

RESEARCH ARTICLE

# Estudio de vulnerabilidad climática en el cantón Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Pedro Harrys Lozano-Mendoza <sup>1\*</sup>  Carlos Alberto Nieto-Cañarte <sup>1</sup>  Yomber José Montilla-López <sup>1</sup>   
Evelyn Dayana Loor-Santana <sup>1</sup>  Erika Fernanda Monserrate-Troya <sup>1</sup>  Maria Belen Pluas-Bravo <sup>1</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Quevedo, Ecuador.

✉ Correspondencia: [plozano@uteq.edu.ec](mailto:plozano@uteq.edu.ec) ☎ + 593 99 445 3143

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj72167>

**Resumen:** La investigación evalúa los riesgos relacionados con precipitaciones, sequías y temperaturas. A través de metodologías deductivas, analíticas y bibliográficas, se determina que el área de estudio presenta una variabilidad climática considerable, con una tendencia a la elevación de temperaturas y un riesgo climático moderado a bajo. Los resultados indican que la preparación de la población para enfrentar los desafíos climáticos es limitada, lo que destaca la necesidad de implementar medidas de mitigación y adaptación. Se resalta la importancia de mejorar la capacidad adaptativa para reducir vulnerabilidades y aumentar la resiliencia ante los impactos negativos del cambio climático. El análisis evidencia la exposición elevada a fenómenos climáticos en ciertas áreas de Quevedo, lo cual subraya la urgencia de acciones preventivas para minimizar los posibles daños.

**Palabras claves:** vulnerabilidad, adaptabilidad, mitigación, resiliencia climática.

## Climate vulnerability study in the Quevedo canton, Los Ríos, Ecuador

**Abstract:** The research assesses the risks related to precipitation, droughts and temperatures. Through deductive, analytical and bibliographic methodologies, it is determined that the study area presents considerable climatic variability, with a tendency towards rising temperatures and a moderate to low climatic risk. The results indicate that the population's preparation to face climatic challenges is limited, which highlights the need to implement mitigation and adaptation measures. The importance of improving adaptive capacity to reduce vulnerabilities and increase resilience to the negative impacts of climate change is highlighted. The analysis shows the high exposure to climatic phenomena in certain areas of Quevedo, which underlines the urgency of preventive actions to minimize possible damage.

**Keywords:** vulnerability, adaptability, mitigation, climate resilience.



**Cita:** Lozano-Mendoza, P. H., Nieto-Cañarte, C. A., Montilla-López, Y. J., Loor-Santana, E. D., Monserrate-Troya, E. F., & Pluas-Bravo, M. B. (2024). Estudio de vulnerabilidad climática en el cantón Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Green World Journal, 07(167).  
<https://doi.org/10.53313/gwj72167>

**Received:** 20/July /2024

**Accepted:** 01/August/2024

**Published:** 30/August/2024

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.  
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial  
[editor@greenworldjournal.com](mailto:editor@greenworldjournal.com)

**Editor's note:** CaMeRa remains neutral with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests entirely with the authors.



© 2024 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.  
Creative Commons Attribution (CC BY).  
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## 1. Introducción

En un mundo cada vez más interconectado, los efectos del cambio climático se hacen cada vez más evidentes, generando impactos significativos en diversas regiones alrededor del mundo [1]. Según el Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático / Intergovernmental Panel on Climate Change “IPCC” [2], las emisiones de gases de Efecto Invernadero (GEI) provocan el aumento de la temperatura global afectando el sistema climático y dando lugar a impactos como el aumento del nivel del mar, cambios en los patrones de precipitación y eventos climáticos extremos más frecuentes e intensos [3].

Ecuador destaca por su ubicación geográfica privilegiada y su riqueza natural [4]. Sin embargo, el país enfrenta una serie de amenazas relacionadas con la vulnerabilidad climática, como el incremento de fenómenos extremos, la pérdida de biodiversidad y la disminución de los recursos hídricos [5]. El país se muestra particularmente vulnerable a los impactos negativos del cambio climático, donde su clima está determinado por dos estaciones (seca y lluviosa) debido a su ubicación en la línea ecuatorial, se ve afectado no solo a nivel biofísico, como el deshielo de los nevados Andinos, sino también en términos de vulnerabilidad económica y cultural, preparación para desastres y relevancia del cambio climático para la sociedad [6].

Dentro del marco del IPCC, para evaluar los riesgos y las medidas de adaptación subraya la necesidad de comprender las amenazas climáticas, los sistemas expuestos y su vulnerabilidad [7]. En este contexto, el estudio analiza los peligros climáticos en Ecuador, proporcionando una línea base para futuras evaluaciones de vulnerabilidad e impactos potenciales, así como para el diseño de estrategias de adaptación; Donde los hallazgos de este análisis se han integrado en el Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático 2023–2027 [8] subrayando su relevancia para la planificación y la resiliencia del país frente a los desafíos climáticos.

A lo largo de los años, Quevedo ha experimentado un aumento en la frecuencia e intensidad de fenómenos naturales, como inundaciones y sequías, que no solo impactan la infraestructura urbana, sino que también ponen en riesgo la seguridad alimentaria, la salud pública y el bienestar social de sus habitantes [9]; todo estos factores han llevado a la comunidad local, junto con instituciones públicas y privadas, a reconocer la necesidad urgente de integrar la adaptación al cambio climático en las estrategias de planificación territorial [10]. En particular las actividades agrícolas, fundamentales para la economía local, se ven gravemente afectadas por la variabilidad climática, lo que altera los ciclos de cultivo, reduce la productividad y compromete la seguridad alimentaria, especialmente para los pequeños agricultores que cuentan con recursos limitados para adaptarse a estos cambios trayendo consigo problemas económicos afectando a la salud, servicios básicos, desarrollo social y seguridad [11].

