



RIESGO CLIMÁTICO EN LOS SERVICIOS DE SALUD LOCAL EN ECUADOR

CLIMATE RISK IN LOCAL HEALTH SERVICES IN ECUADOR

Segundo Vilema-Escudero* y Marlon Many Orellana

Universidad ECOTEC, Km 13 1/2 Vía Samborondón, Samborondón, Guayas, Ecuador

*Autor para correspondencia: svilema@ecotec.edu.ec

Manuscrito recibido el 02 de abril de 2024. Aceptado, tras revisión el 24 de julio de 2024. Publicado el 1 de septiembre de 2024.

Resumen

El presente trabajo analiza la interacción entre el riesgo climático, originados por eventos extremos producto del fenómeno El Niño-Oscilación del Sur (ENOS) y/o Cambio Climático, y su impacto en los servicios de salud local en Ecuador. El análisis se centra en la creciente vulnerabilidad de Ecuador a los efectos del cambio climático, que exacerbaba los desafíos en la prestación de servicios de salud, particularmente en el contexto de fenómenos climáticos severos. El objetivo principal es analizar la relación entre el número de hectáreas afectadas por eventos climáticos y la disponibilidad y eficacia de los servicios de salud locales, considerando la resiliencia comunitaria y la cobertura sanitaria como variables moderadoras. La metodología emplea un análisis de regresión lineal utilizando datos de 221 municipios ecuatorianos, abarcando variables como riesgo climático, servicios de salud, resiliencia comunitaria, cobertura sanitaria, y factores demográficos y socioeconómicos. Los resultados indican una influencia significativa del riesgo climático en la eficacia de los servicios de salud, moderada por la resiliencia comunitaria y la cobertura sanitaria. Se observa que las áreas con mayor preparación y cobertura sanitaria muestran una mejor capacidad de respuesta ante eventos climáticos extremos. Finalmente, es importante integrar la gestión del riesgo climático en la planificación de servicios de salud, sugiriendo que una mayor resiliencia comunitaria y una amplia cobertura sanitaria son esenciales para mitigar los impactos negativos del cambio climático en la salud pública.

Palabras clave: Riesgo Climático, Servicios de Salud, Resiliencia, Ecuador.

Abstract

This work analyzes the interaction between climate risk, caused by extreme events resulting from the El Niño-Southern Oscillation (ENSO) phenomenon and/or Climate Change, and its impact on local health services in Ecuador. The analysis focuses on Ecuador's growing vulnerability to the effects of climate change, which exacerbates challenges in the delivery of health services, particularly in the context of severe climate events. The main objective is to analyze the relationship between the number of hectares affected by climate events and the availability and effectiveness of local health services, considering community resilience and health coverage as moderating variables. The

methodology uses a linear regression analysis using data from 221 Ecuadorian municipalities, covering variables such as climate risk, health services, community resilience, health coverage, and demographic and socioeconomic factors. The results indicate a significant influence of climate risk on the effectiveness of health services, moderated by community resilience and health coverage. It is observed that areas with greater preparation and health coverage show a better capacity to respond to extreme weather events. Finally, it is important to integrate climate risk management into health services planning, suggesting that greater community resilience and broad health coverage are essential to mitigate the negative impacts of climate change on public health.

Keywords: Climate Risk, Health services, Resilience, Ecuador.

Forma sugerida de citar: Vilema-Escudero, S. y Manya Orellana, M. (2024). Riesgo Climático en los Servicios de Salud Local en Ecuador. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 40(2):37-49. <https://doi.org/10.17163/lgr.n40.2024.02>.

IDs Orcid:

Segundo Vilema-Escudero: <https://orcid.org/0000-0002-1768-0300>

Marlon Manya Orellana: <https://orcid.org/0000-0002-0604-443X>

1 Introducción

El cambio climático constituye un desafío global significativo. En combinación con eventos de variabilidad climática natural, como el fenómeno del Niño Oscilación del Sur -ENOS-, se evidencian efectos dramáticos en las poblaciones, especialmente en América Latina y Ecuador (García-Parra y col., 2022). El ENOS, caracterizado por el calentamiento del Océano Pacífico Central, tiene importantes repercusiones en los patrones climáticos en todo el mundo, provocando fenómenos meteorológicos extremos (Alatrística-Salas y col., 2021). En Ecuador, estos eventos se manifiestan a través de un aumento de las precipitaciones, inundaciones y sequías, con impactos directos en la agricultura, los servicios de salud y la infraestructura. Además, los efectos indirectos incluyen lesiones, enfermedades, muertes y pérdidas económicas significativas, así como consecuencias en la salud mental de las personas afectadas (Toulkeridis y col., 2020).

Thielen y col. (2023) e Hidalgo y col. (2024) detallan el efecto de los eventos extremos de ENOS en las precipitaciones de Ecuador, destacando la mayor vulnerabilidad de la región a tales anomalías climáticas. Además, Rollenbeck y col. (2022) proporcionan un análisis de radar meteorológico del evento costero ENOS de 2017, subrayando los graves desafíos que enfrentan Ecuador y Perú.

Para los fines de este estudio, el riesgo climático se define como la probabilidad de que eventos climáticos extremos, como inundaciones y sequías, impacten negativamente los sistemas naturales y humanos, exacerbando vulnerabilidades existentes (Field y Barros, 2014). Estos riesgos se evalúan en términos de su frecuencia, magnitud y el alcance de los daños causados por estos eventos.

