

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ARTES

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE
MAGÍSTER EN URBANISMO CON MENCIÓN EN
GOBERNANZA Y PLANIFICACIÓN URBANA
CON ENFOQUE AL CAMBIO CLIMÁTICO

**ISLAS DE CALOR - BARRIO SAN JOSÉ - PERCEPCIÓN DE
LOS HABITANTES DEL CANTÓN SAN LORENZO,
ESMERALDAS**

Volumen I

PADILLA GARCÍA ELÍAS GABRIEL

DIRECTOR/A:
FELIPE VALDEZ, PHD

SAN LORENZO – ECUADOR
2023

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico primeramente a mis padres por apoyarme y animarme a realizar esta maestría, sin su ayuda hubiera sido muy difícil empezar. A mis hermanos porque siempre han estado para lo que necesito y para apoyarme en lo que hago. A Dios por las fuerzas y el ánimo para seguir preparándome.

Agradecimiento

Agradezco a Dios por que sin su ayuda no podemos hacer nada de lo que nos propongamos. A mi tutor por su paciencia para guiarme en la realización de esta tesis. Y por último, pero no menos importante a mis maestros por los conocimientos que nos han impartido, he aprendido mucho gracias a ellos.

TABLA DE CONTENIDO

1. RESUMEN	3
2. INTRODUCCIÓN	5
3. PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE (MARCO TEÓRICO)	7
LA PROBLEMÁTICA	7
<i>Pregunta de investigación:</i>	8
ESTADO DEL ARTE	9
INFRAESTRUCTURA VERDE (IV) PARA AFRONTAR ISLAS DE CALOR Y CAMBIO CLIMÁTICO	12
ISLAS DE CALOR	13
4. OBJETIVOS	13
GENERAL:	13
ESPECÍFICOS:	14
5. METODOLOGÍA	15
UNIDAD DE ANÁLISIS	15
ENFOQUE, TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	16
6. RESULTADOS	17
ANÁLISIS DE LAS ENTREVISTAS REALIZADAS	17
7. DISCUSIÓN	19
ANÁLISIS DE LA NORMATIVA DE SAN LORENZO EN RELACIÓN CON LAS ÁREAS E INFRAESTRUCTURA VERDE ...	19
8. CONCLUSIONES	22
EVALUACIÓN E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	22
CONCLUSIONES BASADAS EN LOS RESULTADOS	23
LIMITACIONES DEL PROCESO	23
COMO APORTAR A ESTA INVESTIGACIÓN	24
9. BIBLIOGRAFÍA	26
ANEXOS	29
PROPUESTAS PLANTEADAS EN EL PUGS DE SAN LORENZO	29
LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE UNA POLÍTICA PÚBLICA	32
PREGUNTAS ELABORADAS PARA ENTREVISTAS	35

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Huerto típico	29
Figura 2. Huerto típico	¡Error! Marcador no definido.
Figura 3. Identificación de huertos en el barrio San José.....	29
Figura 4. Cantón San Lorenzo.....	<u>30</u>

1. RESUMEN

El Cantón San Lorenzo, ubicado en la provincia de Esmeraldas, enfrenta una grave escasez de infraestructura verde, resultando en insuficiencia de áreas con sombra y temperaturas extremadamente altas durante los días más calurosos. Estas condiciones adversas tienen impactos negativos tanto en la salud de la población como en el ecosistema de la zona. El problema radica en la falta de interés por parte de la administración pública de incluir normativas que regulen las áreas verdes dentro del perímetro urbano.

En este contexto, el presente trabajo de investigación, titulado "Islas de calor e incidencia en el barrio San José, cantón San Lorenzo, Esmeraldas", tiene como objetivo general analizar las percepciones sobre las islas de calor en la población y el ecosistema urbano de San Lorenzo, para identificar lineamientos de política pública que promuevan la infraestructura verde urbana. Metodológicamente, esta investigación se concibe desde el cualitativo, utilizando dos técnicas principales para recolectar la información: observación directa y entrevistas semiestructuradas dirigidas a un grupo de informantes claves seleccionados para tal fin.

Se evidenció que la ciudadanía residente en el sector tiene pleno conocimiento de los efectos perjudiciales para la salud que provoca la exposición a temperaturas excesivas y la radiación solar intensa. Este conocimiento es fundamental, ya que proporciona una base sólida para plantear lineamientos y recomendaciones con el fin de desarrollar una política pública enfocada en la implementación y gestión de infraestructura verde en San Lorenzo.

Entre las medidas propuestas como parte de los resultados de esta investigación se encuentra la creación de programas de incentivos destinados a recompensar a aquellos ciudadanos que contribuyan de alguna manera al mejoramiento del verde urbano. Estos programas podrían fomentar la participación ciudadana en actividades de reforestación, creación de parques y espacios verdes, y cuidado del entorno natural. Estos programas y otras medidas, establecen los posibles lineamientos a considerarse en la elaboración de una política pública enfocada al fortalecimiento del verde urbano en el cantón San Lorenzo.

Palabras clave: Cambio climático, islas de calor, infraestructura verde.

Abstract:

The San Lorenzo Canton, located in the province of Esmeraldas, faces a severe shortage of green infrastructure, resulting in a lack of shady areas and extremely high temperatures during the hottest days. These adverse conditions have negative impacts both on the health of the population and on the ecosystem of the area. The problem lies in the lack of interest on the part of the public administration to include regulations that promote green areas within the urban perimeter. In this context, the present research work, entitled "Islands of heat and incidence in the San José neighborhood, San Lorenzo canton, Esmeraldas", focuses on analyzing the perception of heat islands on the population and the urban ecosystem of San Lorenzo, as a way to delineate urban policies that promote green infrastructures. To achieve this objective, a qualitative approach will be used, using two main techniques: direct observation and semi-structured interviews directed at a select group of citizens. It has been verified that the public is fully aware of the detrimental effects on health caused by exposure to excessive temperatures and intense solar radiation. This knowledge is fundamental, since it provides a solid base to propose guidelines and recommendations in order to develop a public policy focused on the implementation and management of green infrastructure in San Lorenzo. Among the measures proposed as part of the results of this research is the creation of incentive programs intended to reward those citizens who contribute in some way to the improvement of urban greenery. These programs could encourage citizen participation in reforestation activities, creation of parks and green spaces, and care of the natural environment. These programs and other measures establish the possible guidelines to be considered in the elaboration of a public policy focused on strengthening urban greenery in the San Lorenzo canton.

Keywords: Climate change, Heat Island, Green infrastructure

2. INTRODUCCIÓN

El cambio climático es reconocido por sus impactos en el medio ambiente y la sociedad. Mientras las temperaturas globales aumentan, se alteran los patrones climáticos, generando fenómenos como las islas de calor urbanas (ICU), fenómeno térmico caluroso, que incrementa las temperaturas. Este fenómeno es fundamentalmente nocturno, y se debe a factores como la falta de áreas verdes, los materiales de construcción de las viviendas, los sistemas de climatización, o los materiales utilizados en las vías de comunicación como el asfalto, entre otros, agravando así el cambio climático (CC) y afectando la salud de los residentes (García, 2018).

Estas ICU representan un desafío para las ciudades, generando condiciones climáticas extremas que afectan la calidad de vida de los habitantes debido a las actividades humanas que afectan al clima. La isla de calor urbana es una de las problemáticas más significativas de toda la humanidad de cara al siglo XXI (Marincic , 2022)

Por tanto, el incremento de las temperaturas en los centros urbanos impacta múltiples aspectos de la cotidianidad de los residentes de estas áreas, modificando las circunstancias de habitabilidad de las áreas exteriores, perturbado el confort térmico al interior de las viviendas e incrementando el consumo energético de las residencias en procura de una mejor calidad de vida (Önder & Akay, 2014)

Las ICU contribuyen al aumento del consumo energético en las ciudades, pues las altas temperaturas requieren un mayor uso de sistemas de refrigeración para proporcionar confort en los espacios interiores, conllevando un incremento en las emisiones de gases de efecto invernadero. Simultáneamente, las altas temperaturas impactan en la salud de las personas más vulnerables, como ancianos, niños y personas con enfermedades crónicas. Igualmente, alteran los patrones de precipitación y la calidad del aire, agravando los impactos negativos en el entorno urbano y la salud de los ciudadanos.

Es fundamental que los esfuerzos para abordar el CC y las ICU sean coordinados entre los actores y gestores, incluyendo a gobiernos locales, las comunidades, empresas e instituciones académicas. La colaboración e intercambio de conocimientos son fundamentales para desarrollar soluciones efectivas y sostenibles para mitigar los efectos del CC en las ciudades.

Infraestructura verde

La escorrentía de aguas pluviales de las precipitaciones es una causa de contaminación del agua en zonas urbanas. Transporta durante su paso basura, metales pesados,

escombros y otros contaminantes a través de las alcantarillas hacia los cursos de agua locales. Las fuertes tormentas generan inundaciones dañando la infraestructura en las ciudades. Históricamente, las comunidades utilizaron infraestructura gris (sistemas de canaletas, tuberías y túneles) para arrastrar las aguas pluviales desde los espacios residenciales urbanos hasta plantas de tratamiento o directamente a cuerpos de agua locales (United States Environmental Agency, 2023).

