Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA

ISSNe 2244-8853
https://doi.org/10.53766/RGV

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre



INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES
'ANTONIO LUIS CÁRDENAS COLMENTER'
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
MÉRIDA, VENEZUELA

Revista
GEOGRÁFICA VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

AUTORIDADES

RECTOR
Mario Bonucci Rossini

VICERRECTOR ADMINISTRATIVO
Manuel Aranguren

VICERRECTORA ACADÉMICA
Patricia Rosenzweig

SECRETARIO
Manuel Morocoima (E)

DECANO FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Julio Quintero (E)

DIRECTOR INSTITUTO DE GEOGRAFÍA Y CONSERVACIÓN DE RECURSOS NATURALES
Josué H. Araque Méndez

DIRECTORA ESCUELA DE GEOGRAFÍA
Angely Nathaly Molina Peña

EDITORA RESPONSABLE
Delfina Trinca Fighera (ULA–Ve)

EDITOR ASOCIADO
Enrique Gómez Acosta (ULA–Ve)

SECRETARIA EDITORIAL
Consuelo Vargas

IMAGEN DE PORTADA: Playa Medina. Litoral norte de la península de Paria, municipio Arismendi, estado Sucre. Región Nororiental
Autor: Henrry L. Ramírez R.

COMITÉ EDITORIAL

André-Louis Sanguin (Sorbona–Fr)
Andrés Rojas Salazar (ULA–Ve)
Blanca Ramírez Velázquez (UAM–Mx)
Daniel Hiernaux-Nicolas (UAQ–Mx)
Gustavo Buzai (UNLU–Ar)
Horacio Capel (UniB–Es)
Jhon W. Montoya (UNAL-Co)
Joaquín Farinós Dasi (UV–Es)
José Rojas López (ULA–Ve)
Lorenzo López Trigal (Unileon–Es)
Luis Felipe Cabrales Barajas (UDG–Mx)
Maria Laura Silveira (UBA–Ar)
María Adélia de Souza (USP–Br)
Mónica Colombara (ISFD41/DGCyE-Ar)
Nubis Pulido (ULA–Ve)
Raúl Estévez (ULA-VE)
Rogelio Altez (UCV–Ve)

MIEMBROS HONORARIOS

Luis Aguilar (ULA–Ve)
Ceres Boada Jiménez (ULA–Ve)
María Teresa Delgado de Bravo (ULA–Ve)
Rosa Estaba (UCV–Ve)
Irma Guillén (ULA–Ve)
Orlando Gutiérrez (ULA–Ve)
Carmen Rivero (UCV–Ve)
Elías Méndez (ULA–Ve)
Luisa Molina (ULA–Ve)
Carlos Muñoz (ULA–Ve)
Rosa Ramírez (ULA–Ve)
Jóvito Valbuena (ULA–Ve)

Todos los derechos reservados. El contenido de esta revista está protegido por la Ley. No puede ser reproducida, ni registrada o transmitida por cualquier medio de recuperación de información sin el permiso previo, por escrito, de los editores. © 2026. Universidad de Los Andes. https://doi.org/10.53766/RGV. ISSN*p* 1012-1617. Depósito legal [*p*] pp 195902ME658. ISSN*e* 2244-8853. Depósito legal [*e*] ppi 2012ME4104. La Revista Geográfica Venezolana, posee acreditación del Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico, Tecnológico y de las Artes. Universidad de Los Andes, Venezuela (CDCHTA-ULA). Este número ha sido publicado gracias al apoyo de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Todos los documentos publicados en esta revista se distribuyen bajo una Licencia Creative Commons Atribucion-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Todo el proceso editorial (envío, procesamiento y publicación) es gratuito.

LA **REVISTA GEOGRÁFICA VENEZOLANA**, asegura que los editores, autores y árbitros cumplen con las normas éticas internacionales durante el proceso de arbitraje y publicación. Aplica los principios establecidos por el Comité de Ética en publicaciones científicas (COPE). Igualmente todos los trabajos están sometidos a un proceso de ARBITRAJE y DE VERIFICACIÓN POR PLAGIO.