Las alteraciones climáticas también han incrementado la incidencia de enfermedades transmitidas por vectores, como el dengue y la malaria, que prosperan en condiciones más cálidas y húmedas [12]; Además, las sequías prolongadas han generado escasez de agua potable, aumentando el riesgo de enfermedades relacionadas con la potabilización [13]. En el ámbito de la infraestructura, las lluvias intensas han provocado inundaciones y deslizamientos de tierra, que no solo dañan viviendas y carreteras, sino que también interrumpen el acceso a servicios esenciales como la educación y la atención médica, afectando gravemente el bienestar de la población [14]. Ante esta realidad, se ha vuelto imperativo integrar la adaptación al cambio climático en el proceso de ordenamiento territorial, como un medio para reducir la vulnerabilidad y fortalecer la resiliencia de Quevedo frente a estos desafíos [15].

Esta investigación se centra en evaluar la vulnerabilidad al cambio climático del cantón, se busca identificar los riesgos climáticos que afectan, así como proponer estrategias de adaptación que puedan ser integradas en su planificación y gestión a largo plazo.

## 2. Materiales y métodos

### 2.1. Área de estudio

Quevedo está situado en la provincia de los ríos, conocida como la urbe más grande y poblada; se localiza al centro de la región litoral del Ecuador, en una extensa llanura atravesada por el río Quevedo, a una altitud de 74m.s.n.m. y con un clima lluvioso tropical de 25.2°C en promedio [16]. Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos, en 2022 se tenía una población de 177792 habitantes, lo que la convierte en la décima ciudad más poblada del país.



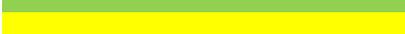
Figura 1. Ubicación del área de estudio

### 2.2. Métodos

Para determinar los niveles de exposición a riesgos adversos (Tabla 1), se elaboraron mapas temáticos para delimitar las categorías de exposición asociadas a diversos eventos naturales, como sequías, precipitaciones y temperaturas extremas. La calificación de la Tabla 1 muestra que la presencia de amenaza será muy baja, lo que indica que su nivel de que suceda un impacto será menor y se diferencia con el color verde oscuro; para el valor 2 se establece que la amenaza que presentara la parroquia será muy baja y esta se encuentra identificada con el color verde claro, lo

que muestra que la probabilidad de ocurrencia de algún evento suscitado es de baja peligrosidad; luego para la calificación de 3 se considera un nivel de amenaza moderado, donde existe un grado de peligrosidad media representado con el color amarillo; para el valor 4 se considera que su grado de amenaza y peligrosidad es algo y se halla coloreado de color naranja; por último se tiene el puntaje de 5 representado con el color rojo, indicando un alto nivel de peligro en el área estudiada. A continuación, la ponderación para determinar la exposición:

**Tabla 1.** Niveles de riesgo de los índices climáticos existentes en la zona de estudio

| Color   | Valor | Significado |
|---|-------|-------------|
|  | 0     | Nula        |
|  | 1     | Muy bajo    |
|  | 2     | Bajo        |
|  | 3     | Moderado    |
|  | 4     | Alta        |
|  | 5     | Muy alta    |

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador [17]

Como consecuencia de las amenazas climáticas se producen diversos efectos físicos directos cuyas definiciones se muestran a continuación en la Tabla 2:

**Tabla 2.** Efectos físicos directos de las amenazas climáticas

| Efectos físicos         | Definición   |
|-------------------------|--|
| Derrumbes               | Fenómeno natural de movimiento de masas de tierra, roca y escombros debido a la pérdida de su estabilidad y producido de modo natural por la acumulación de agua en la capa superficial del terreno. Este fenómeno puede provocar daños a las propiedades, infraestructura y pérdida de vidas. Los derrumbes tienden a repetirse en lugares donde ya han ocurrido previamente. |
| Deslizamientos          | Los deslizamientos de tierra suceden cuando grandes cantidades de rocas, tierra o detritos (masa sólida descompuesta) bajan por una pendiente, provocado por la inestabilidad de un talud, y suelen ser causados, entre otros factores, por efecto del exceso de agua.   |
| Disminución de caudales | Disminución del agua que circula por el cauce de un río en un lugar y tiempo determinados.   |
| Erosión del suelo       | Pérdida de la capa de suelo, principalmente, por factores como: corrientes de agua y de aire, en particular, en terrenos secos y sin vegetación.   |
| Estrés hídrico          | Demanda de agua más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad.  |
| Estrés térmico          | Trastornos derivados de las temperaturas extremas.   |
| Inundaciones            | Eventos que se presentan cuando las precipitaciones sobrepasan la capacidad máxima de retención de agua e infiltración del suelo (inundación por saturación de suelo), o el caudal de agua supera la capacidad máxima de transporte de los ríos, quebradas o esteros (inundaciones por desbordamientos de ríos).   |

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador [17]

Para la descripción de los riesgos en cuanto a la afectación que tienen por los cambios climáticos, este puede verse afectada por varios factores o variables.