Por otro lado, los servicios de salud en este contexto se refieren principalmente a la infraestructura sanitaria, incluyendo la disponibilidad de establecimientos de salud, su capacidad operativa y la accesibilidad para la población (Hahn, 2019). Esto abarca hospitales, clínicas, y otros centros de atención que forman parte integral del sistema de salud local y su capacidad para ofrecer servicios preventivos, de atención y de emergencia (Phillips, 2005). No se enfoca directamente en la calidad de la atención individual o en programas específicos de salud

pública, sino en la disponibilidad y capacidad de respuesta de la infraestructura sanitaria en general (Moyo y col., 2023).

En Ecuador, los establecimientos de salud se clasifican en cuatro niveles de atención y complejidad. El primer nivel incluye centros de salud básicos y dispensarios. El segundo nivel abarca hospitales básicos con servicios especializados limitados. El tercer nivel se compone de hospitales generales con una amplia gama de especialidades. El cuarto nivel comprende hospitales de especialidades y centros de alta complejidad, ofreciendo atención avanzada y especializada (Ron y col., 2018).

Los servicios de salud del Ecuador enfrentan importantes desafíos debido a eventos climáticos extremos, exacerbados de ENOS (Barberán y col., 2019). Estos eventos tienen impactos directos e indirectos en la salud pública en el Ecuador. Por ejemplo, el aumento de las precipitaciones y las inundaciones pueden provocar brotes de enfermedades relacionadas por el agua, mientras que las sequías pueden afectar la seguridad alimentaria y la nutrición (Thielen y col., 2023). Los servicios de salud en Ecuador, ya presionados por recursos limitados, luchan por responder a estas crisis de salud inducidas por el clima.

Rollenbeck y col. (2022) destacan el profundo impacto de los eventos extremos de ENOS en los patrones de precipitación de Ecuador, subrayando la urgencia de que los servicios de salud se adapten a estas condiciones climáticas cambiantes. Por tanto, es importante estudiar el riesgo climático en los servicios de salud locales en Ecuador que permita mejorar el conocimiento sobre las implicaciones para la economía de la salud y la gestión del riesgo climático (Fernandez, Bucaram y Renteria, 2015).

La intersección entre el riesgo climático y la prestación de servicios de salud, en el Ecuador presenta un área de investigación crítica, aunque poco explorada (Subía-Cabrera y Subía-Cabrera, 2022). A pesar de reconocer los amplios impactos del cambio climático en la salud pública, son escasos los estudios específicos que examinen cómo estos cambios afectan la prestación de servicios de salud en el país (Vaccaro Witt y col., 2023). Esta brecha es significativa, dada la vulnerabilidad del Ecuador a fenómenos climáticos como ENOS, que

puede alterar drásticamente los patrones de enfermedades, las necesidades de atención médica y la demanda general de servicios de salud (Guenni y col., 2017).

Este estudio no solo contribuiría al conjunto de conocimientos académicos, sino que también proporcionarían conocimientos prácticos para los formuladores de políticas y planificadores de servicios de salud en Ecuador. Por tanto, se plantean las siguientes preguntas de investigación ¿Cómo altera específicamente el fenómeno ENOS la demanda de servicios de salud en diferentes regiones del Ecuador?, ¿De qué manera se ven afectadas la capacidad y distribución de los servicios de salud en Ecuador por eventos climáticos extremos asociados con el ENOS?

Los fundamentos conceptuales que exploran el nexo entre los servicios de salud y el riesgo climático se basan en un enfoque multidisciplinario, que combina conocimientos de salud ambiental, economía de la salud y gestión del riesgo de desastres. Las teorías en salud ambiental dilucidan las vías directas e indirectas a través de las cuales el cambio climático afecta los resultados de salud, enfatizando el papel de los determinantes ambientales en la configuración de las vulnerabilidades de la salud (McMichael y col., 2003). Los modelos de economía de la salud, como el marco de oferta y demanda, son fundamentales para analizar cómo los riesgos para la salud inducidos por el clima alteran la demanda de servicios de salud y los ajustes correspondientes necesarios en la prestación de servicios de salud (Phillips, 2005). Además, las teorías de la gestión del riesgo de desastres ofrecen marcos para comprender la resiliencia y las capacidades de adaptación de los sistemas de salud frente a los riesgos climáticos, destacando la importancia de las fases de preparación, respuesta y recuperación para mitigar el impacto de las emergencias sanitarias relacionadas con el clima (Paton y Johnston, 2017).

La relación entre los servicios de salud y el riesgo climático en Ecuador, particularmente bajo ENOS han proporcionado información valiosa pero también presentan varias limitaciones (Arjona y col., 2016). Metodológicamente, muchos estudios se basan en análisis retrospectivos de resultados de salud y patrones climáticos, que pueden no capturar adecuadamente las interacciones complejas y bi-

direccionales entre los eventos climáticos y las respuestas de los servicios de salud (Gutierrez y col., 2020; Sorensen y col., 2017; Thielen y col., 2023). El objetivo de este estudio es evaluar el riesgo climático sobre los servicios de salud en Ecuador, enfocándose en cómo los efectos del ENOS afectan la demanda de los servicios en diferentes cantones.