Descripción. La *Revista Geográfica Venezolana* es el órgano divulgativo del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Publica investigaciones en todos los campos de la Geografía y ciencias afines, bajo la modalidad de artículos. En la sección de Notas y Documentos se presentan resultados parciales de investigaciones, informes técnicos, revisiones históricas, reflexiones y propuestas teóricas metodológicas de interés científico. Igualmente, en la sección Bibliografía Crítica, se ofrecen reseñas de obras consideradas de interés para los lectores. Todos los artículos (y documentos que así lo requieran) se someten a arbitraje bajo el sistema doble ciego y verificación por plagio. Las opiniones son responsabilidad de los autores. Esta revista está dirigida a profesionales (investigadores y docentes) del campo de la geografía y ciencias relacionadas. Se rige por los principios establecidos por la COPE.

Ventas Venta directa de cada número: desde el volumen VIII hasta el 55(1): 4.000,00 Bs.; desde el volumen 55(2) versión digital (CD Rom): 6.000,00 Bs.

Envío de trabajos. Información acerca de cómo elaborar artículos se ofrece en las páginas finales de cada número en el punto 'Instrucciones a los Autores'. También en: www.saber.ula.ve/regeoven. Los trabajos deberán ser enviados por correo electrónico a: regeoven@gmail.com. Contacto con Secretaría: E-mail: regeoven@ula.ve Teléfono: + 58 274 2401612.

Indización. La *Revista Geográfica Venezolana* está indizada en: Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Academic OneFile, Dialnet; Emerging Sources Citation Index (ESCI); Geobase, Geodate Base, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), Informe Académico, International Development Abstracts, Latindex-Catálogo V1.0, MIAR (Matriz de Información y Análisis de Revista), Periódica (UNAM, México), Redalyc, Revencyt (código RVR 005), Revistas Saber ULA, SCImago Journal Rank (Indicador de impacto de publicaciones periódicas), homologada en Publindex (Colombia), Scopus y WoS.

2026. VOLUMEN 67. DOS NÚMEROS POR AÑO
2026. VOLUME 67. DUAS EDIÇÕES POR ANO
2026. VOLUME 67. NUMBER OF ISSUES PER YEAR 2
https://doi.org/10.53766/RGV www.saber.ula.ve/regeoven

Scope. The *Revista Geográfica Venezolana* is the official journal of the Institute of Geography and Natural Resources Conservation. The journal publishes high quality original research on all aspects of the geographical science and related fields. The topics covered include papers, notes or short communications and books review. All contributions are sent to at least two referees (peer review) and plagiarism check. The opinions are responsibility of the authors. Intended readership: Researchers and scientist in geography and related fields. Follow the principles established by COPE

Prices. Local prices: until volume 55(1): 4.000,00 Bs.; per issue until volume 55(2) CD Rom: 6.000,00 Bs.

Written submission. Information about written submission is available at each issue of the journal in Instructions to the Authors. All papers must be sent by email to: regeoven@gmail.com. Secretariat's contacts: E-mail: regeoven@ula.ve. Phone: + 58 274 2401612.

Indexation. The journal is abstracted and indexed in: Abstracts Journal (Referativnyi Zhurnal-Rusia), Academic OneFile, Dialnet; Emerging Sources Citation Index (ESCI); Geobase, Geodate Base, Geographical Abstracts (Human Geography and Physical Geography), Informe Académico, International Development Abstracts, Latindex-Catálogo V1.0, MIAR (Matriz de Información y Análisis de Revista), Periódica (UNAM, México), Redalyc, Revencyt (código RVR 005), Revistas Saber ULA, SCImago Journal Rank homológate in Publindex (Colombia), Scopus and WoS.

Revista
GEOGRÁFICA VENEZOLANA
ISSNe 2244-8853
Volumen
67(2) 2026

SUMARIO SUMÁRIO / SUMMARY

ARTÍCULOS ARTIGOS / PAPERS

262-276 Ruth Alejandra Tapia-Arias y Ruth Irene Arias-Gutiérrez
Comunicación geográfica para prevenir riesgos en Puyo, Amazonía ecuatoriana
Comunicação geográfica para prevenir riscos em Puyo, Amazônia equatoriana
Geographic communication to prevent risks in Puyo, Ecuadorian Amazonia

