PIB mundial; y, el consumo urbano de energía que genera GEI.

Igualmente, a través de la CEPAL [11] se tiene un importante compendio de las condiciones de Cambio Climático en el contexto latinoamericano, relacionando trabajos académicos que documentan las causas, efectos y alteraciones generadas por el cambio climático, en diferentes escenarios de vida de las ciudades.

#### B. *Cambio Climático en Bucaramanga*

Para el área de estudio propuesta, como lo presenta el Plan Integral de Gestión de Cambio Climático Territorial del Santander 2030 [5], Santander y Bucaramanga son clave para el desarrollo de acciones en temas de cambio climático, el incremento de la temperatura resulta ser de atención particular para el Departamento, por otra parte se deberán impulsar alternativas para que los procesos industriales y agroindustriales sean más eficientes e innovadores y logren reducir sus emisiones de GEI y es fundamental pensar en acciones para lograr entornos urbanos resiliente y saludables, como agentes expuestos a las denominadas olas de calor y la prevalencia de Enfermedades Transmitidas por vectores.

Bucaramanga ha venido expandiéndose rápidamente, pero de una manera desordenada, el espacio urbano es cada vez más reducido y se ha incrementado los asentamientos humanos en zonas de alto riesgo en la ciudad.[12], además, se ha incrementado el parque automotor, que asciende a la suma de 200.123, en 2018, según la dirección de tránsito municipal, entre motocicletas y automóviles [13], provocando que las emisiones de gases efecto invernadero por fuentes móviles, aumenten agravando el problema de la contaminación, además de problemas en la salud de los habitantes.

Revisando los documentos de planeación pública de las autoridades territoriales de la ciudad como el Plan de Ordenamiento Territorial y los planes de gestión de las autoridades ambientales, es posible identificar aspectos sociales, físicos y ambientales que tienen alguna significancia en el análisis hacia la vulnerabilidad de la ciudad ante el cambio climático. Tres principales aspectos de ciudad recabados, se enuncian a continuación:

- Un aspecto clave en Bucaramanga, y que requiere especial atención, es el espacio público, elemento articulador de la ciudad y parte de las de condiciones ambientales que constituye un eje fundamental en los planes de ordenamiento territorial, desde los cuales se estipula que cada habitante debe disponer de 15 m<sup>2</sup> de espacio público (parque, plazoletas, plazas). Bucaramanga no sobrepasa los 2,5 m<sup>2</sup>, esto el déficit de espacios y parques para el esparcimiento de los habitantes, que se traduce en muchas obras pero poco espacio público, lo cual disminuye la calidad de vida de los habitantes que ven en estos espacios el único ambiente natural dentro de las ciudades [13].

- Otro aspecto importante es la gestión de residuos sólidos, aproximadamente 26.047 ton/mes se producen en Bucaramanga, estos son dispuestos en el relleno sanitario que actualmente presenta una gran problemática debido a que ha llegado al término de su vida útil, provocando contaminación del suelo, agua y afectaciones a comunidades aledañas, a esto se suma la falta de educación ambiental por parte de la comunidad urbana que no realiza separación en la fuente de los residuos.
- Bucaramanga es una región de alta amenaza sísmica donde concurre el movimiento de las placas tectónicas de la cordillera oriental que la hacen más propensa a fenómenos de origen geológico [14]. Existen tres fallas regionales que se conectan con el municipio de Bucaramanga: Santa Martha-Bucaramanga, Suárez y Surata, éstas poseen una gran transmisión de las ondas sísmicas, por cuanto son planos de inestabilidad de unos terrenos contra otros, el nido sísmico de Bucaramanga [15] está ubicado a tan solo 50km del municipio. La erosión es un fenómeno muy antiguo en Bucaramanga, según el PMGRD [16] Bucaramanga (2013) “es causada por la acción directa e indirecta de las aguas lluvias y por la presencia de aguas subterráneas, las cuales favorecen y aceleran el proceso de meteorización” (p.11). Igualmente, las actividades antrópicas y fenómenos de variabilidad climática hacen que el problema de erosión sea significativo.

### C. Vulnerabilidad al Cambio Climático.

De acuerdo con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), las mayores amenazas y vulnerabilidades asociadas al cambio climático en la región de América Latina incluyen: la reducción y posible desaparición de los glaciares, el alza del nivel del mar en las costas; intensos y frecuentes cortes de agua. Asimismo, el Caribe estarán más expuestos a más intensos y frecuentes ciclones tropicales; incrementos extremos en la temperatura y a significativas disminuciones de precipitación, causando una “savanización” del sistema forestal. Además, las ciudades generan emisiones a pasos agigantados y propiciarán el cambio climático; factores como la concentración de gente, la forma como se desplazan los ciudadanos, la extensión, los residuos sólidos, las industrias, la prestación de los servicios, son identificados como un problema.

