

Territorial strategy for climate change adaptation and mitigation in the municipality of Tona, Santander, Colombia.

Carlos Alberto Amaya Corredor, MSc¹ ; Zaira Yadira Jaimes Jaimes, Ing²; Steven David Benítez Ojeda, Ing³
^{1,2,3}All Author's Unidades Tecnológicas De Santander, UTS, Bucaramanga, Colombia
camaya@correo.uts.edu.co, zjaimes@uts.edu.co, sbenitez@uts.edu.co

Abstract— Global development and transformation is based on the use of natural resources, which in addition to benefits, has historically accumulated pollution and environmental impacts. The industrialization process and the massive use of fossil fuels have altered the planet's natural greenhouse effect, generating, among other things, climatological changes. The municipality of Tona, in the department of Santander, is part of the Colombian Andean territory identified with sensitive conditions to be affected by this climate change, hindering the living conditions of the population and affecting biodiversity, ecosystems of special significance, water dynamics, productive capacity of soils, agricultural, livestock and productive activities in all aspects, which makes necessary an integral management strategy that structures the guidelines, actions and investments to strengthen the territory and the communities. Methodologically, three stages were worked on, starting from identifying the aspects and variables that have been recognized from the international sphere as alterations of climate change on the territories and communities; in the second phase, this information was taken as a basis of analysis to recognize the threats, risks and vulnerabilities suffered by the municipal territory, analyzing the guidelines of risk management and climate change in Colombia, organized methodologically to recognize their levels of affectation and their prioritization; with which in the third phase, intervention strategies are proposed in the territory and in the communities. The research process concluded by highlighting the territorial aspects of greater sensitivity to climate change, biodiversity, availability of resources and mechanisms of access to them, as well as the political and administrative territorial organization and active citizen participation for improvement. The proposed strategies contemplate short, medium and long term goals, in order to allow the protection of the population and their way of life, according to the changing conditions of the global, regional and local environment.

Keywords— Risk Management, Climate, Biodiversity, Territorial Development, Quality of Life

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Estrategia territorial para la adaptación y mitigación al cambio climático en el municipio de Tona, Santander, Colombia

Abstract— El desarrollo y transformación mundial se basa en el aprovechamiento de los recursos naturales, lo que además de beneficios, históricamente ha acumulado contaminación e impactos ambientales, el proceso de industrialización y la masificación del uso de combustibles fósiles, alteró el efecto invernadero natural del planeta, generando entre otros, cambios climatológicos. El Municipio de Tona, en el departamento de Santander, hace parte del territorio andino colombiano identificado con condiciones sensibles para afectaciones por ese cambio climático, dificultando condiciones de vida de la población y afectando biodiversidad, ecosistemas de especial significancia, dinámicas del agua, capacidad productiva de los suelos, actividades agrícolas, pecuarias y productivas en todos los aspectos, lo que hace necesario una estrategia integral de gestión, que estructure los lineamientos, acciones e inversiones para fortalecer el territorio y las comunidades. Metodológicamente se trabajó tres etapas, partiendo de identificar los aspectos y variables, que desde la esfera internacional se han reconocido como alteraciones del cambio climático sobre los territorios y las comunidades; en segunda fase, esta información se tomó como base de análisis para reconocer las amenazas, riesgos y vulnerabilidades que sufre el territorio municipal, analizando los lineamientos de gestión de riesgos y cambio climático en Colombia, organizados metodológicamente para reconocer sus niveles de afectación y su priorización; con lo que en tercera fase, se propone estrategias de intervención en el territorio y en las comunidades. El proceso de investigación, concluyó evidenciando los aspectos territoriales de mayor sensibilidad ante el cambio climático, biodiversidad, disponibilidad de recursos y mecanismos de acceso a ellos, así como la organización territorial político administrativa y la participación ciudadana activa por el mejoramiento. Las estrategias propuestas contemplan metas en el corto, mediano y largo plazo, para que permitan la protección de la población y sus modos de vida, acorde a las condiciones cambiantes, del ambiente mundial, regional y local.

Palabras Claves— Gestión del Riesgo, Clima, Biodiversidad, Desarrollo Territorial, Calidad de vida

I. INTRODUCCION

Desde la Organización de Naciones Unidas, se identifica que la crisis ambiental mundial, movida fundamentalmente, por el aumento de la población humana, ha generado dificultades en aspectos como el clima, la biodiversidad y la contaminación [1]. Estas dificultades, entendidas como desafíos ambientales, necesitan integrar la ciencia, la academia, el gobierno y las comunidades, para formular políticas públicas, apoyándose en La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS, para detener la pérdida de biodiversidad, la creciente y constante generación de contaminación y de residuos, que

rediseñen el camino en busca de la neutralidad de emisiones de carbono hacia el año 2050 [2].

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, ha liderado procesos técnicos, científicos y académicos, para unificar los múltiples puntos de vista sobre la problemática ambiental mundial, procurando presentar ideas consolidadas de cómo es que se viene afectando el ambiente global y qué hacer para combatir las dificultades generadas [3].

De los principales aspectos de impacto ambiental identificados por el PNUMA [1], describe las dificultades que genera para el bienestar de la población, por los costos económicos para control ambiental, el combate de la pobreza, el hambre y la reducción de las desigualdades. El bienestar de las juventudes, como fuerza de desarrollo social, para lo cual las emisiones de dióxido de carbono, buscar proceso de emisión cero y control el calentamiento global para reconocer mejores escenarios de vida, minimizando residuos, protegiendo y conservando los ecosistemas y su biodiversidad. A la vez, el sistema económico, debe establecer mecanismos y procesos claros que incorporen el valor de la biodiversidad, los servicios ecosistémicos y todo beneficio de la naturaleza, incluir el capital natural en la toma de decisiones [4].

De la crisis de biodiversidad mundial, aspectos como los sistemas alimentarios es el principal responsable de la pérdida y tan solo la agricultura supone una amenaza identificada para 24.000 de las 28.000 especies en riesgo de extinción y la expansión de tierras para la agricultura puede llegar a afectar el 70% de la pérdida proyectada de biodiversidad. Mas del 70% de los suelos y humedales del planeta están alterados, afectando su especial significancia ambiental y por lo menos el 60% de los mares del mundo son objeto de explotación pesquera, afectando a más del 90% de especies consumibles existentes en ellos. Las estimaciones suponen que cerca del 20% de la fauna y flora del mundo están en peligro de extinción y la biodiversidad en general esta tan afectada, que se necesitaría 1,6 veces el actual planeta tierra, para soportar la biodiversidad que hoy demanda la humanidad [5].