2 Materiales y Métodos

El fenómeno ENOS impacta significativamente la salud pública en Ecuador, aumentando la prevalencia de enfermedades transmitidas por el agua, infecciones respiratorias y enfermedades vectoriales como el dengue, malaria y cólera (Sorensen y col., 2017). Las poblaciones rurales vulnerables enfrentan barreras para acceder a la atención médica debido al desplazamiento y las dificultades económicas (Díaz-Vélez y col., 2020). Además, existen disparidades en accesibilidad y calidad de los servicios de salud entre áreas urbanas y rurales, exacerbadas por factores socioeconómicos (Gutierrez y col., 2020; Liu y col., 2023). Por tanto, es necesario mejorar la preparación para emergencias, mejorar la vigilancia de enfermedades y los mecanismos de respuesta, e integrar las evaluaciones de riesgos climáticos en la planificación y prestación de servicios de salud (Schwartz y col., 2023). En este sentido se plantea la siguiente hipótesis *H1*: El riesgo climático afecta significativamente a los servicios de salud local en el Ecuador.

2.1 Resiliencia Comunitaria

La resiliencia comunitaria frente a los desastres naturales y el cambio climático abarca una amplia gama de conceptos y medidas, centrándose en la capacidad de las comunidades para anticipar, prepararse, responder y recuperarse de situaciones adversas. Esta resiliencia se basa en varios pilares, entre ellos una infraestructura sólida, una gobernanza local eficaz, la cohesión social y la diversificación económica (Aldrich y Meyer, 2015). Las medidas de resiliencia comunitaria a menudo implican evaluaciones de estos pilares, junto con la capacidad de aprendizaje adaptativo y la implementación de prácticas de gestión ambiental sostenible (Patel y col., 2017; Pacheco-Peña, Lema-Quinga y Yáñez-Moretta, 2023).

Ejemplos de estrategias municipales para aumentar la resiliencia al ENOS incluyen el desarrollo de sistemas de alerta temprana, la construcción de infraestructura resistente a inundaciones y el establecimiento de equipos comunitarios de respuesta a emergencias (Vilema y Mendoza, 2014). En Ecuador, los municipios han participado en proyectos de reforestación para reducir los riesgos de deslizamientos de tierra y han implementado estrategias de gestión del agua para abordar los desafíos que plantean tanto el exceso de agua durante las fuertes lluvias como la escasez de agua durante las sequías (Vilema y Roman, 2018).

Por otro lado, la aplicación de políticas públicas locales de resiliencia y la eficacia de la respuesta en los servicios de salud ha considerado la integración del enfoque de salud en una planificación municipal más amplia para la reducción del riesgo de desastres y la adaptación al clima (Arjona y col., 2016). Los estudios han demostrado que los municipios que priorizan la resiliencia de los servicios de salud en sus procesos de planificación experimentan menos interrupciones en la prestación de atención médica y pueden brindar respuestas más efectivas a las emergencias de salud pública inducidas por el fenómeno ENOS (Gutierrez y col., 2020; Sorensen y col., 2017; Vilema, Mendoza y Briones, 2017; Vilema y Mendoza, 2014). Por tanto, se ha planteado la siguiente hipótesis H2: La resiliencia comunitaria modula el efecto entre el riesgo climático y los servicios de salud local en el Ecuador.

2.2 Cobertura Sanitaria

Existe un papel fundamental de la cobertura sanitaria integral para mejorar la resiliencia de las poblaciones vulnerables a los impactos del cambio climático. Una cobertura sanitaria eficaz puede reducir la exposición de estas poblaciones a los riesgos para la salud relacionados con el clima mejorando el acceso a la atención preventiva, los servicios de emergencia y los programas de gestión de enfermedades (Moyo y col., 2023). Además, integrar consideraciones sobre el cambio climático en las políticas de cobertura sanitaria puede guiar el desarrollo de intervenciones específicas destinadas a reducir las disparidades en salud y mejorar la preparación de la salud pública para los efectos del cambio climático (Ansah y col., 2021).

La cobertura sanitaria integral garantiza el acceso oportuno a los servicios de salud, reduciendo la morbilidad y la mortalidad asociadas a los problemas de salud inducidos por el clima (Gutierrez y col., 2020). Por ejemplo, durante el episodio ENOS de 1997-1998, las zonas con amplia cobertura sanitaria en Ecuador pudieron proporcionar una vigilancia de enfermedades más eficaz, alertas tempranas e intervenciones oportunas, reduciendo significativamente los resultados adversos para la salud asociados con el episodio (Thielen y col., 2023).

Esta cobertura incluyó el establecimiento de unidades de salud móviles, el almacenamiento de medicamentos esenciales y la capacitación de trabajadores de la salud en los riesgos para la salud relacionados con el clima (Patel y col., 2017; Rollenbeck y col., 2022). Por tanto, se ha planteado la siguiente hipótesis H3: La cobertura sanitaria modera el efecto entre el riesgo climático y los servicios de salud local en el Ecuador.

2.3 Diversidad Geográfica

No se puede subestimar la importancia de la geografía en la planificación y prestación de servicios de salud frente a los riesgos climáticos. Las consideraciones geográficas son cruciales para desarrollar modelos de prestación de servicios de salud personalizados que aborden las vulnerabilidades específicas de cada región (Fernandez, Bucaram y Renteria, 2015; Vilema y Mendoza, 2014). Por ejemplo, las zonas costeras pueden requerir una infraestructura sólida para resistir las inundaciones, mientras que las zonas montañosas podrían beneficiarse de programas mejorados de seguridad alimentaria para prevenir la desnutrición durante los eventos ENOS (Gutierrez y col., 2020; Thielen y col., 2023). Por tanto, la incorporación de la diversidad geográfica en la planificación de los servicios de salud permite el desarrollo de estrategias adaptativas que sean sensibles a las distintas necesidades y vulnerabilidades de las diferentes regiones (Schwartz y col., 2023).