Para conocer los riesgos a los que se exponen los habitantes de una ciudad, su nivel de vulnerabilidad y la capacidad de adaptarse a sus impactos, cada ciudad debe ser estudiada individualmente ya que cada una tiene características diferentes [7].

Para evaluar la vulnerabilidad, el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, IDEAM, a través de los nuevos escenarios de cambio climático para Colombia 2011-2100 [17] define 5 elementos básicos para el país: Seguridad

alimentaria, recurso hídrico, biodiversidad, salud, hábitat humano e infraestructura. Junto con el plan de Departamental Santander 2030, estos pueden ser una guía bastante relevante para determinar los niveles del departamento, pero hay factores específicos para cada ciudad que pueden aportar a identificar las amenazas de un área en específico.

A través del portal web las2orillas.co [18], factores como disminución de zonas verdes, aumento de tráfico vehicular, estrés por calor, derrumbes, precipitación extrema, escasez de agua, deslizamientos, inundaciones, calidad del aire, sequías, inciden especialmente en los contextos urbanos.

Para comprensión de la Vulnerabilidad al cambio climático, se tomó como base conceptual la definición del IPCC [20] “nivel al que un sistema es susceptible, o no es capaz de soportar los efectos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los fenómenos extremos. La vulnerabilidad está en función del carácter, magnitud y velocidad de la variación climática al que se encuentra expuesto un sistema, su sensibilidad y su capacidad de adaptación” y se caracteriza según la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa de cada sistema a la variabilidad climática, a los eventos extremos y por consiguiente al cambio climático.

Con el análisis de la información anterior, el proyecto definió como criterios de vulnerabilidad: La exposición, la sensibilidad y el nivel de información en relación al cambio climático; y como variables territoriales de análisis: existencias de Islas de calor, Aumento del Parque Automotor, Gestión de Residuos sólidos y Disminución de Zonas Verdes Urbanas.

Estos criterios y variables fueron analizadas cualitativamente y se establecieron condiciones de interpretación, que permitieran su caracterización territorial frente al cambio climático.

### C. Análisis de Vulnerabilidad.

El análisis aplicado a la comuna, tomando como referencia análisis ambientales en otras ciudades [25], estableció un nivel de vulnerabilidad, los cuáles se clasificaron relacionados a una definición y color, para expresar el nivel de daño que la vulnerabilidad puede ocasionar sobre el territorio. Esto se consigna en la Tabla I.

TABLA I  
CRITERIO DE NIVEL Y COLOR PARA EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD

Niveles De Vulnerabilidad	Definición
Alto	La variable debe intervenir en la mayor brevedad, genera daños.
Medio	Se requiere intervención que fortalezca los procesos para evitar deterioro significativo.
Bajo	No hay deterioros fuertes pero deben tomarse medidas de control.
No Alterado	No es vulnerable.

El reconocimiento de la zona de estudio, tomó como referencia criterios de análisis cualitativo, con lo cual facilitar la caracterización de la comuna. Para ello se asumió la exposición, sensibilización y nivel de información como condiciones de análisis. Su explicación se muestra en la Tabla II.

**TABLA II**  
CONDICIONES PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Condición	Explicación
Exposición	La presencia de personas; medios de subsistencia; especies o ecosistemas; funciones, servicios y recursos ambientales; infraestructura; o activos económicos, sociales o culturales en lugares y entornos que podrían verse afectados negativamente.
Sensibilidad	Grado en el que un sistema resulta afectado, ya sea negativa o positivamente, por estímulos relacionados con el clima.
Nivel de información	Grado de conocimiento que tienen las personas acerca de un tema específico.

A partir de reconocer el soporte de explicación de las condiciones de exposición, sensibilidad e información, se cruzó su reconocimiento con la definición del nivel de vulnerabilidad, con lo cual, establecer las condiciones de vulnerabilidad de cada variable en la comuna.

En las Tabla III, desde III-A hasta III-D, se consigna el análisis cualitativo de las variables: Isla de Calor, Aumento Parque Automotor, Residuos Sólidos y Disminución de Zonas Verdes, en las cuales se identifica el nivel de vulnerabilidad.