Actualmente, en muchas ciudades la infraestructura gris enverdece y su capacidad para transportar grandes volúmenes de aguas pluviales disminuye. Para afrontar este desafío, muchas comunidades globalmente están instalando sistemas de infraestructura verde (IV) para reforzar su capacidad de gestionar las aguas pluviales. Al hacerlo, las comunidades se vuelven más resilientes y alcanzan beneficios ambientales y socioeconómicos (United States Environmental Agency, 2023).

Básicamente, la IV filtra y absorbe las aguas pluviales donde caen. Por tanto, la IV es la serie de medidas y disposiciones que manejan sistemas de plantas o suelos, suelo permeable u otras áreas o sustratos permeables, que recolectan y reutilizan las aguas pluviales, o crean paisajismo para almacenar, infiltrar o evapotranspirar las aguas pluviales y disminuir los flujos a los sistemas de alcantarillado o las aguas superficiales (United States Environmental Agency, 2023).

En consecuencia, los componentes de la IV pueden integrarse en una comunidad a varias escalas. Al instalarse en una comunidad, ciudad o cuenca regional, proveen aire y agua más limpios, protección contra inundaciones, hábitat diverso y hermosos espacios verdes (United States Environmental Agency, 2023).

Desde otra perspectiva, la IV es una red de espacios verdes urbanos interconectados, que aportan funciones a los ecosistemas del territorio y a la población, ayudando a la conservación del paisaje y a mitigar los efectos del CC (Lillo & Gárate, 2014).

Área de estudio

Esta investigación se desarrolla en la ciudad de San Lorenzo perteneciente a la provincia Esmeraldas. Es el tercer cantón más grande y poblado de la provincia. Está localizado al norte de la región litoral, cerca de Colombia. Integrando el mega sistema del Chocó, región de gran biodiversidad donde coexisten las culturas indígenas Awá, Chachi, Éperas y los afro descendientes. A nivel climatológico se caracteriza porque:

Existen dos estaciones definidas “tropical monzón”, con un porcentaje de humedad seca del 40% que va de los meses de junio a noviembre con una temperatura promedio de 21 °C. y “tropical húmedo”, con un porcentaje de

humedad del casi del 100% que va de noviembre a mayo en las cuencas centrales y costa externa septentrional, cuya temperatura promedio es de 28 °C (Prefectura de la Provincia de Esmeraldas, 2023).

Según el censo INEC 2010, San Lorenzo cuenta con una población aproximada de 42.486 hab. (a nivel cantonal). La Temperatura Promedio anual del Cantón San Lorenzo es de 24°C, la Superficie: 3.105,5 Km², las Parroquias son: San Lorenzo, Ancón de Sardinas, San Javier, Tululbí, Mataje, Tambillo, Calderón, Santa Rita, Urbina, Alto tambo, Cinco de Junio, Concepción y Carondelet (Asociación de Municipalidades Ecuatorianas, 2010)

Al implementar la observación y la entrevista semi estructurada a un grupo de ciudadanos y funcionarios públicos, se diagnosticó cómo percibe y analiza la población el tema de la temperatura urbana y la falta de arbolado urbano. Se evidenció que el trabajo realizado por el GAD de San Lorenzo para afrontar esta problemática es insuficiente, y recién en el PDOT del 2019-2023 (Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas, 2021), se evidencia el abordaje de este tema con mayor seriedad.

3. PROBLEMÁTICA Y ESTADO DEL ARTE (MARCO TÉORICO)

La problemática

Para Maxwell, et al., (2018), las ICU aumentan la demanda de aire acondicionado para enfriar espacios residenciales, por tanto, incrementan la demanda máxima de electricidad y energía. Durante eventos de calor extremo, exacerbados por ICU, la mayor demanda de aire acondicionado sobrecarga los sistemas y requiere que una empresa de servicios públicos de energía eléctrica establezca apagones controlados continuos para evitar cortes de energía.

Las ICU contribuyen a aumentar las temperaturas diurnas, reducir el enfriamiento nocturno y aumentar los niveles de contaminación del aire. Estos, a su vez, contribuyen a las muertes y enfermedades relacionadas con el calor, como malestar general, dificultades respiratorias, calambres por calor, agotamiento por calor e insolación no mortal. Las poblaciones sensibles corren especial riesgo durante estos eventos.

Los adultos mayores son más vulnerables a los eventos de calor extremo, pues tienen más probabilidades de tener mala salud, menos movilidad y estar más aislados, ser más sensibles al calor intenso y vivir con ingresos reducidos. Los niños pequeños son susceptibles al calor extremo debido a su pequeño tamaño y otras características. La

frecuencia respiratoria más rápida de los niños en relación con el tamaño corporal, el tiempo que pasan al aire libre y el desarrollo de sus sistemas respiratorios aumentan sus posibilidades de agravar el asma y otras enfermedades pulmonares causadas por la contaminación del aire, que generalmente aumentan durante las olas de calor (United States Environmental Protection Agency, 2023).

Las poblaciones de bajos ingresos corren mayor riesgo de sufrir enfermedades relacionadas con el calor debido a las malas condiciones de la vivienda, incluida la falta de aire acondicionado y espacios pequeños para vivir, y a recursos inadecuados para encontrar refugio alternativo durante una ola de calor. Las personas con mala salud, incluidas las personas con enfermedades crónicas, discapacidades, limitaciones de movilidad y quienes toman ciertos medicamentos, son vulnerables a las temperaturas extremas. Las personas con diabetes, discapacidades físicas y déficits cognitivos corren un riesgo especial durante las olas de calor (United States Environmental Protection Agency, 2023).

Las políticas urbanas exitosas en la reducción de las islas de calor urbano se fundamentan en estrategias integradas que abordan tanto la infraestructura física como los comportamientos sociales y económicos. Un componente esencial de estas políticas es la implementación de infraestructura verde, otras medidas incluyen la promoción de techos y pavimentos reflectante, entre otras. La efectividad de estas políticas depende en gran medida de su integración en la planificación urbana y del compromiso de las autoridades locales con la educación y la participación comunitaria. El fracaso de estas políticas a menudo se atribuye a la falta de recursos, la planificación inadecuada, o la resistencia de los grupos de interés, lo que subraya la importancia de una implementación bien gestionada y adaptada a las condiciones locales específicas.

Por ello deben plantearse alternativas para abordar esta problemática al igual que investigaciones que generen conocimiento que solventen la problemática y apoyen a recuperar ecosistemas, la salud de ciertas poblaciones vulnerables y disminuir las emisiones que aumentan las temperaturas.

Pregunta de investigación: ¿Cuál es la percepción de los habitantes sobre las islas de calor y la incidencia que la infraestructura verde tiene en estas en el barrio San José (San Lorenzo, Esmeraldas, Ecuador) en 2023?

Estado del arte

Islas de calor

Buo, Sagris, Burdun , & Uuemaa (2020), plantearon un estudio de caso, cuyo objetivo fue identificar el patrón y la extensión de la expansión urbana en dos importantes ciudades de Ghana de rápido crecimiento (Accra y Kumasi) y cómo esta expansión urbana afectó el efecto de las ICU durante el período 2002-2017 utilizando imágenes de teledetección.

La investigación empleó imágenes captadas remotamente de las misiones Landsat 7 y 8 para mapear la expansión y crecimiento urbano. La clasificación de la cobertura terrestre se realizó mediante análisis de imágenes basadas en objetos y para la estimación de la temperatura de la superficie terrestre se utilizó un algoritmo de canal único. Conjuntamente se estimó la intensidad y magnitud de la isla de calor urbana en las ciudades objeto de análisis.

Los hallazgos revelaron que el crecimiento urbano fue un proceso más dominante que la densificación en ambas ciudades. Se construyó sobre una superficie importante de suelos desnudos y tierras con escasa vegetación, lo que acompañó a la desaparición total del cinturón forestal de Kumasi. Los valores de intensidad y magnitud indicaron la presencia y expansión de ICU en ambas ciudades. No obstante, se observó la existencia de una cantidad significativa de tierras desnudas y áreas con escasa vegetación con temperaturas superficiales relativamente altas dentro y alrededor de estas ciudades.

Los resultados evidenciaron que los tipos de cobertura del suelo desnudo o con escasa vegetación en áreas urbanas ubicadas en climas tropicales incrementan las temperaturas urbanas. Los valores de magnitud de las ICU fueron más altos con respecto a los valores de las ciudades europeas durante la ola de calor de 2016. Aunque las configuraciones urbanas y las condiciones climáticas son la razón de las diferencias, esto muestra cuán alarmantes y peligrosas son las ICU en las ciudades tropicales.

Este referente favorece la construcción de la perspectiva teórica y el constructo cognitivo que fundamenta esta investigación. Los aspectos abordados en el cuerpo del estudio permiten sostener y aclarar que las ICU no solo son un problema en los países de alto ingreso sino en los de mediano y bajo ingreso y que el factor detonante es la expansión urbana y la destrucción de la IV de las ciudades.

Marando, *et al.*, (2022) sostienen que el efecto de las ICU es un peligro ambiental perjudicial para los habitantes de las ciudades. Se espera que el CC incremente la intensidad del efecto ICU. En este contexto, la implementación de IV urbana puede

reducir parcialmente la intensidad de la ICU, originando un entorno urbano resiliente y contribuyendo a la adaptación y mitigación del CC.