La WWF en su informe de Biodiversidad, “Planeta Vivo 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo”, [6], muestra disminución de cerca del 70% de la población de mamíferos, reptiles, aves, peces y anfibios de todo el mundo y hace un llamado especial sobre Latinoamérica y el caribe, donde la pérdida de biodiversidad está siendo mucho más acelerada, con tasas superiores al 90% de pérdida de poblaciones y en general refleja el crítico estado de la

biodiversidad y urge a los gobiernos, las empresas y al público a tomar medidas transformadoras que reviertan su destrucción. En especies acuáticas, registran pérdida de cerca del 60%, aunque en algunas especies puntuales la disminución de individuos es de cerca al 80% de la población. En el informe se destaca, que las causas de esta pérdida de biodiversidad están marcadas por los cambios y conflictos de uso del suelo, la sobreexplotación de fauna y flora, la contaminación creciente, las especies invasoras y el fuerte cambio climático.

Las condiciones de aumento de la contaminación mundial se dan en relación directa al aumento poblacional y sus costumbres de consumo, cifras consolidadas por la ONU, la demanda de recursos naturales es más alta que nunca en comida, ropa, agua, vivienda, infraestructura, marcado por el aumento de más del triple de población desde 1970 y con un incremento del 45 % en el uso de combustibles fósiles [7].

En el informe La tragedia Ambiental de América Latina y el Caribe, de la CEPAL, se argumenta las causas y situación ambiental que han marcado la contaminación y crisis ambiental desde la perspectiva global y su específica situación en la región, a partir de las demandas económicas de bienes y servicios. En lo particular de América latina, destaca que para el continente el manejo y mitigación de la contaminación y afectación ambiental, debe pasar por el reconocimiento y fortalecimiento de las riquezas naturales, a través de la ordenación del territorio, que permita mejor manejo de los recursos naturales disponibles, la regulación de la huella hídrica y de carbono, cambiar las costumbres de consumo para procurar un mejor manejo de los residuos, así como la intervención en las fuentes de combustibles fósiles utilizados para impulsar la reconversión a fuentes alternativas que minimicen también, la generación de formación de contaminación atmosférica [8].

La crisis climática mundial tiene influencia en todos los aspectos de las sociedades, el aumento de las temperaturas es la causa directa de la degradación ambiental, los desastres naturales, las condiciones meteorológicas extremas, la inseguridad alimentaria e hídrica, la disrupción económica, los conflictos y el terrorismo [9]. Para 2020, el aumento de la temperatura global bordeaba 1 grado centígrado por encima de los niveles preindustriales [10], por lo que los llamados a la acción se mantienen en busca de mejorar el control del clima, a través del control y la regulación de emisiones, con ello establecer mejores condiciones de seguridad alimentaria, protección de ecosistemas y disminución de riesgo ambientales en todos los escenarios.

Por su parte, Colombia estableció 16 metas en el CONPES 3918 [11], para cumplir la Agenda 2030 y la ODS, enfocándose en la mitigación y adaptación al cambio climático. Esto incluye reducir el 20% de las emisiones de GEI para el 2030 y desarrollar una sociedad con sistemas económicos sólidos y ecosistemas resilientes [12] y el Informe preventivo de la Procuraduría delegada para Asuntos Ambientales y Agrarios destaca que, aunque el gobierno ha presentado iniciativas para la reducción de emisiones. [13]. Además, debe fortalecer la

seguridad alimentaria, la biodiversidad, el recurso hídrico, el hábitat humano, la salud y la infraestructura. El 25% del territorio nacional tendrá un riesgo alto o muy alto de sufrir las consecuencias de las modificaciones climáticas globales para 2040. A 2020 Colombia tenía solo 20 planes relacionados con el cambio climático, 16 de los cuales son integrales. Solo 6 de los 1103 municipios tienen planes para la mitigación de Gases Efecto Invernadero y la adaptación al cambio climático [14].

La Hoja de Ruta para la Formulación de los Planes Sectoriales y Territoriales de Adaptación [15] orienta a los territorios y sectores para que se realicen estrategias ante el cambio climático, adecuadas y enmarcadas dentro de los planes sectoriales y regionales. Esto es el paso más viable para involucrar la gestión del cambio climático en contextos locales, según el MinAmbiente de Colombia el 63% de los municipios no han actualizado su ordenamiento territorial, el 82% tiene población en riesgo, solo el 13% participa en programas de reconversión energética, más del 90% se vieron afectados por las olas invernales de 2010-2012 y el 100% tiene un alto riesgo frente a la variación del clima [16].

En 2016, Santander formuló el Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial de Santander PIGCTS 2030 [17] para mejorar la resiliencia y capacidad de adaptación del territorio a factores como el aumento de la temperatura y variaciones en las precipitaciones, este documento establece los lineamientos para los municipios del departamento y focaliza análisis según los diferentes ecosistemas presentes en Santander. El plan busca reducir las emisiones de GEI del departamento de acuerdo con los compromisos de Colombia en el Acuerdo de París. Incluye un diagnóstico y nueve ejes estratégicos, fuentes de financiamiento y una hoja de ruta para armonizar acciones a corto y largo plazo, propone hacerlo a través de: Un diagnóstico territorial de las condiciones sociales, institucionales, económicas y ambientales del departamento, incluyendo las dinámicas formadoras, las problemáticas asociadas al clima y las fortalezas y oportunidades, que, desde cada región del departamento, potencien la gestión del cambio climático.

Con las bases nacionales y departamentales, los municipios deben asumir la responsabilidad de formular su propia visión de respuesta al Cambio Climático, por lo que Tona, como entidad territorial asumió la formulación de su estrategia, que aplicada desde el territorio, permee y soporte todas las actividades sociales y económicas, con la intención de fortalecerlas, para lograr capacidades de sostenibilidad desde la visión de adaptación y mitigación en el manejo de situaciones asociadas a cambio climático.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Metodológicamente el estudio se estructuró desde una perspectiva cualitativa enfocados en análisis de tipo descriptivo, para clasificar, definir, caracterizar y catalogar el objeto o muestra de estudio [18]. El análisis se realizó por datos de fuentes secundarias. Tomando la información consolidada de entidades rectoras para la gestión del cambio climático y

III. DISCUSIÓN Y RESULTADOS

encargadas de la gestión territorial, se recurrió a datos del IDEAM, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la Gobernación de Santander, las Corporaciones Autónomas Regionales del departamento, la dirección región del riesgo de desastres y la Alcaldía Municipal de Tona.

Para focalizar el análisis de Gestión del Cambio climático, se buscó reconocer los aspectos identificados desde ONU-PNUMA [7] y el Ministerio de Ambiente de Colombia [19]: población humana, el clima, la biodiversidad y la contaminación, dentro del territorio del municipio de Tona, en el departamento de Santander. Para ello se procedió focalizados en tres momentos de investigación:

A. Línea Base Ambiental.

Recopilación y análisis de la información para caracterizar el estado actual del municipio. Se realizó el análisis de las principales actividades económicas, el hábitat humano, los ecosistemas estratégicos del mismo y posibles condiciones de amenaza o riesgo en el territorio. De la guía sectorial para aplicación de planes de gestión al cambio climático, se toma como elementos de reconocimiento, la delimitación del área de estudio, la compilación y organización de información multifuente y el análisis y construcción interpretativa de la realidad territorial. En este proceso, del territorio se determinó: el componente administrativo, las características biofísicas del territorio, el componente socioeconómico, el componente hidrológico, los riesgos de desastres y las condiciones climático-atmosféricas [19].