**TABLA III**  
ANÁLISIS DE NIVELES DE VULNERABILIDAD POR VARIABLES EN LA COMUNA 13

III-A Islas De Calor			
Niveles De Vulnerabilidad	Exposición	Sensibilidad	Nivel De Información
Alto	Las olas de calor son persistentes e indiferentes a las actividades, y condiciones climáticas.	Se presentan incendios sequías, y desabastecimiento de agua, alterando las condiciones de vida de la población	La información y conocimiento es insuficiente, no existen estrategias claras sobre mitigación y adaptación
Medio	Aumento de edificaciones tipo apartamento, y aumento de temperatura en algunas épocas del año.	Es posible que se generen perturbaciones negativas en la comuna por incrementos de temperatura (incendios, enfermedades de la piel por rayos ultravioleta)	Se tiene información sobre el cambio climático pero no existen acciones de intervención.
Bajo	Las olas de calor se presentan únicamente en épocas de verano.	Se pueden presentar cambios de temperatura que no afectan directamente a la comuna.	Existe información en cuenta algunas medidas de mitigación y adaptación.

No Vulnerable	Existen Islas de calor, pero no se ha visto afectada la población ni sistema	Existe un aumento de temperatura pero no genera alteraciones en la comuna	Existe información y se han tomado todas las acciones para mitigar el riesgo
---------------	--	---	--

III-B Aumento Parque Automotor			
Niveles De Vulnerabilidad	Exposición	Sensibilidad	Nivel De Información
Alto	Agravamiento de salud de personas con enfermedades respiratorias y personas sanas	La calidad del aire es mala, alta concentración de contaminantes identificados de origen automotor fuentes móviles.	La información es insuficiente y la comunidad no conoce los riesgos para la salud
Medio	Molestias en las personas con enfermedades y ligeras en la población general	La calidad del aire se deteriora, concentración de contaminantes identificados por actividades específicas	La información es inadecuada y las acciones insuficientes para evitar los procesos contaminantes
Bajo	La calidad del aire no afecta la población	La calidad del aire es aceptable, baja concentración de contaminantes	Hay información, conocimiento de riesgos, pero pocas acciones
No Vulnerable	No se evidencia ningún efecto para la población	La calidad del aire es satisfactoria, los contaminantes se disipan fácilmente	Hay suficientes información y existen acciones eficientes para la mitigación

III-C Residuos Sólidos			
Niveles De Vulnerabilidad	Exposición	Sensibilidad	Nivel De Información
Alto	Se presentan epidemias por proliferación de vectores y malos olores, provenientes de inadecuada acumulación de residuos.	Aumento de la generación per capital de residuos sólidos, no hay aprovechamiento de los residuos sólidos	Información deficiente, no existen políticas claras de manejo adecuado de residuos sólidos
Medio	Existen problemas de contaminación en espacios públicos y zonas verdes.	Las comunidades se ven afectadas por contaminación visual de espacios públicos, proliferación de vectores.	Información deficiente, no existe una coordinación acertada de gestión de residuos
Bajo	Los problemas existentes de contaminación por residuos sólidos en la ciudad no afectan directamente la comuna	La gestión de residuos es aceptable, sin afectaciones directas en la comuna	Existe información y conocimiento frente a la gestión de residuos, pero la comunidad no refleja ese conocimiento en sus acciones
No Vulnerable	Las rutas de recolección son eficientes y se cuenta con un relleno sanitario técnicamente fundamentado.	El sistema de gestión integral de residuos sólidos funciona correctamente	Existe la información y capacitaciones requeridas para el correcto funcionamiento del PGIRS.

III-D Disminución De Zonas Verdes			
Niveles De Vulnerabilidad	Exposición	Sensibilidad	Nivel De Información
Alto	Islas de calor persistentes, alteraciones en la salud por altas temperaturas	Crecimiento urbano descontrolado, deficiencia de espacio público verde, presencia de erosión, inundaciones.	La información y conocimiento es insuficiente, no existen estrategias claras sobre mitigación y adaptación.
Medio	Aumento de temperatura en algunas épocas del año	Deficiencia de espacio público verde, se podrían presentar erosión, inundaciones	Se tiene información sobre el cambio climático pero no existen acciones de intervención
Bajo	Islas de calor se presentes únicamente en épocas de verano	Espacio público verde aceptable, se pueden presentar cambios de temperatura que no afectan directamente a la comuna	Existe información y se tienen en cuenta algunas medidas de mitigación y adaptación
No Vulnerable	Existen Islas de calor, pero no se ha visto afectada la población ni sistema	Existe un aumento de temperatura pero no genera alteraciones en la comuna	Existe información y se han tomado todas las acciones para mitigar el riesgo

La Tabla IV, la Tabla V y la Tabla VI, muestran el resultado de cruzar el análisis de las tablas II y III; se logró establecer una valoración para el nivel de vulnerabilidad al cambio climático, de cada variable y criterio, sobre la comuna 13 de La Ciudad de Bucaramanga y por tendencia general se estableció el nivel de vulnerabilidad de la comuna, a partir del cual identificar las acciones y estrategia a aplicar para fortalecer o mejorar las condiciones de vida del entorno urbano y sus habitantes.