Para conseguir este resultado, es preciso integrar sistemáticamente la ICU en la planificación y la legislación urbana, pero este proceso está sujeto a la disponibilidad de evidencia cuantitativa, de fácil acceso y ampliamente aplicable. Para ofrecer un panorama general de la intensidad del calor urbano y las oportunidades para mitigar las altas temperaturas, se desarrolló un modelo que informa el Servicio Ecosistémico (ES) de regulación del microclima de ICU en 601 ciudades europeas. El modelo simula la diferencia de temperatura entre un escenario de referencia y uno sin vegetación, extrapolando el papel de la ICU en su mitigación en diferentes contextos de áreas urbanas.

Finalmente, se elaboró un indicador cuantitativo práctico que pueden aplicar los responsables políticos y las administraciones municipales, permitiendo la estimación de la cantidad de vegetación urbana requerida para enfriar las temperaturas del verano en un cierto grado. Se ha descubierto que la IV enfría las ciudades europeas una media de 1,07 °C y hasta 2,9 °C, pero para lograr una disminución de 1 °C en las temperaturas urbanas, se requiere una cubierta arbórea de al menos el 16%. La regulación del microclima depende principalmente de la cantidad de vegetación dentro de una ciudad y de la transpiración y la evaporación del dosel. Además, en casi el 40% de los países, más de la mitad de la población residente no se beneficia del servicio de regulación del microclima que proporciona la vegetación urbana. La implementación generalizada de la IV, particularmente en regiones áridas y ciudades con una cubierta arbórea insuficiente, es clave para garantizar condiciones de vida urbanas saludables para los ciudadanos.

Los hallazgos de estas simulaciones ponen en relieve la importancia de estudiar las ICU en relación con la expansión urbana y la IV, lo cual constituye un valioso aporte documental para esta investigación

Karimi, *et al.*, (2023), reconocen la importancia del volumen de investigaciones llevadas a cabo durante la última década sobre las ICU y sus estrategias de mitigación, lo cual evidencia los nuevos enfoques de científicos, investigadores y agencias gubernamentales sobre diseño y planificación urbanos sobre la intensidad de las ICU y su impacto en la textura urbana.

Estos autores analizaron la tendencia de la investigación sobre ICU y las estrategias para reducirlas durante la década (2010-2020). Revisaron 91 estudios de investigación y evaluaron las principales medidas para reducir la ICU.

Igualmente evaluaron la distribución basada en la clasificación climática de Köppen-Geiger, la revisión de diferentes metodologías y la financiación de la investigación. El análisis reveló que los estudios en los climas subtropical húmedo (Cfa), mediterráneo de verano caluroso (Csa) y oceánico templado (Cfb) tienen la mayor proporción entre otras regiones climáticas en las que algunas medidas (parques urbanos, árboles urbanos, techos verdes) desempeñan un papel importante para los investigadores y los responsables políticos más que otros factores influyentes en la reducción de las ICU.

Por consiguiente, todos los referentes evaluados en este estudio evidencian la preocupación global sobre la calidad de vida en las grandes ciudades debido el efecto perjudicial de las variaciones de temperaturas junto con las ICU en el marco del CC. Se evidencia en el análisis de estos estudios los múltiples los factores que inciden en estas ICU, tales como la expansión de las áreas urbanas, la disminución de la IV y los materiales utilizados no solo para la construcción de edificios sino también de la vialidad citadina.

Cambio Climático

Abbass, et al., (2022), definen al CC como la variabilidad climática que deteriora la sostenibilidad de diversos sectores globalmente. Concretamente, la vulnerabilidad del sector agrícola preocupa mundialmente, pues una producción y suministro de alimentos suficientes están amenazados por fluctuaciones climáticas irreversibles. Igualmente, desafían los patrones de alimentación globales en países donde la agricultura es parte integral de su economía y productividad total. El CC ha puesto en riesgo la integridad y la supervivencia de muchas especies debido a los cambios en los rangos óptimos de temperatura, acelerando la pérdida de biodiversidad al cambiar progresivamente las estructuras de los ecosistemas.

Las variaciones climáticas aumentan la probabilidad de enfermedades transmitidas por alimentos, agua y otros vectores. El CC también acelera el enigma de la resistencia a los antimicrobianos, otra amenaza para la salud humana debido a la creciente incidencia de infecciones patógenas resistentes. Además, la industria turística mundial está devastada a medida que el CC afecta a los lugares turísticos desfavorablemente.

Se investigaron escenarios hipotéticos de variabilidad climática procurando describir la calidad de la evidencia para facilitar la participación cuidadosa y crítica de los actores. Los datos secundarios identificaron cuestiones de sostenibilidad como la viabilidad ambiental, social y económica. Para comprender mejor el problema, se recopiló información de medios de comunicación, agencias de investigación, documentos de políticas, periódicos y otras fuentes. Esta revisión evaluó sectorialmente los enfoques

de mitigación y adaptación al CC a nivel global en los sectores antes mencionados y los costos económicos asociados.

Los hallazgos, revelan que la participación del gobierno es necesaria para el desarrollo a largo plazo de los países mediante una estricta rendición de cuentas de los recursos y las regulaciones implementadas en el pasado para generar una política climática de vanguardia. Por lo tanto, mitigar los impactos del CC es importante y, por ende, esta amenaza global requiere un compromiso mundial para abordar sus terribles implicaciones y asegurar el sustento global.

González y Meira (2020), sostienen que el CC constituye el reto más trascendental de la humanidad de cara al siglo XXI. Es un complejo fenómeno producto del proceso civilizatorio actual que desequilibrará los ciclos y dinámicas sociales, económicas y naturales y sociales globalmente. El CC es un fenómeno mundial de interés científico, político, socioeconómico y mediático, porque sus repercusiones afectan alterando totalmente las actividades humanas. De igual modo, trastorna el funcionamiento de la biosfera y la integridad de los ecosistemas con impactos variados en el soporte vital de los ciclos biogeoquímicos. Es igualmente un espacio de debate político en el que muchas oportunidades intervienen los intereses económicos, sin importar la creciente vulnerabilidad que el fenómeno genera, especialmente en zonas tropicales y regiones de mayor pobreza.

Ante este escenario de silencio pedagógico sobre el CC surgen propuestas de educación para el cambio donde se observa la coincidencia de que ésta no ha de ser únicamente sobre alfabetización climática y no ha de estar centrada exclusivamente en lo cognitivo, sino enfocarse en: el aprendizaje participativo; enfoques académicos basados en la investigación; el papel político ciudadano para reforzar la responsabilidad, autonomía y participación; situaciones locales y preocupaciones cotidianas, acompañadas de alternativas de acción claras entre otras.

Infraestructura verde (IV) para afrontar islas de calor y cambio climático

La IV se ha propuesto como un medio efectivo de adaptación al CC. Se refiere a la integración de áreas verdes y sostenibles en la infraestructura urbana, para mejorar la calidad ambiental y reducir el impacto negativo del CC. La IV puede ser una herramienta efectiva para mitigar el impacto de las ICU. Al plantar árboles y otras formas de vegetación, se puede reducir la temperatura en las áreas urbanas, mejorando la calidad de vida de los habitantes. Además, ayuda a reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, pues los árboles y la vegetación son importantes para la captación de carbono.

Sin embargo, implementar la IV requiere una planificación y una colaboración adecuadas. Es importante involucrar a la comunidad local y a los grupos interesados en los procesos de planificación e implementación de proyectos de IV para asegurarse de que sean sostenibles y efectivos a largo plazo.

Los procesos de urbanización son una tendencia de crecimiento poblacional en las zonas urbanas que en la actualidad se desarrolla aceleradamente para dar abasto a la cantidad de personas que migran hacia esos sectores por diversos motivos, mayormente por factores económicos, de estudio, entre otros. Según el Grupo Banco Mundial (2022) se estima que “en la actualidad, alrededor del 56% de la población mundial -4400 millones de habitantes- vive en ciudades. se espera que esta tendencia continúe, ya que la población urbana aumentará más del doble para 2050, momento en que casi 7 de cada 10 personas vivirán en ciudades” (párr. 1).

Islas de calor

Las ICU se refieren a la variación en la temperatura generada como resultado de la sustitución de la vegetación natural por superficies como el concreto o asfalto que producen mucho calor cuando el sol incide en estos materiales, generando que en las zonas urbanas la temperatura aumente (Sáez, 2011). La relación existente entre CC e ICU es que el primero aumenta la intensidad de la segunda (Vide, 2020).

Entre las prácticas actuales están: el uso de vegetación y de techos verdes. El uso de vegetación en el área urbana, rural, residencial, y comercial, ayudaría en la reducción de las islas de calor. En San Lorenzo existe la costumbre de mantener huertos en los patios de los hogares. Actualmente aún se puede ver en algunas casas árboles frutales. Desde la parte pública es bueno implementar la IV. En San Lorenzo es muy escasa la cobertura verde en el área urbana, causando que en las horas de mayor incidencia solar la temperatura sea muy alta, llegando a registrarse hasta 35°C.

4. OBJETIVOS

General: Analizar la incidencia de la infraestructura verde en la reducción de temperaturas generadas por islas de calor en el barrio San José del Cantón San Lorenzo (Esmeraldas).

Específicos:

- Identificar los posibles factores que generan las islas de calor en el barrio San José
- Describir de qué manera contribuye la infraestructura verde en la reducción de temperaturas en el barrio San José
- Construir una propuesta basada en la ampliación de una infraestructura verde para enfrentar estos factores que generan las islas de calor basada en la percepción de los habitantes.