Los factores geográficos en Ecuador influyen significativamente en la relación entre los servicios de salud y el riesgo climático, subrayando la importancia del análisis espacial para comprender la vulnerabilidad y la capacidad de respuesta (Vilema y col., 2024). Gutierrez y col. (2020) menciona

que las áreas con mayor altitud enfrentan desafíos distintos en comparación con las regiones costeras, incluida la variabilidad en los patrones de temperatura y precipitación que afectan a los vectores de enfermedades de manera diferente.

espacial entre las anomalías climáticas inducidas por ENOS y los brotes de enfermedades sensibles al clima como la malaria y el dengue. Por tanto, se plantea la siguiente hipótesis H4: La diversidad geográfica impulsa el efecto entre el riesgo climático y los servicios de salud local en el Ecuador.

Díaz-Vélez y col. (2020) observan la correlación

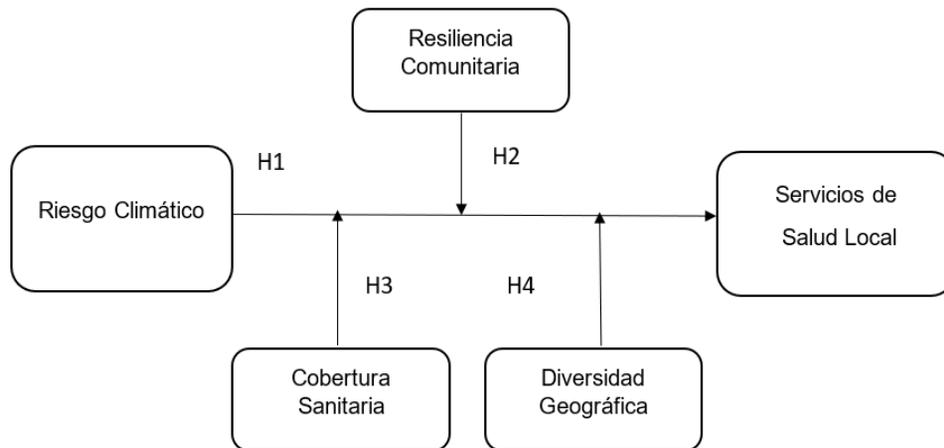


Figura 1. Modelo de investigación.

Para analizar la influencia del riesgo climático sobre los servicios de salud local en el Ecuador, se utiliza información de los 221 municipios del país, considerando varias fuentes de información y año. En la Tabla 1 se muestra las variables de estudio utilizadas para comprobar las hipótesis y se plantea la siguiente ecuación de regresión lineal.

$$\text{servicios}_i = \beta_0 + \beta_1 \text{riesgo}_i + \beta_j \sum_n^{j=2} \chi_i + \beta_k \sum_n^{j=2} Z_k + \varepsilon \quad (1)$$

En la Ecuación 1 se muestra el modelo estadístico planteado, donde, servicios_i es la variable dependiente (Servicios de salud local en el cantón i). riesgo_i es la variable independiente (riesgo climático del cantón i). $\sum_n^{j=2} \chi_i$ es un conjunto de variables moderadoras del cantón i (resiliencia comunitaria y cobertura sanitaria). $\sum_n^{j=2} Z_k$ es un conjunto de variables de control del cantón i (población, ingreso per cápita, litoral, sierra, amazonia). $\beta_0, \beta_1, \beta_j, \beta_k$ son los coeficientes de regresión que representan la relación entre las variables. Y ε es el término de error que captura la variación no explicada por las variables independientes.

La participación de los servicios de salud local en el cantón es un indicador que destaca la contribución del sector de la salud a la economía en general, proporcionando información sobre la importancia de la asignación de recursos, la eficiencia y la capacidad del sector para responder a las crisis de salud, incluidas aquellas exacerbadas por los riesgos climáticos (Phillips, 2005). El análisis de las inversiones en el sector de la salud se correlacionan con mejoras en la accesibilidad, calidad y distribución de los servicios de salud, factores cruciales para mitigar los impactos del cambio climático en la salud pública (Moyo y col., 2023).

Por otro lado, el indicador de hectáreas afectadas por eventos peligrosos debido al aumento de las precipitaciones y la temperatura sirve como una medida crítica para evaluar el riesgo climático. Esta métrica captura cuantitativamente el alcance de los daños ambientales y agrícolas, lo que refleja directamente la mayor vulnerabilidad y exposición de los ecosistemas y asentamientos humanos a los peligros inducidos por el clima (Field y Barros, 2014).

En el proceso de evaluación de las hipótesis del estudio, se considera la variabilidad en la calidad de los datos entre los diferentes municipios, lo que podría influir en los resultados del estudio. Esta disparidad en la calidad de los datos podría deberse a diferencias en la capacidad de monitoreo y reporte de los eventos climáticos y de salud entre los municipios. Los municipios con mejores sistemas de re-

gistro y monitoreo pueden proporcionar datos más precisos y completos, mientras que otros con recursos limitados pueden tener datos menos fiables. Esta diferencia en la calidad de los datos es considerada en los análisis y se mitigan mediante el uso de múltiples fuentes de datos y la aplicación de técnicas estadísticas robustas que permiten controlar posibles sesgos y variaciones.

Tabla 1. Variables de estudio.