TABLA IV  
VALORACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN EXPOSICIÓN

Variable	Exposición
Islas de Calor	En la ciudad se presenta un crecimiento de edificaciones en un 42%, además del crecimiento de vías, y tráfico vehicular. Las Islas de calor se presentan con mayor intensidad los primeros meses del año con temperaturas hasta de 29°C, lo que afecta negativamente la población y ecosistemas urbanos, generando di-confort térmico, posibles incendios y enfermedades por exposición [26].
Aumento Parque Automotor	El aumento de vehículos en la ciudad genera mayor concentración de GEI lo que causa contaminación atmosférica modificando la calidad del aire que respira la población, tanto de la comuna como de toda la ciudad, lo que causa enfermedades respiratorias importantes, además, no se tiene información detallada ya que en el área de influencia de la comuna no se cuenta con una estación de monitoreo que de una informe detallado de la calidad del aire

Residuos Sólidos	A nivel residencial las rutas de recolección son suficientes sin embargo se evidencia una fuerte problemática de contaminación en zonas verdes y espacios públicos generada por la falta de compromiso de la ciudadanía en el cumplimiento de horarios de recolección, causando la contaminación visual de los espacios públicos de la comuna y aumentando la proliferación de vectores como gallinazos, roedores e insectos.
Disminución de Zonas Verdes	Existen acciones encaminadas para mejorar estas áreas, sin embargo deben fortalecerse para trabajar en aspectos de mantenimiento, educación ambiental y reforestación urbana para preservar las zonas de interés comunal y municipal.

TABLA V  
VALORACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN SENSIBILIDAD

Variable	Sensibilidad
Islas de calor	Los núcleos más calientes registrados en la ciudad se dan en las comunas 7, 12 y 15 con temperaturas hasta de 29 °C según registros aproximados de la CDMB, y según el IDEAM, para el Departamento de Santander pronostica un incremento de temperatura de hasta 0,9°C durante el periodo de 2011-2040 los cual indica que la Comuna 13 también podría verse afectada por este fenómeno.
Aumento parque automotor	Durante los años 2011-2015 el incremento de transporte automotor fue del 48% en el Área Metropolitana de Bucaramanga [5].
Residuos sólidos	Disposición de las basuras en un relleno sanitario que ya agoto su vida útil, y presenta 4 declaraciones de emergencia sanitaria sin obtener ninguna solución.
Disminución de zonas verdes	En Bucaramanga el espacio público por persona es de 2,5 m <sup>2</sup> una cifra bastante negativa, respecto a los 15 m <sup>2</sup> estipulados en el decreto 1504 de 1998 y también sugeridos por la Organización Mundial de la Salud (OMS). Lo cual nos indica que en la comuna existe este déficit de espacio público y zonas vedes.

TABLA VI  
VALORACIÓN DE VULNERABILIDAD SEGÚN NIVEL DE INFORMACIÓN

Variable	Nivel de información
Islas de calor	Existe desconocimiento, problemas de comunicación y poca claridad sobre el cambio climático por parte de la comunidad lo que influye negativamente con los objetivos de las estrategias municipales sobre el cambio climático.
Aumento parque automotor	La comunidad puede percibir el incremento de automóviles en la ciudad debido a la congestión vehicular, sin embargo, no tiene información real acerca de la calidad del aire que respira
Residuos sólidos	Ausencia de las autoridades ambientales en el liderazgo de manejo adecuado de residuos sólidos, el desconocimiento y la falta de capacitación en la comuna se ve reflejado en la cantidad de residuos que se generan, el consumismo y falta de compromiso con la ciudad y el medio ambiente son una de las fuentes del deterioro paisajístico de la ciudad
Disminución de zonas verdes	Es notable por parte de la comunidad la disminución de zonas verdes, pero se debe fortalecer el conocimiento de la población acerca de la importancia de los árboles y espacio público en la ciudad.