277-290 Rafael Ángel Rebolledo Wueffer
Indicadores ópticos y morfológicos para caracterización oscilatoria de especies vegetales mediante teledetección
Indicadores ópticos e morfológicos para caracterização oscilatória de espécies vegetais mediante teledetecção
Optical and morphological indicators for oscillatory characterization of plant species using remote sensing

291-305 Diana Patricia Gallardo Dueñas, Douglas Hernán Chilán Quimís, Héctor Simón Pinargote Vélez, Dolores Katherine Alcívar Zambrano y Mauricio Arturo Becerra Ávila
Influencia de los aspectos geográficos en el desarrollo del turismo, provincia de Manabí, Ecuador
Influência dos aspectos geográficos no desenvolvimento do turismo, província de Manabí, Equador
Influence of geographical aspects on tourism development, Manabí Province, Ecuador

306-324 Danny Díaz-Valdez, Wilson Jácome-Enriquez, Tomás Gómez-Navarro y Theofilos Toulkeridis
An Analytic Hierarchy Process (AHP) model of tourism impacts in Cotopaxi National Park, Ecuador
Un modelo de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) de los impactos turísticos en el Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador
Um modelo de Processo Analítico Hierárquico (PAH) dos impactos turísticos no Parque Nacional Cotopaxi, Equador

325-341 Roberto José Torres Hoyer, Jackeline Coromoto Peña Suárez, Ricardo Picón Rodríguez, Wilmer José Barreto y Jesús Alberto Torres Hoyer
Tendencias en técnicas para el análisis del riesgo por desprendimiento de rocas en taludes viales
Tendências em técnicas para análise de risco de desprendimento de rochas em taludes rodoviários
Trends in techniques for analyzing the risk of rockfall on road embankments

342-354 Juan Pablo Morales Corozo
Modelo matemático integrado para evaluar resiliencia municipal en gestión de riesgos ambientales en territorios vulnerables
Modelo matemático integrado para avaliar a resiliência municipal na gestão de riscos ambientais em territórios vulneráveis
Integrated mathematical model for assessing municipal resilience in environmental risk management in vulnerable territories

355-367 Benito Ramírez Valverde
Agricultura familiar y pobreza en municipios indígenas en el estado de Puebla, México
Agricultura familiar e pobreza em municípios indígenas no estado de Puebla, México
Family farming and poverty in indigenous municipalities in the Puebla State, Mexico

368-381 Christl Palme de Osechas, Reina Aranguren, José Choy, Luis Alberto Ramírez Méndez y Miguel Alvarado
Avance en la comprensión de los terremotos de enero de 1674 en Venezuela: ¿qué nos dice la información histórica y paleo-sismológica?
Avanços na compreensão dos terremotos de janeiro de 1674 na Venezuela: o qué nos dizem as informações históricas e paleo-ssismológicas?
Advances in understanding the earthquakes of January 1674 in Venezuela: what does historical and paleo-sseismological information tell us?

EDITORIAL

256-259 Delfina Trinca Fighera
Cuando la naturaleza habla, ¿la sociedad escucha?
Quando a natureza fala, será que a sociedade ouve?
When nature speaks, does society listen?

382-400 Sandra Cordero García, José Pedro Juárez Sánchez, Benito Ramírez Valverde, José Arturo Méndez Espinoza y José Aurelio Cruz de los Ángeles
Competitividad del cultivo de rosa en invernadero en Puebla, México
Competitividade do cultivo de rosas em estufas em Puebla, México
Competitiveness of greenhouse rose cultivation in Puebla, Mexico

401-413 Silvia Herrera Cortés, Maricela Hernández Vázquez, Minerva Flores-Morales y Rogelio Bernal-Morales
Comparación de metodologías de estimación de temperaturas horarias y horas frío para la producción frutal en Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México
Comparação de metodologias de estimativa de temperaturas horárias e horas-frio para a produção frutícola em Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México
Comparison of methods for estimating hourly temperatures and chill hours for fruit production in Atltzayanca, Tlaxcala State, Mexico

414-439 Andrés Felipe Bautista Vargas, Ana Marcela Ardila Pinto e Israel Cabeza-Morales
Caminar: más que un modo de transporte. Una revisión sistemática en entornos urbanos con variabilidad espacial
Caminhar: mais do que um meio de transporte. Uma revisão sistemática em ambientes urbanos com variabilidade espacial
Walking: more than just a mode of transportation. A systematic review in urban settings with spatial variability