5. METODOLOGÍA

El presente trabajo se enfoca en el análisis de los efectos que producen las ICU en el territorio urbano a causa de la escasez de arbolado.

Unidad de análisis

San Lorenzo es un cantón con mucha biodiversidad, posee manglares, bosques, fauna, etc. Gracias a la gestión municipal se ha logrado preservar los manglares (los cuales, según el PDOT de San Lorenzo (2014-2018), cumplen funciones ecológicas importantes como el reciclaje de nutrientes, la producción y exportación de hojarasca y detritos, el mantenimiento de la calidad del agua, la protección de las costas y de las riberas de los esteros frente a procesos erosivos y la retención y acumulación de sedimentos (p. 48)). Sin embargo, no ha sido lo mismo con los bosques. Bone (2018) señala que en la periferia del cantón “se puede evidenciar una problemática muy clara en cuanto a deforestación ya que la superficie de los bosques naturales ha disminuido considerablemente del año 2000 al año 2008 con una variación del 37.32%. El principal cambio de uso de suelos de Bosque se ha dado al sector Agropecuario con un aumento del 33.3% y al sector de Cultivos Permanentes y Anuales con 39.31% y 10.68 respectivamente. Esto generó que los suelos que anteriormente eran Bosque natural sean intervenidos con cultivos poco favorables para dicho suelo como es la Siembra de Palma Africana que ha tenido un incremento del 13.77 % en los años analizados (2008), así también se evidencia un considerable aumento en cuanto es Pasto Cultivado y Vegetación Arbustiva con 5.52% y 2.17% respectivamente. Así también es preocupante el decaimiento de cultivos de Ciclo corto que generalmente sirven para la alimentación integral de las familias”.

El área urbana de San Lorenzo no ha tenido vegetación desde hace tiempo. Los moradores del cantón solían tener sus propios huertos en los cuales había árboles frutales, verduras, y plantas medicinales; esto ayudaba en gran manera a mantener la temperatura ambiental en el área urbana. Según el PDOT del GAD San Lorenzo (2014-2019) (Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Esmeraldas , 2014) durante el tiempo de elaboración de este PDOT “Se Registra promedios de temperatura máximas de 25° C” (p. 31). Sin embargo, con el tiempo y el acelerado crecimiento urbano se ha perdido esta práctica de tener huertos, esto junto con otros factores se han visto reflejados en la variación de la temperatura llegando a registrarse hasta 35° C en los últimos meses.

Enfoque, tipo y diseño de la investigación

Según Hernández, Fernández & Batista (2014) el enfoque cualitativo es preferido cuando la finalidad es examinar el modo en que las personas perciben y comprueban los fenómenos que los circunscriben, ahondando en sus perspectivas, interpretaciones y significados. Este enfoque se recomienda cuando el tema de estudio ha sido poco investigado o no se ha hecho indagación al respecto.

Igualmente el estudio es de carácter descriptivo, con un extenso respaldo documental y con una orientación de trabajo de campo. En este sentido, el estudio describirá la situación que aqueja a los pobladores del Barrio San José del Cantón San Lorenzo. Según Arias (2016), un estudio descriptivo “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de conocer su estructura o comportamiento” (p. 24).

En este mismo orden el presente estudio se concibe como una investigación de campo (Arias, 2016). Las técnicas utilizadas son: observación, entrevista semiestructurada, cuyo fin es recopilar datos directamente de las personas que padecen de este problema a diario para finalizar proponiendo lineamientos para la creación de una política pública enfocada a hacer frente al problema de las ICU. Lo cual se llama construir conocimiento con y desde la gente afectada.

El objetivo de la entrevista es recopilar opiniones de ciudadanos sobre la calidad del espacio público, no entrando directamente al tema de IV sino hablando desde un enfoque más amplio, pero intentando obtener información sobre los espacios de descanso y refugio de la incidencia solar en los días con altas temperaturas. Finalmente, con el análisis de los datos obtenidos de las entrevistas se espera diagnosticar mejor el problema.

Los informantes clave son ciudadanos bien del sexo masculino y del femenino, residentes en el área a estudiada con una antigüedad mayor a los 5 años de residencia, se considerarán aquellos cuyas edades superen los 20 años pero que no sobrepasen los 55 años y consientan voluntariamente participar en el estudio. El método de selección será no probabilístico y se fundamenta en personas de la comunidad escogidas por afinidad debido a la facilidad de hablar con conocidos sobre las problemáticas que aquejan a su comunidad.

En cuanto a los funcionarios públicos a escoger serán los que trabajen en espacios públicos municipales y que atienden las problemáticas comunitarias, igualmente el rango de edades y de sexo será el mismo y la permanencia además de su residencia se agregará 5 años de ejercicio en sus funciones públicas comunitarias.

6. RESULTADOS

Análisis de las entrevistas realizadas

De todos los convocados a participar en el estudio, solo 12 lo hicieron y respondieron las preguntas del instrumento aplicado. Todos son vecinos del Barrio San José. De estos, 8 (66.67%) eran mujeres y 4 eran hombres (33.33%). En cuanto a las mujeres, el promedio de edad de estas fue 42 años, en el caso de los hombres fue 26 años. Sin embargo, la muestra total de los 12 participantes tenía en promedio $37,16 \pm 14,19$ años.

El 100% de los hombres eran solteros, en el grupo etario de las mujeres 37,5% de ellas eran solteras y el 62,5% casadas. En cuanto al nivel académico de los participantes, el 58,33% eran Bachilleres, el 33,33% tenía estudios universitarios y solo 1 persona 8,33% tenía estudios universitarios de cuarto nivel. El tiempo promedio de residencia en la localidad del total de los consultados fue de $31,33 \pm 12,98$ años. Por tanto, puede inferirse que conocen a profundidad los problemas que aquejan su comunidad, especialmente lo referente a las ICU.

La mayoría de los entrevistados son originarios de la localidad. Solo una persona se trasladó a San Lorenzo por motivos laborales. En cuanto a la adaptación a la vida en el Cantón, en términos de actividades y horarios, no han experimentado cambios significativos debido al clima. Respecto al CC y su impacto en la temperatura, todos los entrevistados han notado un aumento en los últimos años. Un entrevistado afirma que “Este incremento térmico es atribuido al fenómeno del cambio climático”, lo que respalda la idea de que se está experimentando efectos significativos de este fenómeno global.

En cuanto al concepto de ICU, ningún entrevistado estaba familiarizado con el término antes de la entrevista. Sin embargo, un funcionario municipal residente en la localidad sí lo estaba, y explicó que las ICU son generadas por la acumulación de calor en la superficie terrestre, a menudo acentuadas en áreas urbanas.

En relación con el impacto de las temperaturas altas en la calidad de vida, la mayoría de los entrevistados coinciden en que el calor tiene efectos negativos en la salud y el bienestar, “puede causar cáncer en la piel” según una respuesta que brinda uno de los entrevistados. Entre los aspectos mencionados se incluyen problemas como piel seca y agotamiento.

Del mismo modo, en la mayoría de las viviendas tienen plantas de carácter ornamental, seguidas de árboles frutales y arbustos que ellos caracterizan como medicinales, sin embargo observan que en gran parte de los espacios públicos la cobertura vegetal es poca y en algunos casos opinaron que eran nulas o insuficientes, a su vez opinan que

una mayor siembra de árboles en los espacios públicos favorecería la conexión social y actividades recreativas y de ocio entre los vecinos, así como su participación para cuidarlos.

En la mayoría de las respuestas se evidencia una preocupación a este respecto, afirman que los árboles no solo purifican el aire, sino que atrapan en sus hojas y otras partes como el tallo, porciones muy finas de polvo, humo y suciedad, lo cual ayudaría a una mejor calidad del ambiente comunal, enfriarían el ambiente (aire) y ayudarían a mejorar la salud de los vecinos. Del mismo modo opinan de una manera mayoritaria que los árboles sembrados en la cantidad suficiente y variada en la comunidad ayudarían al incremento de varias especies de animales como aves propias de la región.

Es importante resaltar que en las consultas efectuadas, todos los participantes están dispuestos a colaborar con la reforestación de los espacios públicos de la comunidad y a ajustar lo que sea necesario en los espacios naturales de sus viviendas, bien para sembrar árboles o arbustos. Al consultarles sobre los techos verdes al estilo de la ciudad de Toronto, desconocieron esta opción o solución y estarían dispuestos siempre que se tenga el apoyo oficial y la especie de vegetación a colocar en sus techos, además que se haga un estudio que verifique su factibilidad en la comunidad. De la misma forma opinan que sería bueno que en los edificios públicos de la Municipalidad y otros entes del Estado sea aplicado previamente esta opción y después de la experiencia pueda trasladarse a locales de empresas privadas y después a las viviendas, siempre que se ajusten los techos para esta alternativa.

En cuanto a la vegetación en la ciudad, los entrevistados comparten la opinión de que tener huertos o jardinerías en el hogar es beneficioso tanto para el medio ambiente como para la economía doméstica; “ayuda a la persona y también es de beneficio para el hogar al proveer productos que se pueden usar para preparar alimentos, esto evita el tener que comprarlos en el mercado”. Los entrevistados consideran que la vegetación en la ciudad, incluyendo la plantación de árboles y la creación de áreas verdes, contribuiría a reducir la temperatura ambiente y mejorar la calidad de vida.