El análisis de vulnerabilidad de cada criterio escogido, permitió identificar un nivel general de vulnerabilidad, para la comuna, considerándola un todo. La Tabla VII muestra el

consolidado de análisis de las tablas anteriores, para tener un nivel único para todo el criterio analizado sobre la comuna.

**TABLA VII**  
NIVEL DE VULNERABILIDAD EN LA COMUNA 13 ORIENTAL

Componente	Exposición	Sensibilidad	Nivel Información	Resultado
Islas de calor	Medio	Bajo	Alto	<i>Medio</i>
Aumento parque automotor	Medio	Medio	Medio	<i>Medio</i>
Residuos sólidos	Medio	Medio	Alto	<i>Medio</i>
Disminución de zonas verdes	Bajo	Medio	Bajo	<i>Medio</i>

La Tabla VIII, incluye la explicación circunstancial de respaldo al nivel de vulnerabilidad general determinada para cada criterio analizado en la zona de trabajo.

**TABLA VIII**  
VALORACIÓN CUALITATIVA DEL NIVEL DE VULNERABILIDAD POR VARIABLE

Variable	Descripción	Calificación
Islas de calor	<p>Las islas de calor son un fenómeno que se presenta en las grandes ciudades, debido a la dificultad de la disipación del calor especialmente durante la noche, donde los materiales como asfalto y cemento desprende calor acumulado durante el día, fenómeno que se incrementa por las actividades antrópicas, quema de combustibles, crecimiento de población, pérdida de zonas verdes y por su puesto incremento de viviendas tipo apartamento. Es muy probable que Bucaramanga tenga un incremento de este fenómeno de Isla de calor debido a que el cambio climático es un hecho y es irreversible, lo que quiere decir que la temperatura de la tierra seguirá aumentando, aun así, se reduzcan las emisiones GEI.</p> <p>El IDEAM, para el Departamento de Santander pronostica un incremento de temperatura de hasta 0,9°C durante el periodo de 2011-2040 y para fines de siglo se pronostican que la temperatura media tenga un aumento en 2,5°C en la provincia de Soto Norte (entre otras), razón por la cual se presume, Bucaramanga también tendrá un cambio en la temperatura que promovería las islas de calor.</p> <p>Por otra parte, Bucaramanga ha crecido durante los últimos años, según el último censo realizado el incremento en viviendas fue de 42% a pesar que la población solo tuvo un aumento del 9%, lo que se traduce a que algunas comunas disminuyeron en población, pero aumento en número de viviendas [20].</p> <p>EL municipio tiene restricciones para la expansión urbana, y el aumento de edificaciones de altura es inevitable, las casas están siendo derribadas para sustituirlas por edificios situación que</p>	<b>MEDIO</b>

	viene incrementándose desde el año 2003 [20].	
Aumento del parque automotor	<p>Según el Plan de gestión de cambio climático Santander 2030, durante los años 2011-2015 el incremento de transporte automotor fue del 48% en el Área Metropolitana de Bucaramanga, lo que indica que las emisiones GEI, pueden incrementarse debido al uso de combustibles fósiles que sin duda son uno de los principales contribuyentes del cambio climático.</p> <p>Si bien el compromiso de Colombia con el mundo es el de reducir estas emisiones hasta un 20% y así evitar el aumento de 2°C en la temperatura, se requiere un compromiso nacional departamental y de cada individuo para contrarrestar el impacto negativo de las emisiones GEI.</p> <p>Además de la gran problemática ambiental se suma la grave afectación a la salud de la población que cada vez genera más complicaciones y muertes por causas de la contaminación atmosférica.</p>	<b>MEDIO</b>
Residuos sólidos	<p>Los residuos sólidos presentan una de las mayores problemáticas ambientales debido a grandes vacíos en cuanto a educación ambiental, inadecuada o escasa separación en la fuente y disposición final.</p> <p>Bucaramanga está atravesando una crisis ambiental por las constantes declaratorias de emergencia debido a la clausura del relleno sanitario, a pesar de la adecuación para postergar su vida útil que será extendida hasta el 2020, aún sigue siendo incierto el futuro del Carrasco, pues se requiere un terreno para un nuevo relleno sanitario, un aspecto de difícil solución, puesto que su creación generaría discordias entre la población debido a las diversas problemáticas que genera un relleno sanitario como proliferación de roedores, malos olores, problemas de salud, que disminuyen la calidad de vida de la población aledaña.</p>	<b>MEDIO</b>
Disminución de zonas verdes	<p>El crecimiento urbano de Bucaramanga, si bien no ha tenido la mejor planificación, si por lo menos se ha podido regular para que no se descontrolen en el restringido espacio territorial de la ciudad, el espacio para edificaciones y vías se ha incrementado, lo que ha llevado que las zonas verdes se vean afectadas, y esto se refleja en el poco espacio público que tiene actualmente el municipio.</p> <p>Las zonas verdes urbanas son un aspecto importante, según la literatura se afirma que las áreas verdes podrían ayudar a disminuir los efectos de las islas de calor.</p> <p>Sin embargo, con estrategias eficientes y políticas claras en el desarrollo del territorio, pueden lograrse cambios en zonas urbanas y mitigar los impactos de los efectos del cambio climático.</p>	<b>MEDIO</b>