### 2.2.1. Análisis de la vulnerabilidad

Es la propensión o predisposición a ser afectado negativamente; comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño, la capacidad de respuesta y de resiliencia. Una mayor vulnerabilidad implica que una persona, comunidad, sistema o estructura es más propensa a experimentar efectos negativos ante situaciones de riesgo, la evaluación de la vulnerabilidad también considera factores socioeconómicos, ambientales, políticos y culturales que pueden influir en la capacidad de un individuo o grupo para anticipar, enfrentar y recuperarse de los impactos negativos (López et al., 2020).

Comprender y analizar la Vulnerabilidad y por ende el Riesgo climático, es crucial para desarrollar estrategias efectivas de mitigación y adaptación que reduzcan los riesgos y fortalezcan la resiliencia en diversos contextos. Es la propensión o predisposición a ser afectado negativamente; comprende una variedad de conceptos y elementos que incluyen la sensibilidad o susceptibilidad al daño, la capacidad de respuesta y de resiliencia.

$$Rc = [(A)(E)(V)] \rightarrow V = \left[ \frac{(S)}{(Ca)} \right]$$

Para el cálculo del Riesgo climático "Rc", se lo obtiene de la multiplicación de la Amenaza "A" por la Exposición "E" y por la Vulnerabilidad "V"; Este último analiza la Sensibilidad "S" entre la capacidad de adaptación "Ca".

### 2.2.2. Análisis de la sensibilidad

Para estimar el grado de sensibilidad se aplican los parámetros indicados en la Tabla 3, donde se describen los rangos a considerar para la estimación de la sensibilidad de la vulnerabilidad del cantón Quevedo. Este análisis es fundamental para identificar qué factores específicos contribuyen a la vulnerabilidad de este sector en particular. Dicha Tabla detalla los grados de sensibilidad y diversos indicadores a tomar en cuenta. Cada uno de estos parámetros tiene un rango que permite medir la sensibilidad del sector frente a distintos tipos de amenazas, ya sean naturales o antropogénicas.

**Tabla 3.** Consideraciones para el análisis de sensibilidad

| Sensibilidad   | Grado de sensibilidad  |
|--|--|
| Depende de las características propias del elemento expuesto que lo vuelven susceptible frente a amenazas climáticas.<br>- Puede ser más pronunciada cuando las consecuencias de la amenaza climática afecten a un recurso clave para alcanzar el objetivo del proyecto. | El elemento expuesto es muy poco susceptible a presentar daños frente a la amenaza climática, permitiendo la normal operación del programa / proyecto.       |
|  | El elemento expuesto es poco susceptible a presentar daños frente a la amenaza climática, permitiendo que el programa/proyecto opere con relativa normalidad |
|  | El elemento expuesto es medianamente susceptible a presentar daños frente a la amenaza climática, limitando la normal operación del programa / proyecto      |

|  |   |
|--|---|
| <p>- Puede verse acentuada por “presiones no climáticas” (ambientales, sociales, políticas o económicas) que un determinado elemento expuesto enfrente, mismas que pueden identificarse durante la fase de diagnóstico del PDOT.</p> | <p>El elemento expuesto es altamente susceptible a presentar daños frente a la amenaza climática, provocando cierres temporales pero frecuentes del programa / proyecto</p> |
|  | <p>El elemento expuesto tiene una susceptibilidad muy alta a presentar daños frente a la amenaza climática, provocando cierres permanentes de los programas / proyectos</p> |

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador [17]

### 2.2.3. Capacidad de adaptación

La capacidad de adaptación al cambio climático se basa en dirigir los esfuerzos hacia la limitación de los impactos, la disminución de las vulnerabilidades y el aumento de la resiliencia de los sistemas humanos y naturales frente a los cambios climáticos. En la Tabla 4 se presentan los rangos de capacidad adaptativa, los cuales son útiles para determinar el índice de adaptación y evaluar la vulnerabilidad del cantón Quevedo.

Tabla 4. Índice del grado de capacidad de adaptación

| Capacidad de adaptación   | Grado de la Capacidad de adaptación   |
|---|---|
| <p>Capacidad de los sistemas, las instituciones, los seres humanos y otros organismos para acoplarse, prepararse y responder ante posibles daños, aprovechar las oportunidades, o afrontar las consecuencias de las amenazas climáticas o sus efectos.</p> <p>- Los proyectos con mayor capacidad adaptativa pueden responder mejor ante las amenazas climáticas.</p> | <p>El elemento expuesto tiene muy poca capacidad de respuesta para hacer frente a las amenazas climáticas. Esta capacidad de adaptación no reduciría los daños ocasionados por la amenaza climática, ocasionando cierres permanentes del programa/proyecto.</p>           |
|   | <p>El elemento expuesto tiene poca capacidad de respuesta para hacer frente a las amenazas climáticas. Esta capacidad de adaptación no reduciría la totalidad de los daños ocasionados por la amenaza climática, provocando cierres frecuentes del mismo.</p>             |
|   | <p>El elemento expuesto tiene una capacidad de respuesta moderada para hacer frente a las amenazas climáticas. Esta capacidad de adaptación reduciría, parcialmente, los daños ocasionados por la amenaza climática, limitando el funcionamiento normal del proyecto.</p> |
|   | <p>El elemento expuesto es altamente susceptible a presentar daños frente a la amenaza climática, provocando cierres temporales pero frecuentes del programa/proyecto.</p>  |
|   | <p>El elemento expuesto tiene una muy alta capacidad de respuesta a las amenazas climáticas. Esta capacidad de adaptación reduciría completamente los posibles daños ocasionados por las amenazas, permitiendo el funcionamiento normal del proyecto.</p>                 |