440-458 Andrea Aguilar de Gante y Luis Alberto Salinas Arreortua
Narrativas discursivas y publicitarias para incentivar el espacio turístico del centro histórico de Puebla, México
Narrativas discursivas e publicitárias para promover o espaço turístico do centro histórico de Puebla, México
Discursive and advertising narratives to promote tourism in the Historic Center of Puebla, Mexico

459-475 Raúl Camacho Sanabria, Marcela Virginia Santana Juárez y Arturo Sánchez Porras
Análisis espacio-temporal de enfermedades no transmisibles en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, México
Análise espaço-temporal das doenças não transmissíveis na sub-bacia hidrográfica de Almoloya-Otzolotepec, México
Spatio-temporal analysis of non-communicable diseases in the Almoloya-Otzolotepec Sub-basin, Mexico

NOTAS y DOCUMENTOS — NOTAS e DOCUMENTOS / NOTES and DOCUMENTS

478-493 David Rodrigo Cortez Godoy, Rodrigo Riveros Strange, Natalia Jorquera Silva y Andrea Osorio Rodríguez
Puquios, huellas de la minería del cobre en el desierto de Atacama, Chile
Puquios, vestígios da mineração de cobre no deserto de Atacama, Chile
Puquios, traces of copper mining in the Atacama Desert, Chile

494-507 Israel Cabeza-Morales y Andrés Felipe Bautista Vargas
Geografía electoral: una herramienta para abordar los giros políticos
Geografia eleitoral: uma ferramenta para analisar as mudanças políticas
Electoral geography: a tool for analyzing political shifts

BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA — REVISÃO BIBLIOGRÁFICA / BOOKS REVIEW

510-513 Josué H. Araque Méndez
Odio la resiliencia. Contra la mística del aguante
Ódio a resiliência. Contra a mística da resistência
I hate resilience. Against the Myth of Endurance

514-519 ÍNDICE ACUMULADO / ÍNDICE CUMULATIVO / ACCUMULATE ÍNDEX

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2)2026
julio-diciembre

ISSN*e* 2244-8853 ISSN*p* 1012-1617
pp. 256-259

EDITORIAL

ula
Instituto
de Geografía
y Conservación
de Recursos
Naturales

Cuando la naturaleza habla, ¿la sociedad escucha?

Quando a natureza fala, será que a sociedade ouve?

When nature speaks, does society listen?

Delfina Trinca Fighera

Venezuela es un país sísmico. Su posición geográfica tiene mucho que ver con esta realidad. Revisando su historia geológica vemos que desde que se llevan registros de eventos de esta naturaleza, esta se remonta a las primeras décadas del siglo XVI, siendo los sentidos en la ciudad de Cumaná (1530) y el de la isla de Cubagua (1541), ambas localizadas al nor-oriente del país, como los primeros de los que se tienen noticias. En ambos casos, con magnitudes estimadas superiores a 6 (Cumaná: 7.1-7.5; Cubagua: 5.3-6.2). Entre los siglos XVII al XX, han ocurrido numerosos sismos con magnitudes iguales o mayores a 6. Solo en el siglo XVII, hubo registros de 6 sismos, de estos, 2 volvieron a afectar a la región nor-oriental, con la ciudad de Cumaná como protagonista. Pero también el área centro-norte costera, en la que se localiza La Guaira y Caracas (capital de la república), fue sacudida por un fuerte sismo (1641; M= 6.0-6.3). La historia nos dice que fue el primer movimiento telúrico del que se tiene noticia para esta parte del país.

A su vez, la región de Los Andes fue duramente sacudida por sismos con magnitudes entre 6.0 y 7.4. Resaltan el que se conoce como el Terremoto de San Blas (1610; M=7.2), que 'movió' a los Andes venezolanos, principalmente a la ciudad de Mérida, capital del estado homónimo, y otras localidades vecinas; el de Pamplona (Colombia), pero que las ciudades de San Cristóbal, capital del estado Táchira, limítrofe al suroeste con Colombia, y Mérida fueron nuevamente sacudidas, sobre todo, la primera de ellas. Por último, el Terremoto de Los Andes de 1674, con magnitudes estimadas entre 6.6 y 7.0, considerado como uno de los más fuertes en la historia de esta región venezolana.