B. Vulnerabilidad del Municipio Frente al Cambio Climático.

Se hace la descripción y relación del grado de amenaza y nivel de riesgo presentes en el municipio, a partir de lo reconocido como elementos ambientales en el territorio y que han evidenciado afectaciones por cambio climático, con los cuales establecer condiciones de vulnerabilidad del territorio y la sociedad, para priorizar enfoques y acciones de recuperación.

El análisis de estos elementos permite identificar lineamientos que articulen con lo establecido en el PIGCCTS [17], para esto se procede mediante una matriz de análisis de ocurrencia (tomada del modelo de cualquier matriz de análisis de impactos ambientales), relacionando, amenazas por cambio climático, sobre componentes ambientales en el municipio. Este cruce de información permite establecer una cuantificación del riesgo y vulnerabilidad a la que se expone el municipio. Para ello se trabaja con la Metodología para la realización del Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades, desarrollada por el Consell de Mallorca [20], esta establece la forma de valorar los riesgos climáticos, la vulnerabilidad municipal y la capacidad de respuesta del territorio ante los efectos del cambio climático.

C. Propuestas para la Adaptación y Mitigación en el Municipio de Tona.

Con base en los escenarios de riesgo identificados, se proponen medidas de mitigación y adaptación al cambio climático. Dichas medidas son diseñadas en función de los lineamientos nacionales en periodos de tiempo de corto (< 1 año), mediano (1 – 2 años), y largo plazo (> 2 años). Se sigue los procesos establecidos por las guías nacionales de aplicación territorial en Colombia [19].

A. Línea Base Ambiental.

El municipio de Tona está localizado dentro del Nororiente de la cuenca superior de río Lebrija, a 7°15' latitud Norte y 73°03' longitud oeste. Dentro de sus límites geográficos, Tona limita al norte con los municipios de Vetás y Charta, al occidente con Bucaramanga, al oriente con el Departamento de Norte de Santander y al sur con los municipios de Piedecuesta, Floridablanca y Santa Bárbara [21]. Según el DANE, en el municipio viven cerca de 7370 habitantes, de los cuales el 7,5% están en suelo urbano y 92,5%, distribuida en 23 veredas y el centro poblado de Berlín. El acceso a servicios públicos de la población, el 99,1% cuenta con energía eléctrica, el 40,7% tiene presencia de acueducto, 25,7% con alcantarillado, 17,9% gas natural, 41,9% con acceso a la recolección de basuras y 3,7% con acceso a internet (zona urbana) [22].

De las actividades económicas (medios de vida) en el municipio, caracteriza por tener presencia de actividades agropecuarias en la mayoría de su territorio, el cultivo de cebolla en constante aumento y el cultivo de otras especies como papa, fresa, etc. Además, la parte baja de Tona se destaca por el desarrollo de cultivos tales como el café, con la mayor extensión de área cultivada, y otras especies menores dentro de las que se destaca el apio, maíz, frijol, entre otras. En cuanto a la producción pecuaria, en el municipio predominan la cría de especies bovinas, ganado ovino, equinos y cultivos de avicultura en mayor proporción, seguidos del cultivo de piscicultura, donde, la comercialización de los productos obtenidos se traslada principalmente a la ciudad de Bucaramanga [23].

En cuanto a las actividades de minería, se destaca la presencia de sistemas extractores de mármol y calizas los cuales se llevan a cabo principalmente en la vía que comunica al corregimiento de Berlín con el municipio de Vetás; además, hay presencia de estas actividades en el costado de la vía principal.

En el aprovechamiento de los recursos, la mayor parte del suelo está destinado para tierras en bosques con un total de 16418 has que representan el 49.60% del territorio del municipio, seguido de este, se encuentran las tierras en pastos con un 39.80% equivalente a 13174 ha. El suelo restante se divide en tierras es agricultura con 2634 Has y otros usos dentro de los que se encuentran las actividades mineras con 875 ha, es decir, el 7.96% y 2.64% respectivamente. [23].

En el componente Biofísico del municipio, su superficie, el 42% corresponde a un relieve de tipo bajo y ondulado con pendientes que van desde el 6 al 30%, por otro lado, el 37% del área se considera con un relieve quebrado de pendientes de entre los 31 y 70% mientras que el 21% del territorio restante corresponde a terrenos muy escarpados con pendientes superiores al 71%, donde, la mayoría de los suelos cuentan con altos grados de deterioro y procesos erosivos [24]. Destaca la descripción agrologica, siguiendo lineamientos IGAC [25] para la clasificación de suelos por sus clase, se presentan: Clase VIII: El 41,32% del territorio enmarcado en 13.582ha, la cual se

caracterizan por tener un uso recomendado de conservación, preservación; Clase VII: 9.737ha correspondientes al 29,46% del municipio, donde las tierras presentan limitaciones altamente severas para las actividades agropecuarias; Clase VI: El 24,68% del municipio, en el que se concentran 24.679ha, este tipo de suelos apto para actividades agropecuarias únicamente por medio de la utilización de especies semi perennes o perennes, densos y semi densos los cuales pueden ser o no acompañados por sistemas forestales y agroforestales; y, Clase IV: En estos suelos, por su parte, es posible la utilización de ganadería alimentados con pastos de buena calidad y alto rendimiento con manejo tecnificado de potreros; además, los sistemas agroforestales son ideales.

El municipio de Tona, se caracteriza por tener gran variedad de zonas protegidas como potencial derivado de la variabilidad en sus pisos térmicos, se describen como principales: Páramo de Santurbán: Por medio de la sentencia T361 DE 2017, se estableció la delimitación del páramo de Santurbán- Berlín; Distrito de Manejo Integrado de Berlín: El Plan de Manejo Ambiental del Distrito de Manejo Integrado de los Recursos Naturales “Páramo de Berlín”; Bosques Andinos Húmedos el Rasgón y el cerro la Judía, declarados Parque Natural Regional Bosques Andinos Húmedos El Rasgón fue declarado por medio del acuerdo 1168 del 18 de diciembre de 2009 [26].

El análisis hídrico del municipio, pertenece a la cuenca del Río Lebrija con un total de 18332ha representadas en el 55.3% del territorio del municipio; la cuenca del Río Chitagá, la cual ocupa 14684ha en un 44.3% y finalmente la cuenca del Río Chicamocha con 0.25%, es decir 85ha. A su vez, el municipio cuenta con dos ríos principales los cuales son el Río Tona y el Río frío. Climatológicamente Tona, cuenta con regímenes de precipitación bimodal donde la mayor cantidad de precipitación de da desde abril a mayo y de septiembre a noviembre, teniendo valores variantes entre los 130 y los 300 mm mes a mes. Las épocas de menos precipitación se presentan desde el periodo de diciembre a febrero con valores de 30 y 100 mm mensuales. [26].