En general, la vulnerabilidad de la comuna 13 se establece en *Nivel Medio*, lo cual significa que la comuna tiene deficiencias, pero también tiene fortalezas, las deficiencias están dadas en el nivel de información para los factores de residuos sólidos e islas de calor y las fortalezas en la sensibilidad para islas de calor y en exposición y nivel de información para disminución de zonas verdes.

#### IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Dentro de la evaluación de la vulnerabilidad de la comuna, cabe destacar que la disminución de zonas verdes es la menos preocupante, dado que en los tres momentos de análisis no supera el nivel medio, lo cual indica que las zonas verdes existentes en el sector están bien orientadas, y si bien no son suficientes para responder a los efectos del cambio climático no representan un riesgo adicional en la zona; aun así se requiere mejorarlas y fortalecerlas.

Si bien los resultados metodológicos construidos, son de carácter cualitativo, ha sido posible encontrar aspectos relacionados en experiencias similares, en las cuáles la iniciativa por analizar el cambio climático incidiendo en espacios urbanos, lleva a generar interpretaciones de la realidad para mejorar los espacios de vida.

Como lo presenta Ibarra, [21] en su estudio de Vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeorológico, buscaba obtener información a nivel comunidad de la vulnerabilidad social a eventos hidrometeorológicos, para identificar las zonas más propensas a daños relacionados con eventos climáticos y el grado de participación que tiene la comunidad, generando algunas recomendaciones que permitan mejorar la capacidad de respuesta ante estos eventos.

En la metodología propuesta la información comunitaria es fundamental para reconocer la realidad de las condiciones urbanas de la comuna y hacer actores y autores a sus habitantes para movilizarse en procesos de respuesta a vulnerabilidades al cambio climático. El nivel de información de la comunidad con referencia al cambio climático, tiene significativa relevancia para mejorar las condiciones de vulnerabilidad.

En la ciudad de Medellín se tiene un importante trabajo sobre la relación de cambio climático, vulnerabilidad urbana y capacidad de adaptación. En la investigación Análisis de vulnerabilidad y planes de adaptación urbana para la reducción de los efectos del cambio climático en Medellín. [22]. Se hizo una extensa revisión bibliográfica sobre el cambio climático y sus implicaciones en la ciudad, y cómo la mitigación, y en especial la adaptación, son herramientas que deben enfocar la planificación urbana actual hacia una proyección de las ciudades con planes de acción de adaptación urbana -PAAU-.

La tesis expone como punto inicial una aproximación metodológica de análisis de vulnerabilidad para conocer la exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa con el que cuenta la ciudad para enfrentar los posibles efectos de este fenómeno a partir de un enfoque integrado que combine indicadores de orden físico y social. Los resultados, se dieron por medio de criterios y elementos para la construcción de un PAAU para Medellín, articulado al Plan de Ordenamiento Territorial -POT-, y formulado sobre una línea base construida a partir del análisis de vulnerabilidad de la ciudad.

El proyecto desarrollado en Medellín tomó como referencia los mismos elementos tomados en este estudio y las conclusiones de los dos estudios establecen criterios y elementos de orden teórico con el cual orientar la comunidad de la zona estudiada y las proyecciones de ciudad, para que contemplen medidas cualitativas que incorporen la mitigación y adaptación al cambio climático como un condicionante de ciudad. La exposición, sensibilidad y capacidad adaptativa esta mediada por el nivel de información de la comunidad, en las variables urbanas analizadas, se evidenció que el soporte de todo el proceso, permanente, debe ser la educación ambiental. Si las comunidades cuentan con información, las estrategias que desarrollen las autoridades para mejorar vulnerabilidades y disminuir riesgos y amenazas, serán de aplicación y resultados más asertivos.