Ya para el siglo XVIII, existe registro de un terremoto conocido como el de Santa Úrsula (1766), cuya magnitud ha sido estimada entre 7.5–7.9 y, al parecer, fue sentido en todo el norte de Venezuela, desde Maracaibo, capital del estado Zulia, hasta el nor-oriente. Se estima que ha sido el de mayor intensidad en todo el territorio nacional. Posteriormente, y una vez más, Cumaná fue sacudida por dos movimientos (1794/1797) con magnitudes iguales o superiores a 6.0.

Entrando al siglo XIX, ocurre un terrible sismo que afectó sobre todo a la capital Caracas, pero también a La Guaira, Barquisimeto, capital del estado Lara y San Felipe, capital del estado Yaracuy. Hasta los dos sismos ocurridos el 24 de junio de 2026 (M=7.2 y M=7.5), duramente sentidos en la región centro-norte (principalmente en La guaira y Caracas), con pérdidas de vidas superiores a las 6.500 y con una cifra sin precisar de desaparecidos, a este sismo del 26 de marzo de 1812, con una magnitud estimada en 7.4, se le catalogó como el más mortífero que había conocido el país en cantidad de personas fallecidas.

En la historia de nuestra nación, al sismo de 1812 se le endosa, aunque con mucha controversia, haber contribuido con la caída de la primera república, en plena guerra de independencia, ya que al haber ocurrido un jueves santo, en plena celebración de las festividades de la Semana Santa, más de un sacerdote lo atribuyó a un castigo divino por la declaratoria de la independencia de España. En este contexto es que se menciona que el Libertador Simón Bolívar pronunció la famosa frase: "*si se*

opone la naturaleza, lucharemos contra ella y haremos que nos obedezca". Ese mismo 26 de marzo, cuarenta minutos después, la ciudad de Mérida sufre una fuerte sacudida (M= 5.4).

Durante todo el siglo XIX, todo el territorio nacional fue objeto de fuertes sismos, localizados principalmente en el nororiente [terremotos de Cariaco, 1823 (M=6.4), Cumaná, 1853 (M= 7.2-7.4), El Pilar, 1874 (M=6.1)], región de los Andes [terremotos de Mucuchíes, 1834, sin registro de magnitud; Lobatera, 1849 (M=6.6); Cúcuta, Colombia, 1875 (M=6.8-7.4); Trujillo, 1886, Mérida, 1888, ambos sin registro de magnitud; Gran Terremoto de Los Andes, 1894 (M=7.5)]. En la región centro-norte costera, ocurre en 1900 el llamado Terremoto de San Narciso, con un magnitud estimada entre 7.6 y 8.0.

Para el siglo XX, se sigue teniendo registros en todas las tres regiones de Venezuela en las que los movimientos sísmicos han sido recurrentes, con algunos muy escasos en otras partes del país. En particular, nos referimos a la región andina (cordillera de Los Andes) al occidente; la cordillera de la Costa (región centro-norte-costera) y a la región nor-oriental. En todas se han registrados movimientos telúricos con magnitudes iguales o superiores a 6.0, p. ej., el del Táchira, 1919 (M=5.3-6.3); de los Andes, 1932 (M= 6.5-6.8); Cumaná, 1929 (M=7.0); Sucre (oriente), 1957 (M=6.4-6.7); el Tocuyo, 1950 (M=6.3); el de Caracas, 1967 (M=6.7); Cariaco (oriente), 1997 (M=6.9).

Con lo descrito se ha querido resaltar precisamente la naturaleza sísmica del territorio nacional. No hemos incluido en ese listado numerosos otros sismos, de magnitudes iguales o superiores a 5.0 que afectaron a otras regiones del país como p. ej., estribaciones de la cordillera de Los Andes, la Guajira, cuenca del lago de Maracaibo, de los Llanos. Sin duda ninguna, Venezuela es un PAÍS Sísmico.