Dentro del municipio se encuentra una gran variedad de formaciones vegetales: Bosque Inferior: Es considerado hasta los 1000 msnm, Bosque Subandino: Dentro de esta configuración que va desde los 1000 a los 2400 msnm, Bosque Alto Andino: Se desprende desde los 2400 hasta los 3200 msnm, Páramo y subpáramo: Es una zona que se considera sobre los 3000 msnm. Desde estos el desarrollo de especies de fauna se ven favorecidos por la presencia de numerosas áreas de bosques y parajes donde su desarrollo es óptimo.

B. Vulnerabilidad del Municipio Frente al Cambio Climático.

Según el Departamento Nacional de Planeación DNP [15], en Santander las zonas de alta montaña están propensas a presentar cambios de entre 0 y 0,8°C, mientras que en zonas como el río Atrato o Magdalena la variación iría desde los 0,81 hasta los 1,2°C. En cuanto a la precipitación promedio anual, se podría aumentar en un 20% a los valores de referencia salvo

algunas excepciones. Dichos datos están directamente relacionados con la ubicación geográfica del municipio de Tona.

Desde el PIGCCT Santander 2030, se espera que en el periodo de 2011 a 2040 se dé un aumento de la temperatura en 0,9°C y se incremente la precipitación en un 0,5% en comparación con el periodo tomado de referencia que corresponde a 1976-2005. Las proyecciones dadas para 2071 y 2100 muestran que la temperatura podría ascender en 2,5°C, lo cual representaría una entropía total de los ecosistemas. Particularmente en la provincia de Soto Norte (Provincia de la cual hace parte Tona), en cuanto al comportamiento de la precipitación y temperatura del municipio, se tienen en cuenta los reportes realizados por el IDEAM, de los últimos 10 años en las estaciones meteorológicas Berlín, El Picacho y Tona [27]. El análisis gráfico del comportamiento de la precipitación en la estación de Tona, ubicada a una altitud de 1910 msnm dentro del municipio de Tona (actualmente está activa a unos kilómetros de la cabecera municipal), se muestra en la Figura 1.

La línea tendencial asociada para la precipitación muestra un comportamiento alcista, una pendiente mayormente marcada, dicho fenómeno puede estar asociado a diversas problemáticas y riesgos de fenómenos que alteran el desarrollo del municipio.

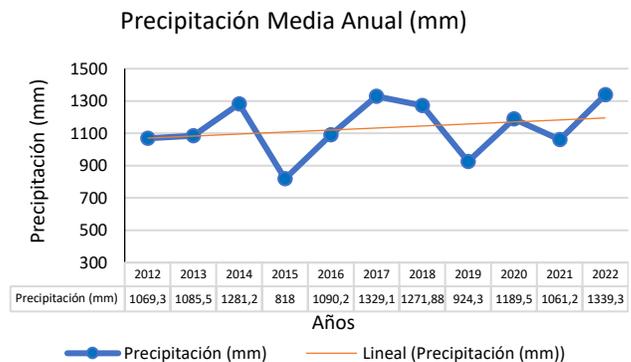


Figura 1. Variación anual de precipitaciones. Elaboración propia a partir de datos IDEAM

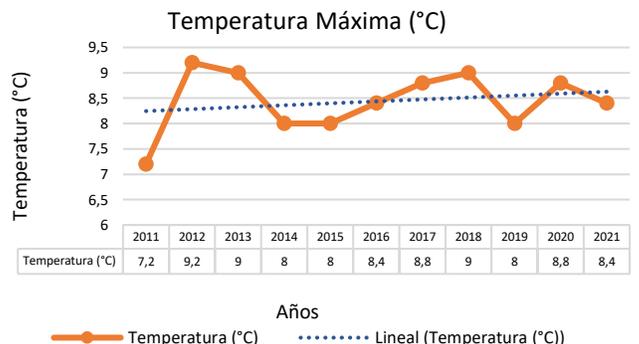


Figura 2. Variación anual de temperatura. Elaboración propia a partir de datos IDEAM

Al analizar reporte de temperatura en la zona de influencia ligada al municipio de Tona, se encuentra que se evidencian aumentos en el parámetro, lo cual va de la mano con las proyecciones realizadas dentro del PIGCCT de Santander, el comportamiento anualizado puede mirarse en la Figura 2

De la información consolidada en el ordenamiento territorial del municipio [23] y de los planes de desarrollo de los cuatrienios de administraciones municipales [24], [28], Los cambios en los patrones climáticos del municipio, se logra evidenciar en lapsos de tiempo donde predominó la sequía, así como los episodios de fuertes lluvias, granizadas y heladas, han tenido repercusiones considerables en el municipio. Dentro de los principales impactos se destaca la disminución en la productividad de cultivos, amenazas por inundaciones, fenómenos de remoción en masa, pérdida de animales de cría, afectación en los servicios públicos, grandes inversiones en planes de gestión de riesgo, afectación a la calidad de vida e integridad de la comunidad, pérdida de ecosistemas, disminución en la prestación de bienes y servicios por parte de la comunidad y puesta en riesgo del desarrollo económico principalmente. En la TABLA 1, se presentan los aspectos que se asumen como condicionantes de los elementos ambientales del municipio y con lo cual hacer el análisis de la situación del territorio.

TABLA 1

AMENAZAS POR COMPONENTES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO

Elementos Ambientales	Situación de Análisis
Biofísica y/o Ecológica	Variabilidad de los patrones climáticos convencionales Degradación del recurso suelo y aire Deterioro de los ecosistemas y los servicios prestados Desplazamiento de especies
Económica	Pérdida de cultivos Disminución de la productividad y Estrés económico Baja competitividad del municipio Dificultad en el desarrollo de actividades alternativas (turismo) Escases de productos Aumento de los gastos en gestión de riesgos e impactos
Social	Riesgo de desastres Disminución de la calidad de vida
Hidrológica	Disminución y/o Aumento de los caudales hídricos Estrés Hídrico
Riesgo de Desastres	Aumento del riesgo de desastres de: Inundaciones Sequías Fenómenos de remoción en masa Incendios Actividad sísmica
Cultural	Pérdida de la vocación cultural Deterioro del patrimonio histórico Pérdida de la identidad propia del municipio

Los informes de la Unidad de Gestión del Riesgo Departamental de Santander tienen documentado, que los principales efectos, validados como amenazas de cambio climático en el departamento están caracterizados por Sequías, Aumento de la Temperatura, Aumento de precipitaciones, Inundaciones, Heladas, Incendios Forestales y Deslizamientos [29]. Con este panorama, se hace un arreglo matricial de variables que confrontó, los elementos ambientales

identificados, con las amenazas de cambio climático evidenciados en el análisis de línea base del municipio. En la TABLA 2 se muestra la matriz trabajada y la cuantificación realizada, para priorizar los aspectos de más afectación.