Sin embargo, los 12 participantes consultados, refieren que desde que están viviendo en la comunidad unos desde su nacimiento y otros con una data reciente de cerca de 10 años, han visto, desde su perspectiva, que cada vez se observa que han disminuido progresiva y aceleradamente los huertos familiares por efectos de la urbanización y la ocupación de estos espacios para la mejora de las viviendas en proyectos de ampliación de las mismas.

La intervención de las autoridades municipales para abordar las islas de calor es ampliamente respaldada por todos los entrevistados. Consideran que medidas como la planificación urbana que integre soluciones de vegetación, techos verdes y sistemas de consumo energético eficiente son necesarias para combatir este fenómeno.

Las respuestas de las personas entrevistadas coinciden en varios puntos clave: el aumento de temperatura es evidente y atribuido al cambio climático, la vegetación en la ciudad es vista como una solución efectiva para reducir el calor, y las autoridades municipales deben desempeñar un papel fundamental en la mitigación de las islas de calor.

7. DISCUSIÓN

Análisis de la normativa de San Lorenzo en relación con las áreas e infraestructura verde

Los equipamientos recreativos y de áreas verdes están ubicados hacia el norte, sur y este del cantón San Lorenzo. Siendo que hay estos equipamientos recreativos, aún existe un gran déficit de áreas verdes en el casco urbano.

Según los parámetros internacionales de la OMS, cada ciudadano debe contar con mínimo 9 m² de áreas verdes. En el PDOT de San Lorenzo correspondiente al periodo 2019-2023 se destaca que “En Ecuador existen 4.69 m² de espacios verdes por persona, esto quiere decir que existe un déficit por habitante de 4.31 m². San Lorenzo está incluido dentro de las urbes ecuatorianas que no cumplen con la norma, teniendo tan solo 0.83 m² de espacios verdes por persona” (p. 56).

Según datos del PDOT (2014-2019) en el cantón San Lorenzo se evidencia un problema referente a deforestación. La superficie de bosques naturales se ha visto reducida en un 37.32% entre los años 2000 y 2008. El cambio de uso de suelo se ha dado principalmente en el sector agropecuario con un incremento del 33.3% (Bone, 2018). Los bosques naturales han sido intervenidos, siendo estos reemplazados por cultivos poco favorables como la palma africana, la siembra de esta ha tenido un incremento del 13.77% en los periodos de tiempo señalados anteriormente. De la misma manera se puede notar un aumento en el pasto cultivado (5.52%) y la vegetación arbustiva (2.17%). La cobertura vegetal se ha visto afectada también por los procesos de urbanización, los cuales causan la deforestación de grandes áreas de terreno (p. 25).

En materia de alternativas viables, sobre del aprovechamiento de los techos residenciales como techos verdes es oportuno referir esta alternativa usada en la ciudad de Toronto, Canadá. De acuerdo al ente oficial municipal City of Toronto (2023), en el mes de febrero de 2006, el Ayuntamiento de Toronto adoptó la Estrategia de Techos Verdes de Toronto para promover la construcción de techos verdes en edificios municipales y de propiedad privada mediante políticas de incentivos, educación pública y el proceso de aprobación del desarrollo. La Estrategia de Techos Verdes llamada "Making Green Roofs Happen" (en español, Hacer realidad los techos verdes) se desarrolló después de que un estudio, encargado por la Ciudad y llevado a cabo por un equipo de la Universidad Ryerson, que señalara que la implementación generalizada de techos verdes en Toronto proporcionaría beneficios significativos en materia económica a la Ciudad, especialmente en las áreas de gestión de aguas pluviales y reducción de la isla de calor urbana y el uso de energía asociado para refrigeración.

Los resultados de este estudio llevaron a la Ciudad a realizar dos talleres con partes interesadas para ayudar a definir criterios para techos verdes e identificar barreras y soluciones para la implementación de techos verdes. A través de un proceso de amplia consulta con las partes interesadas, la Ciudad produjo la Estrategia de Techos Verdes que propone opciones para implementar techos verdes. Las iniciativas de esta estrategia se dividen en cuatro categorías principales:

- Un programa piloto de incentivos;
- Instalación de techos verdes en edificios de la Ciudad
- Uso del proceso de aprobación de desarrollo para fomentar los techos verdes; y
- Publicidad y educación

El programa piloto, financiado por Toronto Water, se inició en 2006 y ofreció un incentivo financiero de 10 dólares por m². El programa de 2006 fue exitoso y otorgó subvenciones a 16 solicitantes, dando lugar a la construcción de 3.000 m² de tejados verdes. Posteriormente, el programa se convertiría en el Programa de Incentivos EcoRoof.

En este orden de ideas, es ideal efectuar un estudio que sea liderado por académicos universitarios y entes oficiales municipales para determinar no solo la factibilidad ambiental, sino la económica, la política-institucional, y sobre todo la factibilidad social de hacerlo, aunque en la consulta efectuada a los participantes de la entrevista manifestaron estar de acuerdo a iniciativas de mejora de las islas de calor, siempre que se cuente con estudios y el apoyo institucional oficial.

Otra alternativa implementada mundialmente en ciudades para minimizar el efecto del CC y las ICU son los jardines verticales, conocidos también como muro verde, que son una composición de diferentes plantas ubicadas sobre una estructura vertical, que ha

sido fijada a la pared de una edificación. Las plantas, son elegidas en función del clima y de la exposición solar de la pared donde se colocarán, allí crecen sobre paneles multicapa de fieltro y PVC. De este modo, es factible el aprovechamiento óptimo de la hidroponía. Estos paneles se implantan en una rejilla metálica, ubicados levemente despegados de la pared de la edificación o vivienda, para asegurar una adecuada ventilación e impermeabilización (Nino Caggiula Architects, 2023).

Este tipo de cultivo facilita un suministro continuo de agua de lluvia y fertilizantes, mediante un sistema de riego colocado en lo alto del muro verde. Otro procedimiento sólido y eficiente para el crecimiento vertical de plantas sobre paredes de viviendas es una estructura con cubetas donde cada fila tiene su sistema de riego particular. La colocación de las diferentes plantas que constituyen el jardín vertical debe obligatoriamente considerar las condiciones microclimáticas locales, que además varían en función de la altura del muro, fundamentalmente en el caso de jardines verticales exteriores. Además, no debe olvidarse de la importancia del efecto estético, por lo que la distribución de las diferentes especies vegetales igualmente dependerá de los colores y el patrón que se desee conseguir al finalizar el trabajo (Nino Caggiula Architects, 2023).

El uso de muros verdes, en interiores y exteriores, no se debe sólo a su estética, sino a la necesidad de mejorar las características climáticas de un edificio o vivienda tanto en su interior como en su exterior. Una pared con jardín vertical no sólo tiene un gran efecto estético, sino también una función de control del clima lo cual es beneficioso ante las ICU y el CC. Efectivamente, los jardines verticales mejoran la calidad del aire, tanto dentro como fuera de los edificios o residencias. Las plantas, filtran el aire, absorben productos químicos tóxicos y suprimen el polvo (Nino Caggiula Architects, 2023).

Al igual que los techos verdes, esta opción igualmente requiere de apoyo oficial, estudios especializados de expertos, aprobación de los vecinos y financiación especial con el añadido de incentivos para su colocación, implementación y mantenimiento en el Barrio San Lorenzo.

Referente a los huertos familiares de los vecinos del Barrio San Lorenzo, las propuestas planteadas para el Plan de Uso y Gestión del Suelo de San Lorenzo y los lineamientos para una política pública a este respecto, en el Anexo 1 de esta investigación se contemplan los detalles a este respecto.

8. CONCLUSIONES

Evaluación e interpretación de resultados

Una vez realizado el análisis teórico y luego de aplicada la entrevista a los diferentes grupos de personas seleccionados previamente, se determinó que:

- No existen estudios previos realizados en el cantón que analicen los efectos del cambio climático, y más específicamente la temperatura que tanto ha variado en los últimos años.
- La municipalidad no tiene en sus instrumentos de gestión el análisis ni las medidas que se van a implementar para hacer frente al cambio climático. En el PUGS del periodo 2019-2023 se planteando varios proyectos enfocados al arbolado urbano; sin embargo, estos proyectos probablemente no se realicen debido a que esos documentos de gestión nunca se entregaron a la SOT (Superintendencia de Ordenamiento Territorial), sino que reposan en los depósitos de la municipalidad. Se ha planteado retomar estos proyectos y proponer otros en el nuevo PDOT y PUGS del periodo actual.
- La ciudadanía está consciente de las variaciones que se han dado en la temperatura en los últimos años. Conocen que esto se debe en parte a la intervención humana en el territorio. Todos los ciudadanos entrevistados reconocen que la municipalidad debería encargarse de regular el arbolado urbano y promover la practica los jardines o huertos en las viviendas.
- Se pudo constatar que los huertos actuales están desapareciendo, por causa de diversos factores, entre ellos, la presión poblacional, la falta de espacio, falta de tiempo y conocimientos para el cuidado de estos, entre otros.

Los participantes consultados, en su totalidad refieren que desde que están residiendo en la comunidad unos desde su nacimiento y otros con una data reciente de cerca de 10 años, han visto, desde su perspectiva, que cada disminuyen progresiva y aceleradamente los huertos familiares de las casas que con anterioridad los cultivaban por efectos de la urbanización y la ocupación de estos espacios para la mejora de las viviendas en proyectos de ampliación de las mismas.