¿Ante esta realidad, la sociedad política y civil que ha hecho? Demás esta señalar que los seres humanos desde siempre hemos tendido a localizarnos en aquellas áreas que consideramos más apropiadas para desarrollar nuestra vida. Pero, es bastante frecuente que estas, en numerosas ocasiones, no sean precisamente las más idóneas, pues están sujetas a que cada tanto sean objeto de situaciones asociadas a eventos naturales que terminan ocasionando desastres, bien de naturaleza hidrogeomorfológicas, movimientos telúricos, movimientos de masa, perturbaciones tropicales, solo por citar algunos. La responsabilidad por ocupar áreas no aptas para que las personas se instalen allí y no en otra parte, les cabe tanto a las autoridades encargadas de hacer cumplir las normas diseñadas para prevenir riesgos, pero también a quienes las ocupan. Sin duda, la naturaleza activa la amenaza, pero la vulnerabilidad se construye por diversos factores de naturaleza física y social: infraestructuras mal construidas o ubicadas en áreas peligrosas, corrupción, especulación del suelo, pero, sobre todo, por la inacción del estado. El desastre ocurrido con los dos sismos del 24 de junio de 2026 en la región centro-norte-costera de Venezuela, afectando sobre todo al estado La Guaira y a Caracas, es resultado de la conjunción de la amenaza con la vulnerabilidad. El riesgo siempre ha estado presente

Es una situación recurrente que ante desastres como el que vivió Venezuela el 24 de junio de 2026, la sociedad tiende a asombrarse, preocuparse, indignarse y comienza a promover acciones ante la desgracia. En estos momentos se observa como distintos entes gubernamentales, privados e internacionales expresan una vez más, su compromiso de trabajar por disminuir el riesgo sísmico del país. Pero, esto también nos indica que probablemente, después de numerosas iniciativas, muchas de ellas de naturaleza puntual, no tendrán continuidad temporal.

Esto no solo se aplica al actual caso venezolano; con seguridad se puede extender a otras situaciones a escala planetaria, en donde solo se sigue resolviendo el ahora ante el inmenso reto que representa la devastación. Es impactante observar cómo, p. ej., la mayoría de los países de América Latina, parecen estar "*atrapados en una suerte de ciclo vicioso que impide que los esfuerzos legales e institucionales que se implementan después de cada gran desastre sean sostenibles en el tiempo, producto de fenómenos de darwinismo/mutación institucional*" (Liñayo, 2026).

Aunque duela decirlo la política sin políticas públicas que involucren el tema del riesgo, que incluya entre muchos el de la gestión de la sociedad, en más de una ocasión se hacen a espaldas de las dinámicas del territorio. El Estado por lo general responde, ante el riesgo de desastres, institucionalizando el problema con normas, leyes, estructuras, distintos mecanismos, que se insertan en la sociedad y que, de alguna manera, intentan resolver los inconvenientes asociados con los afectados. Sin embargo, con el paso del tiempo, la respuesta organizacional tiende a disolverse y volvemos al estado inicial. Los desastres son una manifestación de problemas no resueltos y que tienen que ver con el modelo de desarrollo (Liñayo, 2026). La reducción de desastres no se debe reducir solo al rol de Estado y su accionar ante un evento natural, también tiene responsabilidad en no actuar ante la ocupación ordenada (o no) del territorio. Lo común es que el Estado esté de espalda a las dinámicas del territorio, que incluyen factores naturales, no por desconocimiento, sino por decisiones políticas.

La respuesta a la pregunta que orientó este editorial es que en verdad la sociedad no escucha, a pesar de que el conocimiento existe para entender a la naturaleza cuando ella nos habla, y ella va a seguir hablando.