De la Comisión Económica para América Latina y el Caribe CEPAL [10] se desarrolló el documento Vulnerabilidad y Adaptación de las ciudades de América Latina al cambio climático. Realizaron una revisión teórica y empírica de los procesos de mitigación y adaptación al cambio climático en áreas urbanas enfocándose en América Latina. Analizaron condiciones como el estrés por calor, la precipitación extrema, las inundaciones, los derrumbes, la contaminación del aire, las sequías y la escasez de agua como elementos que presentan un riesgo en las áreas urbanas para la población, los activos económicos, sociales y los ecosistemas, en relación al cambio climático.

Si bien las variables tomadas por la CEPAL no son las mismas desarrolladas en este estudio, fue posible soportar una conexidad entre los dos estudios, ya que la pérdida de zonas verdes, el fenómeno de isla de calor y el aumento de tráfico vehicular, citadas aquí, influyen en el estrés por calor que soporta una ciudad, las condiciones de precipitaciones y la contaminación del aire que se disparan por las actividades propias del entorno de ciudad.

Como se puede deducir en el análisis de condiciones, el trabajo sobre estas variables debe soportarse en decisiones gubernamentales, ya que ante estos fenómenos, se deben establecer medidas de control y regulación de las actividades que transforman el ambiente urbano. Las tres variables aquí

relacionadas pueden mejorar a través de medidas político administrativas, donde la especificación de criterios desde el ordenamiento territorial y el desarrollo de ciudad, potencie las zonas verdes y regulen proactivamente el parque automotor. La suma consecencial de estas medidas puede influir en los niveles de incidencia de precipitaciones y contaminación atmosférica de ciudad. Si bien aquí no se proponen medidas de tacita aplicación, si la descripción cualitativas de los momentos e identificación de la vulnerabilidad urbana al cambio climático, permitirá a las autoridades municipales intervenir preventivamente el desarrollo de ciudad.

En el artículo Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile [24] describen cómo el cambio climático implica diferentes impactos que se suman a la continua expansión urbana y a cambios en los patrones de uso del suelo, los cuales a su vez acrecientan las amenazas hidroclimáticas, como las inundaciones y el calor extremo. Estos cambios tendrán notables consecuencias para la vulnerabilidad residencial, especialmente las familias de bajos recursos y los asentamientos ilegales en grandes ciudades con crecimiento acelerado suelen ser los más vulnerables, debido a una mayor exposición y a una limitada capacidad de respuesta. El artículo proponen sus propias teorías para determinar quiénes son los principales afectados por las inundaciones y el calor extremo en (RMS) afirma que la vulnerabilidad depende del contexto y requiere políticas adecuadas para cada uno de los territorios.

En el estudio de la comuna 13 de Bucaramanga, los argumentos desde Santiago de Chile son altamente coincidentes, aunque aquí no se tiene asentamientos ni zonas urbanas deprimidas, las consideraciones de cambios de usos suelo y la densificación de la ocupación urbana (asimilable a la expansión urbana), inciden directamente sobre la sensación de calor en el sector y acrecienta la percepción de la contaminación atmosférica, factores de especial impacto sobre las zonas residenciales. Existe una marcada coincidencia en la necesidad de identificar la comunidad específicamente afectada por estas condiciones de análisis, reconociendo sus condiciones de exposición y sus condiciones de capacidad de respuesta, las cuales condicionan la vulnerabilidad urbana al cambio climático. Los dos estudios proponen situaciones de intervención cualitativa que fortalezcan las comunidades, el entorno de vida urbana y que aminoren la presencia o evidencia de la afectación por cambio climático.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ONU, «CMCC, Conferencia Marco de Cambio Climático,» ONU, Washington DC, EEUU, 1992.  
 [2] O. M. d. I. S. OMS, «OMS,» 2012. [En línea]. Available: 22. OMS, O. M. (2009). Organización Mundial de la Salud. Obtenido de Organización

Mundial de la Salud: [http://www.who.int/features/factfiles/climate\\_change/facts/es/](http://www.who.int/features/factfiles/climate_change/facts/es/).