Conclusiones basadas en los resultados

¿Cuál es la percepción de los habitantes sobre las islas de calor y la incidencia que la infraestructura verde tiene en estas en el barrio San José (San Lorenzo, Esmeraldas, Ecuador) en 2022?

Dando respuesta a la pregunta de investigación y en relación con los resultados obtenidos, se concluye que:

- Los testimonios recopilados de los habitantes del barrio San José revelan una percepción común sobre el aumento evidente en la temperatura durante los últimos años, alcanzando niveles tan altos como 35° C. Estos testimonios proporcionan una visión de primera mano de la percepción local de los cambios en el clima. Al ser conscientes de los graves riesgos asociados, tanto en términos de salud como en la intensificación de los fenómenos naturales, se refuerza la importancia de comprender y abordar el fenómeno de las islas de calor en el barrio San José, cantón San Lorenzo.
- El análisis documental, al revisar estudios previos y datos relevantes, respalda la relación establecida entre la falta de vegetación y el fenómeno de las islas de calor. Además, el análisis visual, al observar directamente el entorno, proporciona una confirmación empírica de la falta de áreas verdes dentro del casco urbano. Estos hallazgos subrayan la importancia de considerar la infraestructura verde como una estrategia para mitigar los efectos de las islas de calor y mejorar la calidad de vida en el barrio San José, cantón San Lorenzo.

Limitaciones del proceso

La idea original del trabajo de titulación buscaba dar continuidad a una investigación previa en un sector y ámbito específico. Sin embargo, se encontró que no existía una investigación anterior que aborde el tema en el lugar seleccionado. Por lo tanto, se tuvo que iniciar el proceso desde cero, recurriendo a diversas fuentes de información para recopilar los datos necesarios y comprender a fondo los efectos de las islas de calor en el área en cuestión.

Se llevó a cabo un exhaustivo análisis de la información documental que se pudo obtener en la web y mediante documentos dirigidos a la municipalidad; así como el estudio de datos y estudios relacionados con las islas de calor provenientes de fuentes confiables en la red. Esto permitió obtener una base sólida de conocimientos teóricos sobre el tema y establecer un marco de referencia para el estudio.

Además, se recurrió a entrevistas dirigidas a un grupo selecto de personas naturales y profesionales municipales. Estas entrevistas fueron diseñadas para recopilar información específica y enriquecer el proceso de investigación. Se buscaba obtener diferentes perspectivas y opiniones en el ámbito de la naturaleza y el cambio climático, lo que permitiría obtener una visión más completa y holística de la situación en el área de estudio.

Es importante mencionar que durante el desarrollo de la investigación se encontraron limitaciones en cuanto a la disponibilidad de información cartográfica. Esta limitación dificultó la realización de un análisis más detallado y basado en datos concretos. Sin embargo, a pesar de estas limitaciones, se hizo todo lo posible para recopilar y utilizar los datos disponibles de manera efectiva, maximizando el peso y la relevancia de la investigación.

Como aportar a esta investigación

Gracias a la información obtenida en esta investigación se allana el camino para dar continuidad a este tema. Existen varias formas de aportar a esta investigación:

- Mediante la elaboración de cartografías detalladas y precisas del área de estudio. Estas cartografías pueden proporcionar datos numéricos y visuales que respalden de manera más sólida el análisis y las conclusiones del trabajo. Además, las cartografías pueden ayudar a identificar patrones espaciales y facilitar la comprensión de la distribución de las islas de calor, no solo en el barrio San José sino también en todo el cantón.
- Se puede realizar un análisis más profundo y detallado de los datos recopilados durante la investigación. Esto implica utilizar diferentes enfoques o técnicas analíticas para obtener nuevas perspectivas sobre los resultados obtenidos. Por ejemplo, se pueden aplicar métodos estadísticos más avanzados o técnicas de modelado para explorar relaciones más complejas y validar aún más las conclusiones alcanzadas.
- Otra forma de aportar es ampliando el alcance original. Esto implica agregar nuevas variables o factores que puedan influir en la formación de las islas de calor en el barrio San José, cantón San Lorenzo. Por ejemplo, se pueden considerar variables relacionadas con la densidad de construcción, el uso del suelo o la calidad del aire.
- Es importante llevar a cabo una revisión crítica de la investigación actual para identificar posibles limitaciones, debilidades metodológicas o sesgos que podrían afectar los resultados. Al reconocer estas limitaciones, se puede

fortalecer la investigación existente y proporcionar recomendaciones para futuros estudios. Esta revisión crítica también puede incluir una comparación con investigaciones similares en otras áreas geográficas para contextualizar aún más los hallazgos.

- Considerar el impacto de la infraestructura verde en la mitigación de las islas de calor puede ser una valiosa contribución a la investigación. Esto implica analizar el efecto de la vegetación, los parques urbanos o las áreas ajardinadas en la reducción de las temperaturas y el aumento del confort térmico mediante análisis cuantitativo. Esta línea de investigación puede brindar información relevante para la implementación de estrategias de adaptación y diseño urbano sostenible en el cantón.

9. BIBLIOGRAFÍA

- Ander-Egg, E. (2011). Técnicas y procedimientos para la recogida de datos e información. En Ander-Egg, *Aprender a Investigar: Nociones básicas para la investigación social* (Primera ed., págs. 115-144). Córdoba, Argentina: Brujas.
- Arauz, C., & Marzo, M. (2021). Las soluciones basadas en la naturaleza como herramienta para mitigar el cambio climático. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 24-31. Obtenido de <https://www.icerda.org/wp-content/uploads/2021/03/127-ARTICULO-SbN-MITIGAR-CAMBIO-CLIMATICO.pdf>
- Arias, F. (2016). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (Séptima Edición ed.). Caracas: Edeiciones El Pasillo 2011, C.A.
- Asociación de Municipalidades Ecuatorianas. (05 de Mayo de 2010). *Cantón San Lorenzo*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de <https://ame.gob.ec/2010/05/20/canton-san-lorenzo/>
- Bone, B. (7 de abril de 2018). Slideshare. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/cofibone/ordenacion-forestal-sostenibles-mediante-los-criterios-e-indicadores-aplicados-al-canton-san-lorenzo>
- Buo, I., Sagris, V., Burdun, I., & Uemaa, E. (2020). Estimating the expansion of urban areas and urban heat islands (UHI) in Ghana: a case study. . *Nat Hazards* 105, 1299–1321. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11069-020-04355-4>.
- Bustos, E. S., & Vicuña, S. D. (2016). Procesos de toma de decisiones y adaptación al cambio climático. *Ambiente & Sociedad*, 19, 215-234.
- Cifuentes-Jara, M., Brenes, R., Brenes, C., Corrales, L., Vargas, M., Betbeder, J., . . . Fung, E. (s/d de Enero de 2021). Catie. Obtenido de Catie: <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10883>
- City of Toronto. (2023). *The Green Roof Strategy (2006)*. Recuperado el 15 de Enero de 2024, de Green Roof Overview: <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/green-roofs/green-roof-overview/#:~:text=Toronto's%20Green%20Roof%20Bylaw%20defines,Toronto%20Green%20Roof%20Construction%20Standard.>
- Córdova Sáez, K. (2011). Impactos de las islas térmicas o islas de calor urbano, en el ambiente y la salud humana: Análisis estacional comparativo: Caracas, octubre-2009, marzo-2010. *Terra*, 27(42), 95-122.
- Culwick, C., Bobbins, K., Cartwright, A., Oelofse, G., Mander, M., & Dunsmore, S. (2016). A framework for a green infrastructure planning approach in the Gauteng City-Region. (Nuruzzaman, 2021)Gauteng City Region Observatory.
- Estévez, R. (26 de junio de 2013). Eco Inteligencia. Obtenido de Eco-Roof Incentive Program - City of Toronto: <https://www.ecointeligencia.com/2013/06/techos-verdes-invad-en-toronto/>
- Figuroa-Arango C. 2020. Guía para la integración de las Soluciones Basadas en la Naturaleza en la planificación urbana. Primera aproximación para Colombia. Berlín: Alexander von Humboldt Stiftung, Ecologic Institute, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
- Fundación Conama. (2018). SbN para la innovación y el emprendimiento social. En A. Torrero Giralda, A. Alcántara Valero, & L. Ronquillo Muñoz, *Soluciones basadas en la naturaleza: Rumbo 20.30*. (pág. 17). Madrid.