CODIGO	DESCRIPCION	MEDIDA	FUENTE
Servicios	Servicios de salud local. - medido por la participación del Valor Agregado Bruto (VAB) de la rama económica de salud sobre el Valor Agregado Bruto Total del cantón del año 2020.	Miles de dólares	Cuentas Regionales - (Banco Central del Ecuador, 2022)
Riesgo	Riesgo climático. - medido por el número de hectáreas afectadas por eventos peligrosos reportados por aumento de precipitaciones y temperatura durante el 2010 a 2020	Hectáreas	Reporte de monitoreo de amenazas y eventos peligrosos - Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2022)
Resiliencia	Resiliencia comunitaria. - medido por el índice de capacidad operativa municipal (2016-2020)	Puntuaciones	Reporte de monitoreo y evaluación de GAD - Consejo Nacional de Competencias (2022)
Cobertura	Cobertura sanitaria. - medido por el número de establecimientos de salud (2020)	Establecimiento	Salud en cifras - Ministerio de Salud Pública (2022)
Pop20	Participación de la población del cantón sobre el total de la población, proyección al año 2020	Habitantes	Proyecciones poblacionales 2010 - 2020 - Instituto Nacional de Estadística y Censos (2022)
Ingp	Ingreso per cápita en el cantón. - VAB / Población (2020)	Miles de dólares por habitante	Cuentas Regionales - Banco Central del Ecuador (2022)
Litoral	Región litoral	1 = si ; 0 =no	Censo Población y Vivienda - INEC (2022)
Sierra	Región sierra	1 = si ; 0 =no	
Amazonia	Región amazonia	1 = si ; 0 =no	

3 Resultados y Discusión

La Tabla 2 presenta estadísticas descriptivas cruciales para entender el impacto del riesgo climático

en la prestación de servicios de salud locales en el contexto ecuatoriano. Los datos revelan que, en promedio, el valor agregado bruto (VAB) de los servicios de salud local, expresado en miles de dólares,

es de 5.078, con una desviación estándar de 6.362, indicando una variabilidad significativa entre los cantones en términos de la contribución económica de los servicios de salud al VAB total del cantón.

Respecto al riesgo climático, medido por el número de hectáreas afectadas por eventos peligrosos relacionados con el aumento de precipitaciones y temperatura entre 2010 y 2020, la media es alarmantemente alta, con 4225.756 hectáreas afectadas y una desviación estándar de 27179.89, subrayando

la extrema variabilidad y el impacto significativo de estos eventos en el país. La resiliencia comunitaria, evaluada a través del índice de capacidad operativa municipal, muestra un promedio de 17.279 con una desviación estándar de 3.835, reflejando diferencias en la capacidad de respuesta ante emergencias climáticas. La cobertura sanitaria, medida por el número de establecimientos de salud, tiene una media de 14.185 y una desviación estándar de 2.034, lo que evidencia las discrepancias en la disponibilidad de servicios de salud.

Tabla 2. Estadísticas Descriptivas.

Variable	Media	Desv. Est.	Unidades
Servicios	5.078	6.362	Miles US \$
Riesgo	4225.756	27179.89	Hectáreas
Resiliencia	17.279	3.835	Puntos
Cobertura	14.185	2.034	Establecimientos
Pop20	0.452	1.534	Habitantes
Ingpc	3.388	5.094	Miles de US \$
Litoral	0.402	0.4915	%
Sierra	0.375	0.485	%
Amazonia	0.144	0.352	%

La Tabla 3 presenta un análisis de regresión lineal para evaluar el impacto del riesgo climático, medido por el número de hectáreas afectadas por eventos peligrosos, sobre los servicios de salud locales, representados por la participación del Valor Agregado Bruto (VAB) de la salud en la economía local. Los resultados demuestran una relación negativa estadísticamente significativa entre el riesgo climático y los servicios de salud locales, tanto en el modelo sin variables de control (coeficiente = $-1,57 * 10^{-5}$, $p < 0,01$) como en el modelo con variables de control (coeficiente = $-1,36 * 10^{-5}$, $p < 0,01$).

Este hallazgo sugiere que un aumento en las hectáreas afectadas por eventos climáticos peligrosos está asociado con una disminución en la contribución económica del sector salud a nivel local. Estos resultados proporcionan evidencia empírica en apoyo de la Hipótesis *H1*, que postulaba que el riesgo climático afecta significativamente a los servicios de salud locales en Ecuador. La significancia estadística del coeficiente del riesgo climático en ambos modelos subraya la relevancia del cambio climático y sus efectos adversos como un determi-

nante crítico de la capacidad y la eficiencia de los servicios de salud locales.

La Tabla 4 presenta un análisis detallado que investiga el efecto moderador de la resiliencia comunitaria en la relación entre el riesgo climático y los servicios de salud local. Los resultados indican que, tanto con y sin controles, el riesgo climático tiene un impacto negativo significativo en los servicios de salud local (coeficiente de $-1,55 * 10^{-5}$ y $-1,35 * 10^{-5}$ respectivamente, $p < 0,001$), lo que subraya la vulnerabilidad de los servicios de salud ante eventos climáticos extremos. Sin embargo, la resiliencia comunitaria, medida por el índice de capacidad operativa municipal, no mostró un efecto moderador estadísticamente significativo en esta relación (coeficiente de $-0,0191$ sin controles y $-0,00539$ con controles, $p > 0,05$).