De la TABLA 2 se reconoce cuáles son los elementos ambientales más amenazados en el municipio y con ello analizar condiciones de riesgo y vulnerabilidad en el territorio. los componentes con mayor presencia de amenazas son el componente biofísico y/o ecológico (Ecosistemas, especies, recursos naturales, entre otros), seguido por el componente económico (enmarcado dentro de las actividades agropecuarias, turismo, comercio e industria) y el componente de desastres (pérdidas de vidas humanas, pérdidas materiales, etc.).

TABLA 2

AMENAZAS POR COMPONENTES AMBIENTALES EN EL MUNICIPIO

Elementos Ambientales	Amenazas por Cambio Climático							Total
	A	B	C	D	E	F	G	
Biofísico Ecológico	X	X	X	X	X	X	X	7
Hidrológica		X	X	X	X			4
Social	X	X	X	X	X	X	X	7
Económica	X	X	X	X	X	X	X	7
Cultural				X	X	X	X	4
Riesgos de desastres	X	X	X	X	X	X	X	7

Nota: A:Sequía; B:Aumento de la T°; C:Aumento de precipitación; D:Inundaciones; E:Heladas; F:Incendios Forestales; G:Deslizamientos

El análisis del riesgo se realizó considerando probabilidad de impactos o daños, se evalúa la ocurrencia del impacto bajo análisis en seis grados: desde 1 muy probable, a 6 improbable, asignando puntuaciones en un rango de 3 a 10. Y la magnitud o nivel de las consecuencias que se genere desde un grado de depreciable a una puntuación de 0 y a un grado de relevancia muy grave se le da una puntuación de 10. [20]. De la metodología del Consell de Mallorca, en la Figura 3 se toma la matriz probabilidad-consecuencias y a cada amenaza identificada se le determina un nivel de riesgo.

Al reconocer las formas en que se han presentado las amenazas en el municipio y corroborarlas con las comunidades del territorio, se pudo establecer las siguientes condiciones, desde la metodología de Consell de Mallorca, en la TABLA 3, se consignan los elementos analizados que permiten identificar los niveles de riesgo en el municipio. Los riesgos son categorizados con valores desde 0 (impactos improbables con consecuencias despreciables) hasta 100 (impactos muy probables con graves consecuencias). Y según la magnitud, se establece el tipo y nivel de riesgo asociado a cada elemento ambiental del municipio, Magnitud entre 0 y 25, Riesgo 1, tipo Bajo; Magnitud entre 25 y 50, Riesgo 2, tipo Moderado; Magnitud entre 50 y 100, Riesgo 3, tipo Alto [20].

Identificado el nivel de los riesgos presentes en el municipio, se contrasta las capacidades del territorio, desde la composición, estructura, conocimientos y educación de las comunidades; pasando por la existencia de infraestructura de

comunicación e interacción social; hasta las capacidades técnicas y económicas de la administración política del municipio. Dentro del análisis de vulnerabilidades [20], se toma la magnitud del riesgo, calculada en la columna titulada “3”, de la TABLA 3, que varía entre 0 y 100; y la capacidad de adaptación, que se encuentra entre 1 y 7, según se evidencien las capacidades del territorio en: planificación gubernamental, existencia de recursos económicos, infraestructura vial y de comunicación, y sociedad participativa. Según exista o no estas variables, la adaptación se puede catalogar y puntuar así: mínima 7 puntos, media 5 puntos, significativa 3 puntos e importante 1 punto. Es de anotar que, a mejores condiciones, menor puntaje, porque es hace menos vulnerable el municipio.

Consecuencia \ Probabilidad	Puntuación						
	Improbable	Muy poco probable	Poco probable	Probable	Bastante probable	Muy probable	
Puntuación		3	4	5	7	9	10
Inexistente	0	0	0	0	0	0	0
Mínima	3	9	12	15	21	27	30
Menor	4	12	16	20	28	36	40
Significativa	5	15	20	25	35	45	50
Muy importante	7	21	28	35	49	63	70
Grave	9	27	36	45	63	81	90
Muy grave	10	30	40	50	70	90	100

Figura 3. Niveles de Cuantificación de Riesgos. [20]

TABLA 3
VALORACION DEL RIESGO MUNICIPAL POR CAMBIO CLIMATICO

Elementos Ambientales	1	2	3	4	5
Biofísico/Ecológico	10	10	100	Alto	R3
Social	9	9	81	Alto	R3
Hidrológico	7	7	49	Moderado	R2
Económico	10	10	100	Alto	R3
Cultural	5	7	35	Moderado	R2
Desastres	10	10	100	Alto	R3

Nota: 1: Probabilidad; 2: Consecuencia; 3: Magnitud; 4: Riesgo; 5: Tipo de Riesgo

		CAPACIDAD DE ADAPTACIÓN				
		Despreciable (CA0)	Mínima (CA1)	Media (CA2)	Significativa (CA3)	Importante (CA4)
RIESGO	Bajo (R1)	175	125	100	75	25
	Moderad (R2)	350	250	200	150	50
	Alto (R3)	700	500	400	300	100

Figura 4. Niveles de Vulnerabilidad. [20]

El índice de vulnerabilidad, se muestra en la Figura 4, viene definido por el rango de valores resultado del cruce de estas dos variables, encontrándose entre 0 y 700. Con los rangos obtenidos en vulnerabilidad, esta se cataloga en: Despreciable: menos de 25 puntos; Bajo: entre 25 y 100 puntos; Moderado: entre 100 y 300 puntos; y Alto: entre 300 y 700 puntos. Al valorar las condiciones para los elementos ambientales tomados en cuenta en el municipio, se identificó la vulnerabilidad de cada uno.

Al realizar el análisis cruzado, se logró identificar una cuantificación, que represente el nivel de capacidades de respuesta del territorio municipal ante las afectaciones del cambio climático. Como se puede interpretar de la TABLA 4, la tendencia del municipio es de una Vulnerabilidad de moderada a alta, lo que quiere decir que puede sufrir alteraciones o daños sensibles si no se actúan con contención en los elementos ambientales soporte al cambio climático, de seis factores tres son altamente vulnerables, dos de ellos tienen mejor capacidad de respuesta y pueden revertir de mejor manera las afectaciones y solo un factor tiene condiciones sólidas de repuesta ante la afectación del cambio climático.

TABLA 4
VALORACION DEL RIESGO MUNICIPAL POR CAMBIO CLIMATICO

Elementos Ambientales	1	2	3	4
Biofísico/Ecológico	100	5	500	Alto
Social	81	5	405	Alto
Hidrológico	49	3	147	Moderado
Económico	100	3	300	Moderado
Cultural	35	1	35	Bajo
Desastres	100	7	700	Alto

Nota: 1: Magnitud del Riesgo; 2: Adaptación; 3: Rango de Vulnerabilidad 4: Tipo de Vulnerabilidad.