- García Sanchez, F. J. (2019). Planeamiento urbanístico y cambio climático: la infraestructura verde como estrategia de adaptación.
- García, L. (06 de Septiembre de 2018). *Islas de calor, un fenómeno de las ciudades*. Obtenido de Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM): <https://ciencia.unam.mx/leer/779/islas-de-calor-un-fenomeno-de-las-ciudades>
- Gobierno Autónomo Descentralizado de la Provincia de Esmeraldas. (2021). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019-2023*. Esmeraldas, - Ecuador. https://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/docs/plan_de_desarrollo_territorial_2019_2023.pdf.
- Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Esmeraldas . (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL CANTON ESMERALDAS 2014-2019*. <https://www.esmeraldas.gob.ec/images/LOTAIP/2019/PDOT%20GADMCE%202014-2019%20APROBADO%20CONCEJO%201.pdf>: Alcaldía del Cantón Esmeraldas.
- González, E., & Meira, P. (2020). Educación para el cambio climático. ¿Educar sobre el clima o para el cambio? *Perfiles Educativos*; vol. XLII, núm. 168, 157-174. DOI: <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2020.168.59464>.
- Hernández , R., Fernández , C., & Baptista , M. (2014). *Metodología de la Investigación*. (Sexta Edición ed.). México D.F. : McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V. .
- Karimi, A., Mohammad, P., García, A., Moreno, D., Gachkar, D., & Gachkar, S. (2023). New developments and future challenges in reducing and controlling heat island effect in urban areas. *Environ Dev Sustain* 25, 10485–10531. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10668-022-02530-0>.
- Lhumeau, A., & Cordero, D. (2012). Adaptación basada en ecosistemas: una respuesta al cambio climático. <https://policycommons.net/artifacts/1374986/adaptacion-basada-en-ecosistemas/1989240/>
- Lillo, C., & Gárate, V. (2014). La Infraestructura Verde Como Espacio De Integración. Análisis De Experiencias y Estrategias Sustentables Para Su Consideración En La Planificación, Diseño y Gestión del Paisaje En La Intercomuna Temuco - Padre Las Casas, Chile.
- Lorenzo, G. S. (2014-2019). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2014-2019. En C. d. Pailón, Recursos no renovables existentes de valor económico, energético y/o ambiental (pág. 40). San Lorenzo: N/D.
- Magrin, G. (2015). Adaptación al cambio climático en América Latina y el Caribe.
- Marando, F., Heris, M., Zulian, G., Udías, A., Mentaschi, L., Chrysoulakis, N., . . . Maes, J. (2022). Urban heat island mitigation by green infrastructure in European Functional Urban Areas. *Sustainable Cities and Society*. 77. e. 103564, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103564>.
- Marincic , I. (12 de Noviembre de 2022). *Una revisión sobre la isla de calor urbana y sus particularidades en zonas desérticas de México*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de Vivienda y comunidades sustentables: <https://revistavivienda.cuaad.udg.mx/index.php/rv/article/view/196/496>
- Maxwell, K., Julius, S., Grambsch, A., Kosmal, S., LLarson, & Sonti, N. (2018). *Built environment, urban systems, and cities*. In *In Impacts, Risks, and Adaptation in the United States: Fourth National Climate Assessment, Volume II [Reidmiller, Avery, Easterling, Kunkel, Lewis, Maycock, and Stewart (eds.)]*. Washington, DC.: U.S. Global Change Research Program.
- Mundial, B. (06 de Octubre de 2022). *Banco Mundial*. Obtenido de Banco Mundial: <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview#1>

- Naciones Unidas. (s.f.). Naciones Unidas. ¿Qué es el cambio climático? Obtenido de Naciones Unidas: <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>
- Naciones Unidas (1992). CONVENCIÓN MARCO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. Nueva York.
- Nino Caggiula Architects. (2023). *Vertical gardens: its benefits and how to create one*. Recuperado el 15 de enero de 2024 de <https://www.minocaggiula.com/en/vertical-garden-benefits/>
- Nuruzzaman. (2021). Urban Heat Island: Causes, Effects and Mitigation Measures - A Review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 1-7.
- Önder, S., & Akay, A. (2014). The Roles of Plants on Mitigating the Urban Heat Islands' Negative Effects. *International Journal of Agriculture and Economic Development*, 2(2), December, 18-32. https://www.researchgate.net/publication/282753699_The_Roles_of_Plants_on_Mitigating_the_Urban_Heat_Islands'_Negative_Effects.
- Prefectura de la Provincia de Esmeraldas. (2023). *San Lorenzo*. Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de <https://prefecturadeesmeraldas.gob.ec/index.php/san-lorenzo/>
- Sánchez, F. J. (2019). PLANEAMIENTO URBANÍSTICO Y CAMBIO . Madrid: Instituto Juan de Herrera.
- Soto-Estrada, E. (2019). Estimación de la isla de calor urbana en Medellín, Colombia. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 35(2), 421-434.
- Studer, I., 2019. Latin America's Natural Resources and Climate Change. Available at: <https://www.nature.org/en-us/what-we-do/our-insights/perspectives/latin-america-natural-resources-climate-change/> .
- Toro Cerón, D. M. (2020). La gestión de la infraestructura verde urbana en la ciudad de Villavicencio.
- United States Environmental Protection Agency. (28 de August de 2023). Recuperado el 22 de Diciembre de 2023, de <https://www.epa.gov/heatislands/heat-island-impacts#:~:text=Heat%20islands%20contribute%20to%20higher,and%20higher%20air%20pollution%20levels>.
- United States Environmental Agency. (2 de October de 2023). *What is Green Infrastructure?* Recuperado el 18 de Diciembre de 2023, de <https://www.epa.gov/green-infrastructure/what-green-infrastructure>
- Valdez, D. A. (s/d de Enero de 2023). Flacso Andes. Obtenido de Flacso Andes: www.flacsoandes.edu.ec
- Vásquez, A. E. (2016). Infraestructura verde, servicios ecosistémicos y sus aportes para enfrentar el cambio climático en ciudades: el caso del corredor ribereño del río Mapocho en Santiago de Chile. *Revista de Geografía Norte Grande*, (63), 63-86.
- Vide, J. M. (27 de septiembre de 2020). *AEmet*. Obtenido de AEmet: <https://aemetblog.es/2020/09/27/el-cambio-climatico-aumentara-la-intensidad-de-las-islas-de-calor/>

ANEXOS

Los huertos mayormente cuentan con árboles frutales como la guanábana, guayaba, limón, naranja, etc.



Figura 1. Huerto típico
Fuente: Elaboración propia
Fecha: 02 de junio de 2023

Propuestas planteadas en el PUGS de San Lorenzo

Para hacer frente a este déficit se han implementado varias medidas que se encuentran descritas en el Plan de Uso y Gestión del Suelo de San Lorenzo. Se propone realizar un Reajuste de terrenos, cuyo objetivo es superar el desarrollo lote a lote, evitando áreas verdes fragmentadas y zonas con un sistema discontinuo de vías.

Otra propuesta que se describe en este Plan es la realización de un parque lineal a orillas del río Nadadero, con el objetivo de recuperar este espacio y reducir el déficit de espacio público actual en San Lorenzo.

“Este proyecto además de cumplir con su propósito principal puede convertirse en un lugar estratégico y de referencia de desarrollo económico, cultural y ambiental. En la actualidad esta zona se encuentra ocupada por asentamientos poblacionales en 745

predios, los mismos que deben ser expropiados bajo la declaración de espacio público por parte del GADM-SL” (PUGS San Lorenzo, 2019-2023 p. 722).



Figura 2. Huerto típico
Fuente: Elaboración propia
Fecha: 02 de junio de 2023

Es necesario señalar que “La flora nativa de San Lorenzo está formada por las siguientes especies: *Phytelephas aequatorialis* y *Attalea colenda* (Arecaceae), *Monvillea diffusa* (Cactaceae), *Carica parviflora* (Caricaceae), *Capparis crotonoides* (Capparaceae) y *Prosopis sp.* (Caesalpiniaceae); y respecto a especies cultivadas está representada por individuos dispersos en jardines de vivienda alternando con individuos de flora nativa que son para consumo familiar” (GAD San Lorenzo, 2014-2019, pp. 40).

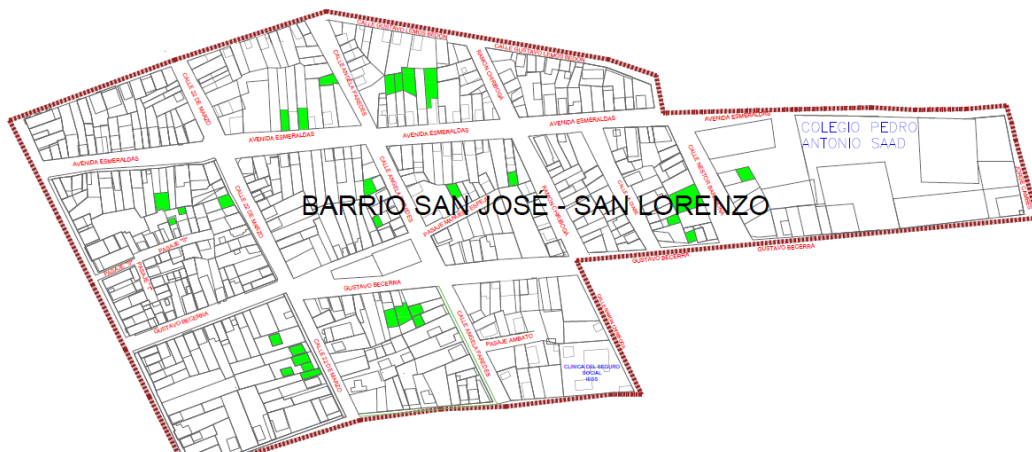


Figura 3: Identificación de huertos en el barrio San José
Fuente: Elaboración propia
Fecha de elaboración: 23 de diciembre 2023



Figura 4. Cantón San Lorenzo
Fuente: Google Earth, 2023
Fecha de captura: 02 de junio 2023

Tal como detalla el PDOT, en la mancha urbana se pueden observar esos jardines que se mencionan, que en realidad son huertos. La localización de los huertos (Figura 3) se llevó a cabo mediante un análisis visual, basado en la identificación de características específicas que los distinguen en el entorno urbano. Estos huertos se distinguen principalmente por la presencia de árboles frutales, cuyo tamaño y estructura arbórea permiten su identificación fácil desde la vía pública. Es importante señalar que este enfoque visual constituye una aproximación inicial y no exhaustiva para la identificación de los huertos dentro del área de estudio.