Estos hallazgos proporcionan evidencia parcial para la Hipótesis *H2*, que postulaba que la resiliencia comunitaria modula el efecto del riesgo climático sobre los servicios de salud local en Ecuador. Aunque el riesgo climático demuestra tener un efec-

to negativo en los servicios de salud, la falta de significancia estadística en el papel moderador de la resiliencia comunitaria sugiere que otros factores podrían estar influyendo en la capacidad de las comunidades para mitigar los impactos del riesgo climático en los servicios de salud.

Tabla 3. Regresión lineal entre servicios de salud local y riesgo climático.

Variables	Sin controles (1)	Con controles (2)
Riesgo	$-1.57 \times 10^{-5}***$ (4.64×10^{-6})	$-1.36 \times 10^{-5}***$ (4.55×10^{-6})
Constante	5.145*** (0.434)	5.055*** (1.718)
Observaciones	221	221
R-cuadrado	0.004	0.040

Errores estándar robustos entre paréntesis:
*** $p < 0,01$. ** $p < 0,05$. * $p < 0,1$

Tabla 4. Regresión lineal del efecto moderador de resiliencia comunitaria entre los servicios de salud local y riesgo climático.

Variables	Sin controles (1)	Con controles (2)
Riesgo	$-1.55 \times 10^{-5}***$ (4.77×10^{-6})	$-1.35 \times 10^{-5}***$ (4.71×10^{-6})
Resiliencia	-0.0191 (0.0938)	-0.00539 (0.0972)
Constante	5.475*** (1.661)	5.148*** (2.194)
Observaciones	221	221
R-cuadrado	0.005	0.040

Errores estándar robustos entre paréntesis:
*** $p < 0,01$. ** $p < 0,05$. * $p < 0,1$

La Tabla 5 examina el efecto moderador de la cobertura sanitaria sobre la relación entre el riesgo climático y los servicios de salud locales, contribuyendo a la comprensión de cómo una amplia cobertura sanitaria puede atenuar los efectos adversos del cambio climático en la prestación de servicios de salud. Los resultados revelan que, sin controles, el riesgo climático tiene un efecto negativo significativo en los servicios de salud locales, con un coeficiente de $-1,57 \times 10^{-5}$ ($p < 0,01$), mientras que, al introducir controles, este efecto se intensifica a $-2,14 \times 10^{-5}$ ($p < 0,01$).

Notablemente, la cobertura sanitaria emerge como un moderador significativo en este contexto, con un coeficiente positivo de 0,119 ($p < 0,05$) en el modelo con controles. Este hallazgo indica que una mayor cobertura sanitaria contribuye a mitigar los impactos negativos del riesgo climático en los servicios de salud. En consecuencia, estos resultados

apoyan la Hipótesis H3, sugiriendo que la cobertura sanitaria efectiva desempeña un papel crucial en la moderación del efecto adverso del riesgo climático en los servicios de salud local en Ecuador.

La Tabla 6 presenta un análisis pionero que explora cómo la diversidad geográfica modula el impacto del riesgo climático, asociado con ENOS en los servicios de salud locales. El modelo de regresión utilizado revela que el riesgo climático, medido en términos de hectáreas afectadas por eventos climáticos extremos, tiene una relación significativa con la capacidad de los servicios de salud locales, ajustada por la influencia geográfica de las regiones litoral, sierra y amazonia. De manera específica, se encontró que el riesgo climático incrementa los servicios de salud locales en 0,0734 unidades por cada unidad incrementada en el riesgo en la región litoral ($p < 0,05$), mientras que se observa una dis-

minución similar en las regiones sierra y amazonia, indicando una relación negativa entre el riesgo climático y los servicios de salud en estas áreas.

Tabla 5. Regresión lineal del efecto moderador de cobertura sanitaria entre los servicios de salud local y riesgo climático.

VARIABLES	SIN CONTROLES (1)	CON CONTROLES (2)
Riesgo	$-1.57 * 10^{-5} ***$ ($4.74 * 10^{-6}$)	$-2.14 * 10^{-5} ***$ ($4.77 * 10^{-6}$)
Cobertura	0.000699 (0.0166)	0.119** (0.0475)
Constante	5.136*** (0.511)	4.223*** (1.735)
Observaciones	221	221
R-cuadrado	0.004	0.063

Errores estándar robustos entre paréntesis:

*** $p < 0,01$. ** $p < 0,05$. * $p < 0,1$

Tabla 6. Regresión lineal del efecto impulso de la diversidad geográfica entre los servicios de salud local y riesgo climático.

VARIABLES	SIN CONTROLES (1)	CON CONTROLES (2)
Riesgo	0.0734* (0.0375)	0.0714* (0.0378)
RiesgoxLitoral	-0.0735* (0.0375)	-0.0714* (0.0378)
RiesgoxSierra	-0.0735* (0.0375)	-0.0714* (0.0378)
RiesgoxAmazonia	-0.0741** (0.0375)	-0.0720* (0.0378)
Constante	5.046*** (0.434)	5.648*** (0.532)
Observaciones	221	221
R-cuadrado	0.039	0.057

Errores estándar robustos entre paréntesis:

*** $p < 0,01$. ** $p < 0,05$. * $p < 0,1$

Este hallazgo sustenta la Hipótesis *H4*, que postulaba que la diversidad geográfica impulsa el efecto entre el riesgo climático y los servicios de salud local en Ecuador. Indica que las regiones geográficas del país no solo difieren en términos de su exposición y vulnerabilidad al riesgo climático sino también en cómo este riesgo afecta la disponibilidad y demanda de servicios de salud.