Fuente: Ministerio del Ambiente de Ecuador [17]

### 3. Resultados

Se llevó a cabo un análisis de datos meteorológicos utilizando el software R Studio para obtener las variables y evaluar el nivel de riesgo climático del cantón Quevedo. Cuyos datos específicos

para la amenaza climática fueron recopilados de la estación meteorológica Pichilingue (M006), ubicada en el INIAP. A continuación, se presentan los resultados gráficos:

### 3.1. Serie a lo largo de tiempo

Se observa en la Figura 2 un patrón cíclico recurrente con picos que varían en intensidad y frecuencia. Estos picos parecen representar eventos significativos que ocurren periódicamente. Entre 1970 y 1980, los picos son más bajos y más uniformes, lo que sugiere una estabilidad relativa en los valores durante ese período. Sin embargo, a medida que se avanza hacia las décadas de 1990 y 2000, los picos comienzan a aumentar tanto en frecuencia como en magnitud. Esto podría indicar una intensificación de los eventos o fenómenos que están siendo registrados por la serie temporal.

Un aspecto notable del gráfico es la variabilidad en la altura de los picos, especialmente en el período comprendido entre 1995 y 2005, donde se observa un aumento significativo en la magnitud de los valores, alcanzando su punto máximo alrededor del año 2000. Después de este periodo, los picos siguen siendo altos, pero más esporádicos, sugiriendo fluctuaciones importantes con algunos periodos de relativa calma.

Esta serie temporal podría estar representando datos que reflejan un fenómeno cíclico, como variaciones climáticas, fluctuaciones económicas, o patrones de demanda, entre otros. La presencia de picos altos podría indicar la ocurrencia de eventos extraordinarios o una mayor volatilidad en los datos en ciertos períodos. Además, la persistencia de estos ciclos a lo largo de cinco décadas sugiere que el fenómeno subyacente tiene una naturaleza recurrente, aunque con variaciones en su intensidad a lo largo del tiempo.

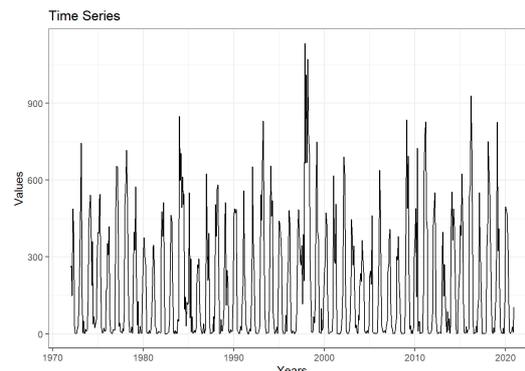


Figura 2. Serie de tiempo al año

La Figura 3, muestra datos de precipitación mensual durante varios años, con un patrón estacional claro donde los picos de lluvia ocurren entre febrero y mayo, seguidos de un marcado descenso desde junio hasta agosto, y un ligero aumento en los últimos meses del año. Existe una gran variabilidad entre años, especialmente en la temporada húmeda, con algunos años presentando precipitaciones muy altas (>900 mm) y otros considerablemente más bajas. El periodo de junio a septiembre evidencia una sequía constante en casi todos los años, lo que resalta una estación seca bien definida. También se observan anomalías, como en 1986 y 1988, donde se registran picos de precipitación en meses típicamente secos, lo que podría indicar eventos climáticos inusuales. Aunque el gráfico no permite discernir tendencias a largo plazo de forma precisa, se nota que en años recientes los picos y descensos parecen más pronunciados. En esta se refleja un ciclo estacional con una temporada de lluvias al inicio del año y una sequía en medio, junto con una variabilidad interanual significativa y algunas anomalías.

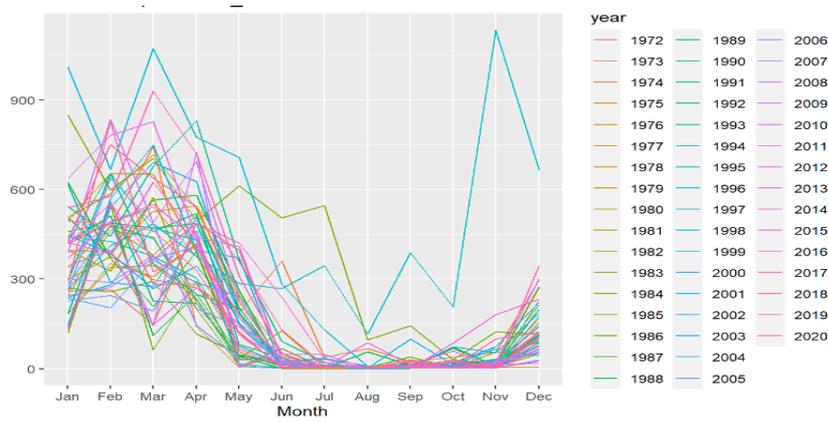


Figura 3. Series de tiempo por meses de cada año

### 3.2. Exposición

En la Figura 4 muestra el mapa de la ciudad de Quevedo que detalla la exposición climática en diferentes áreas de la ciudad. Las zonas están codificadas por colores que representan distintos niveles de exposición climática. El verde indica una exposición baja (nivel 2), el amarillo una exposición moderada (nivel 3), el anaranjado una exposición alta (nivel 4) y el rojo una exposición muy alta (nivel 5), esto permite identificar las diferentes áreas propensas a sufrir eventos climáticos.