Resulta crucial reconocer que la colaboración de los propietarios de estos huertos, en la mayoría de los casos, se vio limitada debido a la delicadeza respecto a la privacidad y seguridad de sus hogares. Esta desconfianza puede influir significativamente en la recopilación de datos, reforzando la necesidad de adoptar estrategias adicionales para la investigación y recopilación de información sobre la distribución y características de los huertos en el área de interés. La zona que se ve menos consolidada en la parte inferior derecha (Figura 4) dentro del límite urbano es el área hacia donde se está expandiendo la mancha urbana, toda esa zona antes era boscosa. Aun se pueden apreciar áreas verdes en esta zona, pero las repercusiones que nos generará esta expansión urbana, si no se tiene en cuenta a la naturaleza, serán cada vez más graves.

A parte de las soluciones que da el GADM-SL, se propone desarrollar una política pública enfocada a regular las áreas verdes en el casco urbano y en las edificaciones.

Para este efecto se proponen algunos lineamientos que se podrían considerar en esta política pública.

LINEAMIENTOS PARA EL DESARROLLO DE UNA POLÍTICA PÚBLICA

Gracias a los resultados obtenidos de las entrevistas se puede evidenciar que la población si es consciente del aumento en la temperatura tanto a nivel global como local. También tienen claro que el uso de vegetación contribuye a hacer frente a las islas de calor. En base a esto, las personas se podrían ver involucradas en una política pública enfocada a mejorar la infraestructura verde en la ciudad con el objetivo de reducir las ICU en base a los parámetros que se describan.

La política pública debería apuntar a conservar lo que existe de vegetación natural en plazas y parques, y asegurar la protección de los manglares; incentivar a conservar e incrementar el número de huertos urbanos.

Objetivo de la política pública

Mantener e incrementar la vegetación en general como parte de la infraestructura verde para disminuir el efecto de las islas de calor

Estrategias

1. Dar mantenimiento e incrementar infraestructura verde urbana
2. Incentivar la implementación de huertos o jardinerías en los hogares
3. Normar el uso de techos verdes para las nuevas estructuras
4. Normar el uso de jardines verticales
5. Educación y concientización a la población en general

Acciones

1. Priorizar la vegetación urbana en los planes de desarrollo. Generar evaluaciones para evidenciar el cumplimiento de la implementación y el mantenimiento de áreas con arbolado que garanticen la generación de sombra.
2. Para las personas que ya tienen jardinerías se les podría ayudar con incentivos, como, por ejemplo, realizar un pequeño descuento en el pago anual de sus predios. Para las personas que disponen de espacios para implementar jardinerías se les puede dotar de semillas y guía para el proceso de siembra.

3. Los techos de las edificaciones representan un alto porcentaje del territorio que ocupan. Se debería incentivar al uso de techos verdes en nuevas edificaciones a través de normativas. Esto podría también venir acompañado de pequeñas compensaciones (que no tienen que ser necesariamente monetarias) para los que cumplan con estas medidas.
4. Se puede compensar a las personas que implementen jardines verticales en sus edificaciones, mediante:
 - Incentivos fiscales: Esto puede incluir exenciones fiscales, reducción de impuestos, entre otros.
 - Ofrecer subvenciones y programas de financiamiento. Esto facilitaría el acceso a recursos económicos para llevar a cabo estas iniciativas.
 - Reconocimientos y certificaciones: Se puede otorgar un sello distintivo o un certificado que distinga a las personas que apliquen estas prácticas, destacándolas como contribuyentes a la sostenibilidad y el medio ambiente.
 - Programas de capacitación y asesoramiento técnico dirigidos a las personas interesadas en implementar jardines verticales o techos verdes. Esto les ayudaría a generar habilidades y conocimiento para llevar a cabo estos proyectos de manera efectiva.
 - Organizar eventos especiales, como ferias ecológicas o exposiciones, donde se destaque y premie a aquellos que han implementado estas medidas. Estos eventos también servirían para generar consciencia en el resto de la población e incentivarlos a aplicar estas prácticas.
5. Es necesario generar consciencia en la población sobre la importancia de las áreas verdes y el beneficio que estas nos generan frente a las olas de calor. Se pueden organizar campañas de sensibilización, talleres y programas educativos para promover la participación de la comunidad en la creación y mantenimiento de áreas verdes.

Referencia De Programas De Incentivos

Estos programas de incentivos ya se están aplicando en ciudades como Toronto. En esta ciudad se ha desarrollado una legislación que requerirá que todos los edificios residenciales, comerciales e institucionales con una superficie bruta de menos de 2.000 m² deben tener entre 20 y 60 por ciento de techo verde. Se señala que no todas las edificaciones son legibles para adoptar los techos verdes, y en caso de querer

implementar este eco-techo se puede acceder a subvenciones del estado para cubrir los gastos de los estudios para determinar si la edificación es o no legible (Estévez, 2013). Copenhague, Chicago y Melbourne, son ciudades que también están legislando la incorporación de techos verdes en las edificaciones, y estableciendo diferentes programas de incentivos para los ciudadanos.

A manera de corolario, los espacios recreativos y de áreas verdes se ubican al norte, sur y este del cantón San Lorenzo, sin embargo, se observa un gran déficit de áreas verdes en el casco urbano. A este respecto las especies cultivadas en el área y en los espacios residenciales está constituida por individuos dispersos en jardines de vivienda alternando con individuos de flora nativa que son para consumo familiar. La cobertura vegetal se ha visto afectada por la urbanización, y la deforestación de extensas áreas. Los huertos familiares de origen residencial en su mayoría están integrados por árboles frutales como la guanábana, guayaba, limón, naranja.

La población está consciente del incremento en la temperatura tanto global como local, y están claros en que el uso de vegetación contribuye a hacer frente a las islas de calor. En base a esto, las personas se podrían involucrar en una política pública orientada a la mejora de la infraestructura verde en la ciudad con el fin de disminuir las islas de calor en base a los parámetros que se describan desde los entes oficiales. Estas iniciativas son múltiples y van desde mantener e incrementar infraestructura verde urbana; impulsar los huertos o jardineras en los hogares; regular el uso de techos verdes para las estructuras y el uso de jardines verticales, además educar y crear conciencia a la población de la localidad.

PREGUNTAS ELABORADAS PARA ENTREVISTAS

Estructura de entrevista para la población en general

- ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el cantón San Lorenzo?, ¿por qué se movió a SL?, ¿Ha tenido que cambiar alguna de sus actividades u horarios?
- ¿Ha notado un aumento en la temperatura en los últimos años?, ¿Cuál cree que pueda ser la causa de este aumento en la temperatura?
- ¿Conoce o ha escuchado alguna vez sobre las islas de calor?
- ¿Cree que las temperaturas altas causan algún impacto en su calidad de vida? ¿en qué aspectos?
- ¿Qué opina sobre tener huertos o jardinerías en su hogar?
- ¿Cree usted que la vegetación en una ciudad o cantón ayudaría en la disminución de la temperatura ambiental?, ¿Qué podríamos hacer como ciudadanos para contribuir a la disminución de la temperatura?
- ¿Cree usted que las autoridades municipales deberían intervenir para reducir las islas de calor en el cantón?

Estructura de entrevista para la población que dispone de huertos

- ¿Cuánto tiempo lleva viviendo en el cantón San Lorenzo?, ¿por qué se movió a SL?, ¿Ha tenido que cambiar alguna de sus actividades u horarios?
- ¿Ha sido complicado mantener su huerto?, ¿Qué tan costoso puede llegar a ser este mantenimiento durante un año?
- ¿Ha notado un aumento en la temperatura en los últimos años?, ¿Cuál cree que pueda ser la causa de este aumento en la temperatura?
- ¿Conoce o ha escuchado alguna vez sobre las islas de calor?
- ¿Cree que las islas de calor causan algún impacto en su calidad de vida? ¿en qué aspectos?
- ¿Cree usted que la vegetación en una ciudad o cantón ayudaría en la disminución de la temperatura ambiental?, ¿Qué podríamos hacer como ciudadanos para contribuir a la disminución de la temperatura?
- ¿Cree usted que las autoridades municipales deberían intervenir para reducir las islas de calor en el cantón?

Estructura de entrevista para profesionales municipales

- ¿Conoce o ha escuchado alguna vez sobre las islas de calor?
- ¿Podría explicar cuáles cree que son los principales factores que generan las islas de calor?
- ¿Cuáles son algunos efectos que pueden causar las islas de calor en las personas y en el territorio?
- ¿Cree usted que la vegetación en una ciudad o cantón ayudaría en la disminución de la temperatura ambiental?, ¿considera que hay alguna otra medida que se pueda tomar?
- ¿Cuáles son las principales estrategias de mitigación que se pueden implementar para reducir la temperatura ambiental?
- ¿De qué manera se puede integrar el enfoque de islas de calor en la planificación urbana?