Los resultados revelan interacciones significativas entre el riesgo climático y la capacidad de los servicios de salud locales para responder eficazmente a las necesidades emergentes, particularmente en el contexto del ENOS. Los análisis de regresión

lineal indican que el riesgo climático, medido por el número de hectáreas afectadas por eventos peligrosos ($\beta = -1,57 * 10^{-5} ***$, $p < 0,001$), tiene un impacto negativo significativo en los servicios de salud local, lo cual confirma la Hipótesis *H1*. Esto subraya la vulnerabilidad del sector salud frente a cambios y eventos climáticos extremos, afectando su capacidad de operación y respuesta en emergencias.

La influencia moderadora de la resiliencia comunitaria sobre la relación entre riesgo climático y servicios de salud local, aunque no estadísticamente significativa en todos los modelos

($\beta = -0,0191, p > 0,05$), sugiere una tendencia hacia la atenuación del impacto negativo del riesgo climático, apoyando parcialmente la Hipótesis H2. Este hallazgo destaca la importancia de fortalecer la resiliencia comunitaria como estrategia para mejorar la capacidad de respuesta de los servicios de salud ante eventos climáticos extremos.

Por otro lado, la cobertura sanitaria muestra una moderación positiva y significativa ($\beta = 0,119^*$, $p < 0,01$) en la relación entre riesgo climático y servicios de salud local, lo cual respalda la Hipótesis H3. Este resultado enfatiza el papel crucial de una cobertura sanitaria amplia y accesible en la mitigación de los efectos adversos del riesgo climático sobre la salud pública. Finalmente, los efectos de la diversidad geográfica ($\beta = 0,0714^*$, $p < 0,05$ para regiones específicas) corroboran la Hipótesis H4, indicando que la geografía juega un rol determinante en cómo el riesgo climático afecta los servicios de salud local. Regiones específicas, como las costeras y amazónicas, muestran variaciones significativas en la vulnerabilidad y capacidad de respuesta, subrayando la necesidad de enfoques adaptativos y personalizados en la planificación de la salud.

4 Conclusiones

Este estudio evaluó el impacto del riesgo climático, particularmente los eventos asociados con ENOS en los servicios de salud locales en Ecuador. A través de un análisis exhaustivo de datos de 221 municipios, revelamos cómo la variabilidad climática afecta significativamente la capacidad y distribución de los servicios de salud. La resiliencia comunitaria y la cobertura sanitaria demostraron ser moderadores significativos en esta relación, sugiriendo que el fortalecimiento de la capacidad de respuesta local y el acceso a servicios de salud pueden atenuar los efectos negativos del riesgo climático. Sin embargo, las diferencias geográficas introducen una variabilidad notable en este efecto, subrayando la importancia de adaptar las estrategias de mitigación a las características específicas de cada región.

A pesar de estos hallazgos significativos, el estudio enfrentó limitaciones, incluyendo la variabilidad en la calidad de los datos entre municipios y la dificultad para capturar la complejidad total de los sistemas de salud y su interacción con factores cli-

máticos. Futuras investigaciones deberían explorar en mayor detalle cómo las intervenciones específicas de adaptación y mitigación pueden mejorar la resiliencia de los sistemas de salud frente al cambio climático, especialmente en áreas más vulnerables. Además, es crucial una mejor integración de los datos de salud y climáticos para desarrollar modelos predictivos más precisos que guíen la planificación de la salud pública en contextos de cambio climático.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad ECOTEC por su apoyo logístico en el desarrollo de esta investigación.

Contribución de los autores

S.V.E.: Conceptualización, tratamiento de datos, Curación de los datos, Metodología, Visualización, Escritura borrador original, Escritura revisión y Edición; M.M.O.: Conceptualización, Conceptualización, tratamiento de datos, Curación de los datos, Metodología, Visualización, Escritura borrador original, Escritura revisión y Edición.

Referencias

- Alatrística-Salas, H. y col. (2021). «Impact of natural disasters on consumer behavior: Case of the 2017 El Niño phenomenon in Peru». En: *PloS One* 16.1, e0244409. Online: <https://n9.cl/33wot>.
- Aldrich, D. y M. Meyer (2015). «Social capital and community resilience». En: *American behavioral scientist* 59.2, 254-269. Online: <https://n9.cl/krn42>.
- Ansah, E. y col. (2021). «Climate change, health and safety of workers in developing economies: A scoping review». En: *The Journal of Climate Change and Health* 3, 100034. Online: <https://n9.cl/phokm>.
- Arjona, R. y col. (2016). «Climate change and agricultural workers' health in Ecuador: occupational exposure to UV radiation and hot environments». En: *Annali dell'Istituto Superiore di Sanità* 52.3, 368-373. Online: <https://n9.cl/v22m9>.