C. Propuestas para la Adaptación y Mitigación en el Municipio de Tona.

A partir de los lineamientos del PIGCCTS [17] y de las autoridades ambientales territoriales [12], [29], y nacionales [14], [15], [16], se perfilan estrategias de intervención del territorio, que paulatinamente mejoren las condiciones territoriales, sociales y administrativa, para soportar, mitigar y transformar las condiciones de vida en el territorio municipal, con mínimas alteraciones derivadas del cambio climático. Se proponen un conjunto de lineamientos que respondan a los aspectos integrantes del análisis de elementos ambientales con los cuales se analizó la realidad municipal.

1) Estrategia de fortalecimiento económico cultural

El municipio de Tona se caracteriza por tener gran variedad de sistemas de producción tanto a nivel agropecuario como industrial, turismo, comercio, etc. Además, su dinámica poblacional es considerable en temas de consumo de recursos, trayendo consigo una degradación ambiental inminente.

TABLA 5
ESTRATEGIA DE FORTALECIMIENTO ECONÓMICO CULTURAL

Nombre	Sistemas de Producción y Consumo Sostenibles y resilientes		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Estrategias Territoriales: Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Producción Industrial y Agroindustrial Sostenible		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación	Riesgo Climático
Objetivo	Fomentar el municipio de Tona el uso sostenible y eficiente tanto de los recursos naturales como de la energía		
Descripción de la medida	Se basa en la realización de actividades de apoyo profesional (capacitaciones) y suministro de herramientas técnicas y económicas para los sistemas de producción del municipio donde se tenga como enfoque principal el adecuado manejo de los recursos, se evite la generación de emisiones de GEI y se minimice la sobreexplotación de los ecosistemas.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo	Mediano Plazo XX	Largo Plazo
Resultados esperados	Lograr la capacitación y apoyo a la mayor cantidad posible de productores en el municipio en los diferentes contextos de acción		
Indicadores	Número de productores que son beneficiarios de la medida		

2) *Estrategia de Aprovechamiento de Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos (Biofísico/Ecológico)*

Uno de los mayores potenciales de biodiversidad y servicios ecosistémicos se encuentran contenidos en el municipio de Tona, dentro de los más importantes se encuentran las especies endémicas, la cobertura forestal y captura de carbono, la producción de agua, la regulación de los procesos naturales, la generación de bienes y servicios, el apoyo a la seguridad alimentaria, entre otros.

TABLA 6
ESTRATEGIA DE APROVECHAMIENTO DE BIODIVERSIDAD

Nombre	Reducción de la deforestación y degradación de los suelos en el municipio de Tona		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación	Riesgo Climático
Objetivo	Reducir la deforestación y degradación de los suelos en el municipio de Tona		
Descripción de la medida	Establecer medidas que contrarresten el avance de la frontera agrícola y de infraestructura, adelantar proceso de reforestación de zonas de alta montaña y abastecedoras de acueductos, manteniendo además, la estabilidad del suelo, la riqueza ecosistémica y, además, aumentar transversalmente la captura de carbono por parte de los bosques.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo	Mediano Plazo	Largo Plazo XX

Resultados esperados	Lograr la reducción de la deforestación y degradación de suelos que se da en el municipio por medio de la concientización de los habitantes en los diferentes contextos
Indicadores	Porcentaje de bosque no deforestado gracias a la aplicación de la medida

TABLA 7
ESTRATEGIA APROVECHAMIENTO DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS

Nombre	Implementación de pagos por servicios ambientales (PSA) como estrategia de reforestación de áreas afectadas y protección de servicios ecosistémicos		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación	Riesgo Climático
Objetivo	Implementar la estrategia de pagos por servicios ambientales como mecanismo de protección y restauración de áreas afectadas del municipio y cuidado de los servicios ecosistémicos		
Descripción de la medida	Establecer un mecanismo de pago económico por la protección y conservación de bosques y ecosistemas endógenos, que desestime la realización de actividades antrópicas, lo cual además, permite conservar los suelos y bosques, asegurando la provisión de bienes y servicios para la población,		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo	Mediano Plazo XX	Largo Plazo
Resultados esperados	Lograr pagos por servicios ambientales financiadoras de reforestación en las áreas afectadas del municipio y con participación activa de los habitantes del mismo		
Indicadores	Porcentaje de zonas beneficiadas bajo el esquema de pago por servicios ambientales		

3) *Estrategia en Estabilidad Rural y Actividades Agropecuarias (Social, Hídrico y Desastres)*

El mantenimiento de la seguridad alimentaria de una gran cantidad de habitantes tanto dentro del municipio como en los municipios aledaños a este, de los que se destaca Bucaramanga, Pamplona, entre otros. Sin embargo, debido a la amplia variación de los patrones climáticos, en parte causados por las emisiones que este mismo sector genera, se hace necesario propender y promover la mitigación y adaptación de este sector.

TABLA 8
ESTRATEGIA SEGURIDAD ALIMENTARIA Y ESTABILIDAD RURAL

Nombre	Fomento de las Buenas Prácticas Agrícolas y Pecuarias en la zona rural del municipio		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Estrategias Territoriales: Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Agricultura, Ruralidad y Seguridad Alimentaria		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación XX	Riesgo Climático

Objetivo	Fomentar las Buenas Prácticas Agrícolas y Pecuarias en la zona rural del municipio por medio de estrategias de acompañamiento técnico y educación		
Descripción de la medida	Mejorar las técnicas actuales de producción agrícola y pecuaria, por medio de atención técnica y tecnológica, que aumente su productividad sin deterioro del territorio, asegurando el abastecimiento interno del municipio y mejorando la presencia en mercados de la región, así como haciendo uso de estrategias de capacitación, mejorando tanto su resiliencia como su productividad, sostenibilidad y competitividad.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo	Mediano Plazo XX	Largo Plazo XX
Resultados esperados	Fomento de las Buenas Prácticas Agrícolas y Pecuarias en la zona rural del municipio a fin de que se aumente la calidad y cantidad de producción por unidad de superficie utilizada.		
Indicadores	Porcentaje de sistemas productivos bajo el esquema de Buenas Prácticas Agrícolas y Pecuarias		

TABLA 9
ESTRATEGIA ACTIVIDADES AGROPECUARIAS

Nombre	Aplicación de Sistemas Agroforestales como estrategia de reconversión hacia un modelo de agricultura sostenible		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Estrategias Territoriales: Desarrollo rural bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Agricultura, Ruralidad y Seguridad Alimentaria		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación XX	Riesgo Climático
Objetivo	Implementar Sistemas Agroforestales como estrategia de reconversión productiva hacia un modelo de agricultura sostenible		
Descripción de la medida	Diversificación de cultivos, pastoreos y proceso forestales en terrenos estratégicos para el fortalecimiento del ecosistema natural del municipio, trayendo consigo beneficios como la eliminación del monocultivo, el mantenimiento de la calidad de los suelos, disminución de las plagas, diversificación en los ingresos económicos, aumento de la captura de carbono, protección de los ecosistemas, entre otros,		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo	Mediano Plazo XX	Largo Plazo XX
Resultados esperados	Aplicación de los sistemas agroforestales a fin de que se aumente la resiliencia y adaptación a la problemática del cambio climático por parte de los actuales sistemas productivos y a su vez se propenda por el cuidado de los recursos naturales.		
Indicadores	Número de sistemas agroforestales propuestos e implementados en el municipio		