La mayor parte de Quevedo está marcada con colores anaranjado y rojo, lo que sugiere que estas áreas tienen una alta exposición climática. En contraste, las zonas en el suroeste y noroeste muestran colores verde y amarillo, indicando una menor exposición. Estos sectores, al tener características geográficas que los protegen, son menos vulnerables a los impactos climáticos, esto podría deberse a factores como la deforestación, prácticas agrícolas inadecuadas y una infraestructura deficiente para enfrentar eventos climáticos. Esto sugiere que las zonas centrales y orientales de Quevedo son más vulnerables a los impactos climáticos adversos.

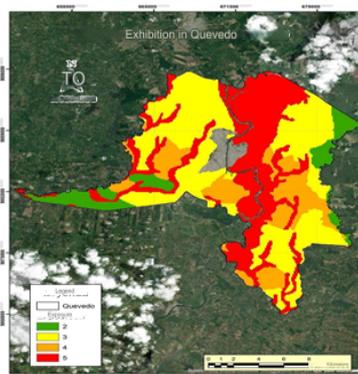


Figura 4. Exposición climática en el cantón Quevedo

### 3.3. Amenaza

La Figura 5 muestra la amenaza climática que tiene el cantón Quevedo y ofrece una evaluación completa de la vulnerabilidad del cantón a fenómenos meteorológicos adversos, como lluvias intensas, deslizamientos e inundaciones. Este análisis, basado en un estudio estadístico de variables meteorológicas, revela que todo el territorio del cantón enfrenta una alta amenaza, lo que supone un riesgo significativo para la población, y las actividades económicas de la región.

La región de Quevedo está completamente coloreada en naranja, lo que sugiere que la amenaza es alta en toda la zona ya que está con un nivel 4. Después de obtener los resultados del programa R Studio a partir de las gráficas descompuestas de las series temporales adicionales por

año y las gráficas estacionales de precipitación y alta temperatura se obtiene un nivel de amenaza climática alta de nivel 4.

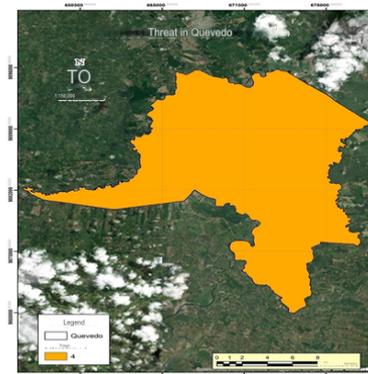


Figura 5. Amenaza climática en el cantón Quevedo

### 3.4. Riesgo climático

En la figura 6, se muestra el riesgo climático en distintas áreas de la ciudad Quevedo. Las zonas están codificadas por colores para representar diferentes niveles de riesgo climático. El verde indica un riesgo muy bajo (nivel 1), el verde claro un riesgo bajo (nivel 2), el amarillo un riesgo moderado (nivel 3) y el anaranjado un riesgo alto (nivel 4). Según el mapa, la mayor parte de Quevedo está clasificada con un riesgo moderado (amarillo), especialmente en las áreas centrales y algunas zonas al noreste.

Las zonas con riesgo muy bajo y bajo se encuentran principalmente en el suroeste y el extremo este (verde y verde claro). Solo una pequeña área en el noreste está marcada con un riesgo alto (anaranjado). Esto sugiere que, en general, Quevedo enfrenta un riesgo climático moderado, con ciertas áreas específicas que tienen un riesgo mayor o menor.

El riesgo climático en el cantón Quevedo destaca la importancia de implementar estrategias específicas para mitigar los impactos en las zonas con riesgo moderado. Estas áreas, que comprenden la mayor parte del cantón, podrían sufrir graves consecuencias debido a eventos extremos como inundaciones, sequías, etc. Las zonas clasificadas como de bajo riesgo, aunque son poco extensas, deberían considerarse importantes para la implementación de medidas correctivas. Estas áreas tienden a servir de refugios durante la presencia de eventos climáticos extremos.

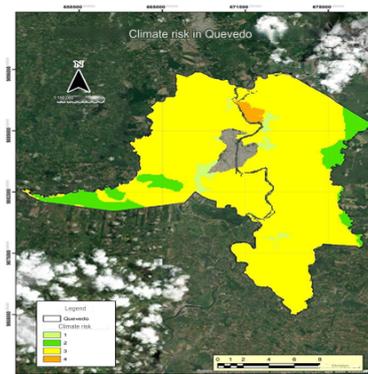


Figura 6. Riesgo climático en el cantón Quevedo

### 3.5. Sensibilidad

En la Figura 7, se observa la capacidad de sensibilidad que tiene el cantón Quevedo. Se puede observar que la mayor parte de la zona está representada en amarillo, lo que indica que tiene una

sensibilidad alta a un nivel (nivel 3), una pequeña porción está representada en naranja, que corresponde a una sensibilidad muy alta (nivel 4), y solo una pequeña parte en verde representa una sensibilidad media (nivel 2), mientras que solo una mínima parte contiene baja capacidad de adaptación climática.