[3] I. d. H. M. y. E. A. IDEAM, «Primera Comunicación ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático,» IDEAM, Bogotá DC, 2001.  
 [4] P. N. P. d. A. INAP, «INAP, P. N. (2011). Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible,» 2011. [En línea]. Available: [http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan\\_nacional\\_de\\_adaptacion/Proyecto\\_nacional\\_de\\_adaptacion\\_al\\_cambio](http://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Plan_nacional_de_adaptacion/Proyecto_nacional_de_adaptacion_al_cambio).  
 [5] M. d. A. y. D. T. MINAMBIENTE, «Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Departamento de Santander 2030,» MINAMBIENTE, Bogotá D.C., 2017.  
 [6] S. HERNANDEZ, Metodología De La Investigación., México: MAC GRAW HILL, 2014.  
 [7] C. M. PEREZ, Análisis de vulnerabilidad y planes de adaptación urbana para la reducción de los efectos del cambio climático en Medellín., Medellín: UNAL, Medellín, 2016.  
 [8] R. R. M. OBANDO y M. L. A. VARGAS, «Mecanismos De Mitigación Frente Al Cambio Climático En La Región Pacífica Colombiana,» *RIDUM UMANIZALES*, pp. 1-13, 2015.  
 [9] A. S. TOBÓN y P. U. C. d. C. PUCC, El Riesgo Climático En Ciudades Latinoamericanas De Menor Escala: Planteamiento De Una Herramienta De Aproximación, Santiago de Chile: PUCC, 2015.  
 [10] V. MAGAÑA y SEMARNAT, «Guía Metodológica para la Evaluación de la Vulnerabilidad ante Cambio Climático,» SEMARNAT, México D.F., 2013.  
 [11] S. MARGULIS y C. E. p. A. L. y. e. C. CEPAL, Vulnerabilidad y adaptación de las ciudades de América Latina al cambio climático, Santiago: ONU, 2016.  
 [12] L. M. GALINDO, J. SAMANIEGO, J. E. ALATORRE, J. F. CARBONELL, O. REYES y L. SANCHEZ, Ocho tesis sobre el cambio climático y el desarrollo sostenible en América Latina, Santiago de Chile: ONU, 2015.  
 [13] C. p. I. D. d. I. M. d. B. CDMB, «Plan Prospectivo 2020,» CDMB, Bucaramanga, 2014.  
 [14] D. B. ALCALDIA, «Plan de Desarrollo Municipal 2016-2019,» Bucaramanga, 2016.  
 [15] C. p. I. D. d. I. M. d. B. CDMB, «Plan General Para El Control De La Erosión 2010 - 2035,» CDMB, Bucaramanga, 2010.  
 [16] M. N. R. PERICO y G. N. R. PERICO, «Caracterización y recurrencia sísmica del nido de

Bucaramanga,» *Lésprit Ingenieux*, vol. 1, n° 5, pp. 64-79, 2014.

- [17] P. ALCALDIA, «Plan Municipal de Gestión de Riesgos y Desastres. PMGRD,» Bucaramanga, 2013.
- [18] I. d. H. M. y. E. A. IDEAM, «Nuevos Escenarios de Cambio Climático para Colombia 2011-2100, Herramientas Científicas para la Toma de Decisiones,» IDEAM, Bogotá D.C., 2015.
- [19] J. CIFUENTES, «Agua y cambio climático en Colombia: El paradigma entre el exceso y la escasez. [www.las2orillas.co](http://www.las2orillas.co),» 2017 07 21. [En línea]. Available: <https://www.las2orillas.co/agua-cambio-climatico-colombia-paradigma-la-exceso-la-escasez/>.
- [20] P. I. d. C. C. IPCC, «Cambio Climático 2014. Impactos, adaptación y vulnerabilidad Resumen para responsables de políticas. Ginebra: PNUMA.,» PNUMA, Ginebra, Suiza, 2014.
- [21] d. B. ALCALDIA, «POT Plan de Ordenamiento Territorial,» Bucaramanga, 2013.
- [22] M. L. L. IBARRA, «Vulnerabilidad social en Tijuana por eventos de tipo hidrometeorológico. Caso de estudio: colonia 3 de octubre,» CFN, Colegio de la Frontera Norte, Tijuana, México, 2016.
- [23] M. C. PEREZ, «Análisis de vulnerabilidad y planes de adaptación urbana para la reducción de los efectos del cambio climático en Medellín,» UN, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia, 2016.
- [24] J. WELZ y K. KRELLENBERG, «Vulnerabilidad frente al cambio climático en la Región Metropolitana de Santiago de Chile: posiciones teóricas versus evidencias empíricas,» *EURE (Santiago)*, vol. 42, n° 125, 2016.
- [25] E. I. U. S. A. EIU, «Índice de Ciudades Verdes de América Latina, Una evaluación comparativa del impacto ecológico de las principales ciudades de América Latina,» Siemens, Green City Index, Múnich, Alemania, 2010.
- [26] C. C. HERNANDEZ y C. C. A. AMAYA, «Estrategias De Adaptación Y Mitigación Al Cambio Climático De Las Unidades Tecnológicas De Santander.,» *CINTEX*, vol. 22, n° 2, pp. 89 - 109, 2018.