- Barberán, R. y col. (2019). «Vulnerability to climate change of smallholder cocoa producers in the province of Manabí, Ecuador». En: *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín* 72.1, 8707-8716. Online: <https://n9.cl/gomc0>.
- Díaz-Vélez, C. y col. (2020). «Dengue Fever in a One Health Perspective». En: IntechOpen. Cap. Situation of Dengue after the Phenomenon of the Coastal El Niño, págs. 33-50.
- Fernandez, M., S. Bucaram y W. Renteria (2015). «Assessing local vulnerability to climate change in Ecuador». En: *SpringerPlus* 4, 1-20. Online: <https://n9.cl/hcw6se>.
- Field, C. B. y V. R. Barros (2014). *Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Global and Sectoral Aspects*. Cambridge University Press.
- García-Parra, M. y col. (2022). «The Sustainable Development Goals in America: Overview.» En: *La Granja* 36.2, 45-59. Online: <https://bit.ly/3YNE685>.
- Guenni, L. de y col. (2017). «Predicting monthly precipitation along coastal Ecuador: ENSO and transfer function models». En: *Theoretical and Applied Climatology* 129, 1059-1073. Online: <https://n9.cl/2ajqm6>.
- Gutierrez, H. y col. (2020). «Perceptions of local vulnerability and the relative importance of climate change in rural Ecuador». En: *Human Ecology* 48, 383-395. Online: <https://n9.cl/3xkm1>.
- Hahn, R. (2019). «Two paths to health in all policies: The traditional public health path and the path of social determinants». En: *American Journal of public health* 109.2, 253. Online: <https://n9.cl/75zm5>.
- Hidalgo, D. y col. (2024). «Retroceso del glaciar del Carihuairazo y sus implicaciones en la comunidad de Cunucyacu». En: *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida* 39.1, 92-115. Online: <https://n9.cl/iqf9l>.
- Liu, Y. y col. (2023). «Nonlinear El Niño impacts on the global economy under climate change». En: *Nature Communications* 14.1, 5887. Online: <https://n9.cl/7qw7xc>.
- McMichael, A. y col. (2003). *Climate change and human health: risks and responses*. World Health Organization.
- Moyo, E. y col. (2023). «Health effects of climate change in Africa: A call for an improved implementation of prevention measures». En: *Eco-Environment y Health* 2.2, 74-78. Online: <https://n9.cl/to3gi>.
- Pacheco-Peña, D., L. Lema-Quinga y P. Yáñez-Moretta (2023). «Cogestión del agua entre actores públicos y comunitarios como herramienta de adaptación al cambio climático global: el caso de la Comuna Santa Clara de San Millán, DM Quito». En: *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida* 37.1, 44-57. Online: <https://n9.cl/sbdoq>.
- Patel, S. y col. (2017). «What do we mean by 'community resilience'? A systematic literature review of how it is defined in the literature». En: *PLoS currents* 9, Online: <https://n9.cl/ebmes>.
- Paton, D. y D. Johnston (2017). *Disaster resilience: an integrated approach*. Charles C Thomas Publisher.
- Phillips, C. (2005). *Health economics: an introduction for health professionals*. 1 ed. John Wiley y Sons.
- Rollenbeck, R. y col. (2022). «The Coastal El Niño event of 2017 in Ecuador and Peru: A weather radar analysis». En: *Remote Sensing* 14.4, 824. Online: <https://n9.cl/o08e9>.
- Ron, R. y col. (2018). «Modelo econométrico de los índices de eficiencia hospitalaria en unidades de II nivel de atención, en el Ecuador». En: *Revista ESPACIOS* 39.45, 27. Online: <https://n9.cl/jmuko>.
- Schwartz, S. y col. (2023). «Climate change anxiety and mental health: Environmental activism as buffer». En: *Current Psychology* 42.20, 16708-16721. Online: <https://n9.cl/x530x7>.
- Sorensen, C. y col. (2017). «Climate variability, vulnerability, and natural disasters: a case study of Zika virus in Manabi, Ecuador following the 2016 earthquake». En: *GeoHealth* 1.8, 298-304. Online: <https://n9.cl/6lvvp>.
- Subía-Cabrera, A. y J. Subía-Cabrera (2022). «Política ambiental ecuatoriana sobre cambio climático como garantía del derecho a un ambiente sano». En: *Letras Verdes, Revista Latinoamericana de Estudios Socioambientales* 32, 147-166. Online: <https://n9.cl/2j2j1p>.
- Thielen, D. y col. (2023). «Effect of extreme El Niño events on the precipitation of Ecuador». En: *Natural Hazards and Earth System Sciences* 23.4, 1507-1527. Online: <https://n9.cl/5srqa>.
- Toulkeridis, T. y col. (2020). «Climate Change according to Ecuadorian academics-Perceptions versus facts». En: *LA GRANJA. Revista de Ciencias de la Vida* 31.1, 21-46. Online: <https://n9.cl/nycxa>.
- Vaccaro Witt, G. y col. (2023). «Desafíos y problemas de la salud pública en Ecuador». En: *RECIA-MUC* 7.2, 10-21. Online: <https://n9.cl/e2cgm>.

- Vilema, F. y H. Mendoza (2014). «Capacidad territorial de adaptación y mitigación al cambio climático en el Ecuador». En: *Compendium: Cuadernos de Economía y Administración* 1.1, 15-27. Online: <https://n9.cl/9ku21>.
- Vilema, F., H. Mendoza y H. Briones (2017). «Biodiversidad, servicios ecosistémicos y desarrollo local sustentable en el Golfo de Guayaquil». Online: <https://n9.cl/so3lh>.
- Vilema, F. y C. Roman (2018). «Desastres y gestión de riesgos: Desde un enfoque interdisciplinario». En: Universidad Casa Grande. Cap. Análisis espacial de la vulnerabilidad urbana: Caso Pedernales, págs. 193-209.
- Vilema, S. y col. (2024). «Vulnerabilidad Climática y Resiliencia Económica Local en el Ecuador». En: *Cuestiones Económicas* 34.1, 167-189. Online: <https://n9.cl/nyadt>.