La población dentro de la zona de estudio tiene poco conocimiento sobre la incidencia del cambio climático y las afectaciones que tiene por la realización de las actividades humanas esto quedó demostrado al estudiar la sensibilidad, se estudiaron las siguientes variables como: infraestructura de la vivienda, ingresos económicos, número de personas que viven dentro de la vivienda, esto con la finalidad de conocer qué tan expuestos y preparados están para afrontar las consecuencias del cambio climático.

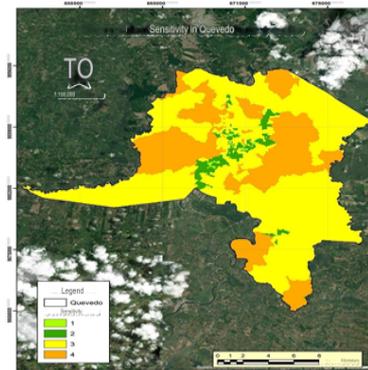


Figura 7. Capacidad de sensibilidad climática en el cantón Quevedo

### 3.6. Adaptación

En el mapa de la Figura 8. nos indica la capacidad de adaptación de Quevedo al cambio climático. La mayor parte de la zona está representada en amarillo, lo que indica una capacidad de adaptación alta (nivel 3), con una pequeña porción en verde, que corresponde a una capacidad de adaptación media (nivel 2).

El nivel de adaptación expone la diversidad que pueden causar las amenazas. Por lo tanto, se puede determinar que los habitantes de la parroquia el Guayacán del cantón Quevedo tienen un nivel de preparación bajo y muy bajo para enfrentar el cambio climático, las amenazas a las que se expone son: precipitaciones, sequías, altas tempera. Estos diversos fenómenos climáticos pueden incrementar los riesgos de sufrir desastres en la zona de estudio considerando la población actual.

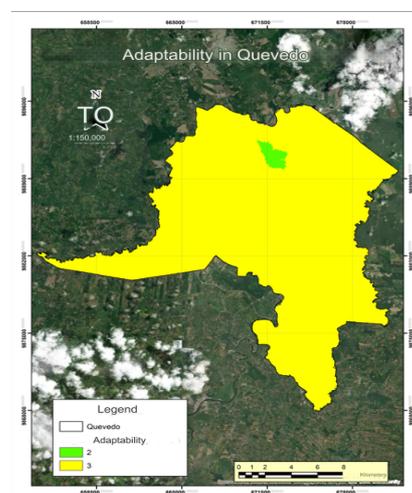


Figura 8. Capacidad de adaptación climática en el cantón Quevedo

#### 4. Discusión

Es crucial considerar los eventos extremos que pueden alterar significativamente el funcionamiento normal de las sociedades y comunidades [18]. En situaciones críticas, estos eventos pueden desencadenar catástrofes con pérdidas humanas, materiales, económicas o ambientales, lo que requiere una respuesta de emergencia inmediata para satisfacer las necesidades humanas y puede necesitar ayuda externa para la recuperación [19].

El análisis temporal de las variables climáticas en Quevedo muestra una tendencia significativa hacia el incremento de fenómenos extremos, como lo sugiere el aumento en la frecuencia e intensidad de picos de precipitación y temperatura observados en las últimas décadas. Este hallazgo coincide con estudios similares que han identificado un patrón global de aumento en la intensidad de eventos extremos, como lo documenta el IPCC [20], que indica que el cambio climático está exacerbando fenómenos como inundaciones y sequías. La variabilidad observada es un reflejo de la tendencia mundial hacia un clima más volátil.

El mapeo de la exposición climática en Quevedo revela una diferencia marcada entre áreas del centro y la periferia, con las zonas más urbanizadas mostrando mayores niveles de riesgo climático debido a la infraestructura deficiente y la alta densidad poblacional. Esta observación es consistente con estudios sobre vulnerabilidad urbana en países en desarrollo, donde la falta de infraestructura adecuada contribuye a una mayor exposición a riesgos climáticos [21]. La adaptación en estas zonas requiere medidas como la mejora del drenaje y la planificación urbana resiliente.

La alta amenaza por lluvias intensas y desbordamientos en el cantón Quevedo es coherente con lo encontrado en otros estudios de la región tropical. Según Cali [22], las inundaciones en zonas vulnerables como Quevedo están vinculadas a la falta de gestión adecuada de los cauces fluviales y al uso no planificado del suelo. La deforestación y la expansión urbana sin control agravan este riesgo, incrementando la vulnerabilidad ante fenómenos hidrometeorológicos extremos.

La sensibilidad de la población en Quevedo frente a los eventos climáticos se manifiesta en factores socioeconómicos como bajos ingresos y precariedad en la vivienda. Esto se ha observado en estudios comparativos donde las comunidades con menos recursos tienden a estar más expuestas a los efectos del cambio climático [23]. La falta de acceso a infraestructura y servicios básicos, como agua potable y sistemas de saneamiento, amplifica la vulnerabilidad de estas poblaciones.