TABLA 10
ESTRATEGIA EN GESTION DEL AGUA

Nombre	Uso, Ahorro y Consumo Responsable del Recurso Hídrico		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación XX	Riesgo Climático
Objetivo	Fomentar el uso, ahorro y consumo responsable del Recurso Hídrico por medio de la concientización e implementación de estrategias tales como el PUEAA		
Descripción de la medida	Fomento del uso responsable y sostenible del recurso hídrico, que evite posibles escenarios de estrés hídrico en el municipio. Se requiere la combinación e acciones de protección y conservación de las zonas de carga de los acueductos municipales y un fuerte proceso de educación ambiental que formen en los habitantes, buenas prácticas en el consumo de agua, tanto en procesos agrícolas, pecuarios y productivos en general, así como en la cotidianidad de la vida humana.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo XX	Mediano Plazo XX	Largo Plazo
Resultados esperados	Lograr niveles eficientes de ahorro y uso responsable del agua, disminuyendo los consumos percapita y aumentando las zonas de protección hídrica.		
Indicadores	Número de estrategias y personas impactadas con las estrategias de fomento implementadas en el municipio		

TABLA 11
ESTRATEGIA GESTION DE CUERPOS DE AGUA

Nombre	Cuidado y protección de las Rondas Hídricas del municipio		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Manejo y conservación de ecosistemas y sus servicios ecosistémicos para el desarrollo bajo en carbono y resiliente al clima		
Eje del PIGCCT Santander	Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación	Riesgo Climático XX
Objetivo	Fomentar el cuidado y protección de las Rondas Hídricas del municipio		
Descripción de la medida	Proteger las rondas hídricas de los principales drenajes del municipio, en especial del Río Tona, Estableciendo limitaciones a la ocupación o explotación de las franjas de protección, revisión y optimización de concesiones y desarrollo de campañas de reforestación en alta montaña y zonas de recarga ecosistémica.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo XX	Mediano Plazo XX	Largo Plazo
Resultados esperados	Preservación de las áreas circundantes a los cuerpos hídricos y zonas de carga y recarga ecosistémica		
Indicadores	Porcentaje de área en rondas hídricas protegidas en el municipio Número de personas capacitadas		

4) Estrategia para la educación y concientización social municipal

Una adecuada gestión de la problemática del cambio climático parte del conocimiento y la importancia que le dé la comunidad a la problemática, de manera que se tenga información adecuada a generar comunidades resilientes y sostenibles, que puedan asumir medidas amigables con el ambiente, como parte de su cotidianidad, no por presiones policivas restrictivas, sino por identidad y apropiación de su entorno benefactor.

TABLA 12
ESTRATEGIA EDUCACIÓN Y CONCIENTIZACIÓN SOCIAL

Nombre	Programas de Educación Ambiental para la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático		
Línea de la Política Nacional del Cambio Climático	Planificación de la gestión del cambio climático		
Eje del PIGCCT Santander	Educación, Formación y Sensibilización sobre el Cambio Climático		
Tipo de medida	Mitigación XX	Adaptación XX	Riesgo Climático XX
Objetivo	Implementar Programas de Educación Ambiental enfocado en la Mitigación y Adaptación al Cambio Climático		
Descripción de la medida	Formar a los habitantes del municipio los principios a tener en cuenta en cuanto a las problemáticas ambientales y como estas tienen consecuencias que pueden perdurar en el tiempo (cambio climático, desastres naturales, aumento de la pobreza, etc.) Formar en los habitantes comportamientos amigables con el ambiente, acciones de cuidado y protección de flora y fauna, así como el reconocimiento de los bienes y servicios de disfrute vital.		
Tiempo de Implementación	Corto Plazo XX	Mediano Plazo XX	Largo Plazo XX
Resultados esperados	Poner a disposición de la comunidad la información referente a la mitigación y adaptación al cambio climático por medio de charlas, capacitaciones, actividades comunitarias, visitas a los predios, entre otras.		
Indicadores	Número de personas impactadas con las estrategias de educación y concientización implementadas en el municipio		

IV. CONCLUSIONES

A pesar de su riqueza natural y socioeconómica, el municipio se ha visto fuertemente afectado por las problemáticas que trae consigo el cambio climático, tanto así que el mencionado territorio, en relación con su composición paisajística, topográfica, hídrica, actividades antrópicas y distribución de suelos; se puede considerar como un escenario potencial de vulnerabilidad a cada una de las consecuencias que las variaciones climáticas traen consigo. Además de esto, a partir de la encuesta realizada a la comunidad se puede concluir que los cambios en el clima son ampliamente percibidos por los habitantes del municipio, debido a que se ha visto afectada la producción, el comercio y el acceso a recursos.

Debido a que la variabilidad climática determinada se da a partir del relacionamiento entre el riesgo y la amenaza existente en el municipio; se obtuvo que, gran parte de los componentes analizados son propensos a ser afectados por el cambio climático. Es así como, de los seis aspectos analizados, el componente biofísico y/o ecológico, el componente económico y los componentes de desastres y social son los que mayor índice representan a diferencia del componente cultural y el componente hidrológico, dicho hallazgo se relaciona con la percepción de la comunidad referente a la constante disponibilidad del recurso hídrico con la que mencionaron contar.

Por otra parte, se logra concluir que dentro de las amenazas que afectan en mayor magnitud al territorio municipal se destacan las heladas y granizadas en la parte alta del municipio (corregimiento de Berlín y veredas aledañas), el riesgo de sismos debido a la alta presencia de fallas geológicas, fenómenos de remoción en masa en las vías principalmente y zonas de alta pendiente, e incendios forestales, teniendo un amplio abanico de consecuencias y/o impactos que afectan de manera directa el equilibrio entre los ecosistemas y la humanidad, así como la competitividad socioeconómica del municipio.

Finalmente, las medidas de mitigación y adaptación a cada uno de los escenarios encontrados se realizaron en función de lo estipulado dentro del PIGCCT de Santander según lo propuesto en la normatividad vigente. Se logró la construcción de por lo menos una estrategia para cada una de las zonas identificadas y se categorizó en función del tipo de medida, temporalidad, objetivo, zona de aplicación entre otros parámetros. Es de vital importancia concluir que la aplicabilidad de dichas medidas variará en función de la capacidad socioeconómica con la que cuente la administración municipal para ponerlas en marcha, sin embargo, están diseñadas para que sean aplicables a las condiciones identificadas del territorio.