El estudio revela que, aunque algunas zonas de Quevedo tienen una capacidad de adaptación moderada, la mayoría de la población carece de preparación suficiente para enfrentar los efectos del cambio climático. La baja capacidad de adaptación observada se refleja también en estudios regionales sobre la resiliencia ante el cambio climático, donde factores como la educación y el acceso a recursos juegan un papel crucial en la capacidad de respuesta de las comunidades [24].

#### 4. Conclusión

Quevedo está ubicada en una zona donde las precipitaciones muestran un impacto moderado, lo que puede dar como resultado que, en caso de eventos climáticos extremos, como tormentas o inundaciones, se podría sufrir daños de consideración. La variabilidad climática evidente a lo largo del período analizado, indica una significativa variación en la temperatura tanto a nivel anual como mensual. Los extremos de temperatura varían entre años, mostrando periodos con máximos y mínimos pronunciados, evidenciando una variabilidad climática considerable.

Quevedo enfrenta una alta amenaza por el cambio climático, y una exposición elevada. Es importante que se tomen medidas de mitigación y adaptación para reducir los impactos negativos

del cambio climático en la región y mejorar su capacidad de respuesta ante estos desafíos ambientales.

Riesgo climático moderado bajo la evaluación de la amenaza climática en el área de estudio, sugiere un riesgo moderado a bajo en términos de precipitaciones, sequías y temperaturas elevadas. A pesar de la variabilidad observada, los niveles de amenaza son clasificados como moderados o bajos, indicando un riesgo limitado para la asociación en relación con estos fenómenos.

La variabilidad climática observada en Quevedo, junto con los riesgos moderados identificados, subraya la importancia de desarrollar planes de contingencia a largo plazo. Estos planes deben incluir estrategias integrales para el manejo de recursos hídricos, la protección contra inundaciones y la implementación de mecanismos que aseguren la continuidad de las actividades agrícolas, especialmente en escenarios de eventos climáticos extremos. La planificación anticipada es crucial para mitigar los posibles impactos y asegurar la resiliencia de las comunidades locales.

Las infraestructuras existentes en Quevedo podrían no estar completamente preparadas para soportar eventos climáticos extremos, que, aunque de probabilidad moderada, podrían tener consecuencias significativas. Es fundamental invertir en la mejora y el fortalecimiento de las infraestructuras clave, como sistemas de drenaje, diques y redes de transporte, para reducir la vulnerabilidad de la región ante tormentas, inundaciones y otros fenómenos adversos. Esta inversión no solo protegerá a las comunidades y sus medios de vida, sino que también contribuirá a la sostenibilidad a largo plazo de la región.

La alta amenaza por el cambio climático que enfrenta Quevedo exige la implementación urgente de medidas de adaptación y mitigación. Estas medidas deben enfocarse en reducir la exposición y vulnerabilidad de la región a los impactos negativos del cambio climático. La adopción de prácticas agrícolas resilientes, el fomento de la reforestación y la conservación de ecosistemas críticos son pasos necesarios para mejorar la capacidad de respuesta de la región ante estos desafíos ambientales.

Dado el riesgo climático identificado como moderado, es esencial que las comunidades locales fortalezcan su capacidad para enfrentar eventos adversos. La educación y la concienciación sobre el cambio climático, junto con el acceso a recursos y tecnologías adecuadas, son cruciales para mejorar la resiliencia comunitaria. Al capacitar a las comunidades para que tomen decisiones informadas y proactivas, se puede minimizar el impacto de los riesgos climáticos en sus medios de vida y bienestar.

**Contribución de autores:** Conceptualización, E.D.L.S., E.F.M.T. y M.B.P.B.; metodología, P.H.L.M.; software, P.H.L.M.; validación, E.D.L.S., E.F.M.T. y M.B.P.B.; análisis formal, P.H.L.M., C.A.N.C. y Y.J.M.L.; investigación, E.D.L.S., E.F.M.T. y M.B.P.B.; recursos, P.H.L.M., C.A.N.C. y Y.J.M.L.; curaduría de datos, E.D.L.S., E.F.M.T. y M.B.P.B.; redacción-revisión y edición, E.D.L.S., E.F.M.T., M.B.P.B. y C.A.N.C.; visualización, P.H.L.M., C.A.N.C. y Y.J.M.L.; supervisión, P.H.L.M. y Y.J.M.L.; administración de proyectos, P.H.L.M. y C.A.N.C..

**Financiamiento:** Los autores financiaron a integridad el estudio.

**Conflictos de interés:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

## Referencias

1. Toth, V.; & Šebová, M. Examining climate change awareness and climate-friendly activities of urban residents: A case study in Košice. *E & M Economics and Management* **2024**, 27(1), 24-39. <https://doi.org/10.15240/tul/001/2024-1-002>
2. Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. Sensibilidad climática y retroefectos del clima. IPCC Fourth Assessment Report: Climate Change **2007**. [https://archive.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/syr/es/mains2-3.html](https://archive.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/syr/es/mains2-3.html)