REFERENCIAS

- [1] O. d. N. U. ONU and P. d. N. U. p. e. M. A. PNUMA, "Hacer las paces con la naturaleza," ONU, Nairobi, Kenia, 2021.
- [2] O. d. N. U. ONU-ODS, "www.un.org/sustainabledevelopment," [Online]. Available: www.un.org/sustainabledevelopment/es/2015/09/la-asamblea-general-adopta-la-agenda-2030-para-el-desarrollo-sostenible/.
- [3] P. d. N. U. p. e. M. A. PNUMA, "PNUMA, Políticas y Estrategias," 18 11 2023. [Online]. Available: <https://www.unep.org/es/sobre-el-programa-de-la-onu-para-el-medio-ambiente/politicas-y-estrategias>.
- [4] A. Bárcena, J. Samaniego, W. Peres and J. E. Alatorre, "La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe," ONU-CEPAL, Santiago de Chile, 2020.
- [5] P. d. N. U. p. e. M. A. PNUMA, "Datos sobre la crisis de la naturaleza," UNO PNUMA, Nairobi, Kenia, 2020.
- [6] WWF, R. Almond, G. M., D. Juffe Bignoli and T. Petersen, "Informe Planeta Vivo 2022. Hacia una sociedad con la naturaleza en positivo," WWF, República Democrática del Congo., 2022.

- [7] O. d. N. U. ONU, "www.un.org," ONU, 18 11 2022. [Online]. Available: <https://www.un.org/es/actnow/facts-and-figures>.
- [8] C. E. p. A. L. y. e. C. CEPAL and N. Gligo, "La tragedia ambiental de América Latina y el Caribe," CEPAL, Santiago de Chile, 2020.
- [9] C. C. ONU, "La crisis climática - una carrera que podemos ganar," ONU, Washington DC, EEUU, 2020.
- [10] I. G. I. d. C. Climática, "Calentamiento global de 1,5°C. Informe especial del IPCC sobre los impactos del calentamiento global," IPCC, Santiago de Chile, 2022.
- [11] D. N. d. P. C. DNP, "Conpes 3918 Estrategia Para La Implementación De Los Objetivos De Desarrollo Sostenible (Ods) En Colombia," DNP, Bogotá, 2018.
- [12] C. A. R. d. C. CAR and R. L. S. Díaz, "Orientaciones Para La Inclusión Del Cambio Climático En Los Planes De Ordenamiento Territorial (POT, PBOT, EOT)," CAR, Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, Bogotá, 2018.
- [13] P. G. d. I. N. PGN and R. J. Hurtado, "https://medioambiente.uxternado.edu.co/," 10 10 2023. [Online]. Available: <https://medioambiente.uxternado.edu.co/wp-content/uploads/sites/19/2016/08/Presentaci%C3%B3n.-Capacidad-de-adaptaci%C3%B3n-de-los-municipios-de-Colombia.-Informe-preventivo-de-la-Procuradur%C3%ADa-Delegada-para-Asuntos-Ambientales-y-Agrarios.pdf>.
- [14] C. J. A. Rodriguez, "Elementos principales para la gestión del cambio climático a nivel local en Colombia," UDCA, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales, Bogotá., 2020.
- [15] D. N. d. P. DNP, M. d. A. y. D. S. MADS, I. d. H. M. y. E. A. IDEAM and U. N. p. I. G. d. R. d. D. UNGRD, "Hoja de Ruta para la Formulación de los Planes Sectoriales y Territoriales de Adaptación," MADS, Bogotá, 2013.
- [16] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Plan Estratégico de Adaptación a Cambio Clmático 2030, Bogota: MinAmbiente, 2016.
- [17] M. d. A. y. D. S. MINAMBIENTE and U. C.-E. (consultor), "Plan Integral de Gestión del Cambio Climático Territorial del Departamento de Santander.," MINAMBIENTE, Bogotá, 2015.
- [18] R. E. Mardones, M. J. B. Ulloa and G. Salas, "Usos del diseño metodológico cualitativo en artículos de acceso abierto de alto impacto en ciencias sociales," *Forum: Investigación Social Cualitativa*, vol. 19, no. 1, pp. 78-99, 2018.
- [19] MinAmbiente, "Guía para la formulación e implementación de los planes integrales de gestión del cambio climático territoriales," 2022. [Online]. Available: https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/10/GUIA-PARA-LA-FORMULACION-PIGCCT-web-_ISBN_VF.pdf.
- [20] CONSELL de Mallorca, "Metodología para la realización del Análisis de Riesgos y Vulnerabilidades," Consell de Mallorca, Mallorca, España, 2018.
- [21] I. G. A. C. IGAC, "https://geoportal.igac.gov.co," [Online]. Available: <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-catastro>.
- [22] D. A. N. d. E. DANE, "www.dane.gov.co," [Online]. Available: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018>.
- [23] A. M. TONA, "Esquema Básico de Ordenamiento Territorial," 19 10 2012. [Online]. Available: <https://repositorioicdim.esap.edu.co/bitstream/handle/123456789/11812/7792-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [24] A. M. TONA, "Plan de desarrollo 2016-2019 "Todas y todos construimos futuro"," Alcaldía Municipal, Municipio de Tona, 2016.
- [25] I. G. A. C. IGAC, "www.igac.gov.co," [Online]. Available: <https://www.igac.gov.co/index.php/el-igac/areas-estrategicas/direccion-de-gestion-de-informacion-geografica/agrologia>.
- [26] C. p. I. D. d. I. M. d. B. CDMB, "Plan de Ordenamiento y Manejo Ambiental de la Microcuenca de Río Tona," CDMB, Bucaramanga, 2015.
- [27] I. d. H. M. y. E. A. IDEAM, "Reportes consolidados de estaciones meteorológicas," IDEAM, Bogota, 2022.
- [28] A. M. TONA, "Plan de Desarrollo, "Unidos por el Cambio" 2020-2023," Admisnitración Municipal, Tona, 2020.
- [29] U. D. d. G. d. R. S. UDGR, "Medidas para mitigar la emergencia climática en Santander," UDGR, Bucaramanga, 2023.
- [30] R. J. L. CÁCERES, M. C. A. FERNÁNDEZ and P. C. TORRES, "Efectos Que Ha Generado Los Cambios De Uso Del Suelo En Los Ecosistemas Naturales En La Subcuenca Hídrica Del Río Tona En Los Últimos 10 Años," UTS, Unidades Tecnológicas de Santander, Bucaramanga, 2022.
- [31] J. Rodríguez, "Elementos principales para la gestión del cambio climático a nivel local en Colombia," 2020. [Online]. Available: <https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3511/Monograf%C3%ADa%20Jeniffer%20Rodriguez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- [32] DANE, "Datos geoestadísticos a nivel municipal," 2018. [Online]. Available: <https://geoportal.dane.gov.co/servicios/descarga-y-metadatos/datos-geoestadisticos/?cod=111>.