3. Parry, M.; Canziani, O.; Palutikof, J.; Linden, P. v.; & Hanson, C. Cambio Climático: Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad. Contribución del Grupo de Trabajo II al Cuarto Informe de Evaluación del IPCC **2007**, 1ª Publicación, 64. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg2-sum-vol-sp.pdf>
4. Santiago-Vera, Teresita de J.; García-Millán, Máximo A.; & Michael-Rosset, Peter. Enfoques de la resiliencia ante el cambio climático. *Agricultura, sociedad y desarrollo* **2018**, 15(4), 531-539. <http://surl.li/ydsrtp>
5. Cali, T. Evaluación crítica de la metodología de estimación del riesgo climático del MAATE a partir del caso del cantón Guano, provincia de Chimborazo. Repositorio UASB-EC **2024**. <http://hdl.handle.net/10644/9764>
6. Ministerio del Ambiente de Ecuador [MAE]. Estrategia Nacional de Cambio Climático del Ecuador. **2017** Edition. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/10/ESTRATEGIA-NACIONAL-DE-CAMBIO-CLIMATICO-DEL-ECUADOR.pdf>
7. Pörtner, H.-O.; Roberts, D. C.; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Tignor, M.; Poloczanska, E.; Mintenbeck, K.; Alegría, A.; Nicolai, M.; Okem, A.; & Petzold, J. The Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press **2022**, 755. <https://doi.org/10.1017/9781009157964>
8. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE]. Plan de Adaptación al Cambio Climático del Ecuador (2023 - 2027). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo en Ecuador (PNUD) y Fondo Verde para el Clima (FVC) **2023**. <https://www.undp.org/es/ecuador/publicaciones/plan-de-adaptacion-al-cambio-climatico-del-ecuador-2023-2027>
9. Linés Escardó, Alberto. Clima y cambio climático. *Revista del Aficionado a la Meteorología*. **2010** Edition. <https://www.divulgameteo.es/fotos/lecturas/Clima-CC-Linés.pdf>
10. Milagro, M. C.; & Valentín, M. Y. Análisis de la vulnerabilidad del sector agrícola frente al cambio climático en el cantón Quevedo, Ecuador. *CATIE* **2018**. <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5295>
11. Winckler, P.; Farías, L.; Vicuña, S.; Esparza, C.; Mora, J.; Chubretovi, R.; Cabrera, F.; Sánchez, N. Z.; Caza, P.; & González, R. A. Climate projections of oceanographic variables in the Exclusive Economic Zone of Ecuador: A 21st century perspective to inform impact and adaptation assessment. *Regional Studies in Marine Science* **2024**, 77, 103612. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2024.103612>
12. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. ¿Qué es la adaptación al cambio climático y por qué es crucial?. UNDP **2024**, Climate Promise. <https://climatepromise.undp.org/es/news-and-stories/que-es-la-adaptacion-al-cambio-climatico-y-por-que-es-crucial>
13. Li, A.; Hons, M. T.; & Bentley, P. R. Mapping social vulnerability indicators to understand the health impacts of climate change: a scoping review. *The Lancet Planetary Health* **2023**, 7(11), 925-937. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(23\)00216-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(23)00216-4)
14. Morales, D.; Quinatoa, P.; & Bastidas, I. Q. Fortalecimiento del sistema de vigilancia entomológica y control de enfermedades transmitidas por vectores en Ecuador. *INSPIPILIP* **2022**, 6(2). <https://doi.org/10.31790/inspilip.v6i2.298>
15. Tapia, C.; Abajo, B.; Feliu, E.; Mendizaba, M.; Martínez, J. A.; Fernández, G.; Laburu, T.; & Lejarazu, A. Profiling urban vulnerabilities to climate change: An indicator-based vulnerability assessment for European cities. *Ecological Indicators* **2017**, 78, 142-155. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.02.040>
16. GAD Quevedo. Plan Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2019 / 2023. **2019** Edition. <https://quevedo.gob.ec/plan-desarrollo-y-ordenamiento-territorial-2019-2023/>
17. Ministerio del Ambiente de Ecuador [MAE]. Herramienta para la integración de criterios de Cambio Climático en los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial. **2019** Edición. <https://www.planificacion.gob.ec/wp-content/uploads/2019/09/Caja-de-herramientas-Cambio-Climático-.pdf>
18. Lv, Y.; & Sarker, M. N. I. Integrative approaches to urban resilience: Evaluating the efficacy of resilience strategies in mitigating climate change vulnerabilities. *Heliyon* **2024**, 10(6), e28191. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e28191>
19. Lv, Y.; Sarker, M. N. I.; & Firdaus, R. B. R. Disaster resilience in climate-vulnerable community context: Conceptual analysis. *Ecological Indicators* **2014**, 158(111527), 111527. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.111527>

20. Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC]. Sixth Assessment Report: Climate Change **2021**. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
21. Karamidehkordi, E.; Hashemi Sadati, S. A.; Tajvar, Y.; & Mirmousavi, S. H. Climate change vulnerability and resilience strategies for citrus farmers. *Environmental and Sustainability Indicators* **2024**, 20(100317), 100317. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2023.100317>
22. Opoku-Boateng, E.; Agyei, F.; Asibey, M. O.; & Mintah, F. Climate change resilience and social capital: Insights from informal urban neighbourhoods in Kumasi, Ghana. *Cities (London, England)* **2024**, 152(105234), 105234. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105234>
23. Tchonkouang, R. D.; Onyeaka, H.; & Nkoutchou, H. Assessing the vulnerability of food supply chains to climate change-induced disruptions. *The Science of the Total Environment* **2024**, 920(171047), 171047. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.171047>
24. Wang, D.; & Chen, S. The effect of pilot climate-resilient city policies on urban climate resilience: Evidence from quasi-natural experiments. *Cities (London, England)* **2024**, 153(105316), 105316. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105316>



© 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>