Delfina Trinca Fighera
Editora responsable
https://orcid.org/0000-0001-7878-3840

Para la serie histórica de los principales terremotos registrados en Venezuela desde el siglo XVI, se consultó a: https://cigir.group/terremotos-venezuela/

LIÑAYO, A. 2026. *Sobre Investigación Aplicada a la Reducción del Riesgos de Desastres: Experiencias y Retos no resuelto*. Conferencia presentada en el seno de la Comisión de Infraestructura de la Academia Nacional de Ingeniería y Hábitat de Venezuela, sesión ordinaria, 21 de agosto del 2026 y en el marco de los espacios de reflexión generados tras el terremoto de La Guaira del 24 junio 2026. Disponible en: https://lnkd.in/eSrJbRYp

ARTÍCULOS

ARTIGOS/PAPERS

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: septiembre, 2025/ Aceptado: enero, 2026
pp. 262-276 /

Comunicación geográfica para prevenir riesgos en Puyo,

Amazonía ecuatoriana

Comunicação geográfica para prevenir riscos em Puyo, Amazônia equatoriana

Geographical communication to prevent risks in Puyo, Ecuadorian Amazonia

Ruth Alejandra Tapia-Arias[1,2] y Ruth Irene Arias-Gutiérrez[3]

[1] Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador
[2] Centro Ecológico Zanja Arajuno, Colonia Mariscal Sucre, Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador
[3] Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Puyo, Provincia de Pastaza, Ecuador
ra.tapiaa@uea.edu.ec; alejandratapia.comunicacion@gmail.com; rarias@uea.edu.ec

Tapia: https://orcid.org/0009-0000-6850-6444
Arias: https://orcid.org/0000-0003-2165-1665

Resumen

Para Puyo y su área de influencia en la región amazónica ecuatoriana, se analiza la disponibilidad de información geográfica abierta accesible para consulta y comunicación, como parte de la percepción de necesidades de mapeo colaborativo para prevenir la posible ocurrencia de riesgos de desastres. Se aplicaron 14 cuestionarios semiestructurados a informantes de calidad de cinco entidades pertinentes a la gestión de riesgo a nivel local, a través de la herramienta *Kobotoolbox* y se realizó un análisis documental de los principales portales institucionales en la materia. Si bien hay acceso a datos geográficos abiertos, gratuitos, solo la plataforma digital *OpenStreetMap* permite una descarga de datos utilizables en un Sistema de Información Geográfica, aunque se necesita completar la información geográfica desde la escala local. Se requiere mejorar los sistemas de comunicación con las poblaciones, así como establecer y actualizar información disponible para consulta de cualquier usuario en términos de ampliar capacidades para la prevención de riesgos de desastres.

PALABRAS CLAVE: información geográfica voluntaria; datos abiertos; comunicación asertiva; *OpenStreetMap*; *Kobotoolbox*.

Resumo

Para Puyo e sua área de influência na região amazônica equatoriana, analisa-se a disponibilidade de informações geográficas abertas acessíveis para consulta e comunicação, como parte da percepção das necessidades de mapeamento colaborativo para prevenir a possível ocorrência de riscos de desastres. Foram aplicados 14 questionários semiestruturados a informantes de qualidade de cinco entidades relevantes para a gestão de riscos a nível local, através da ferramenta Kobotoolbox, e foi realizada uma análise documental dos principais portais institucionais sobre o assunto. Embora haja acesso a dados geográficos abertos e gratuitos, apenas o plataforma digital *OpenStreetMap* permite o *download* de dados utilizáveis em um Sistema de Informação Geográfica, embora seja necessário completar as informações geográficas a partir da escala local. É necessário melhorar os sistemas de comunicação com as populações, bem como estabelecer e atualizar as informações disponíveis para consulta por qualquer usuário, em termos de ampliação das capacidades para a prevenção de riscos de desastres.

PALAVRAS-CHAVE: informação geográfica voluntária; dados abertos; comunicação assertiva; *OpenStreetMap*; *Kobotoolbox*.

Abstract

As part of the perception of collaborative mapping needs to prevent the possible occurrence of disaster risks, we analyze the availability of open geographic information accessible for consultation and communication, for Puyo and its area of influence in the Ecuadorian Amazon region. Fourteen semi-structured questionnaires were administered to quality informants from five entities relevant to risk management at the local level, using the Kobotoolbox tool, and a documentary analysis of the main institutional portals on the subject was carried out. Although there is access to free, open geographic data, only OpenStreetMap allows for the download of data that can be used in a Geographic Information System, although the geographic information needs to be completed at the local level. Communication systems with populations need to be improved, and information available for consultation by any user needs to be established and updated in terms of expanding capacities for disaster risk prevention.

KEYWORDS: voluntary geographic information; open data; assertive communication; OpenStreetMap; Kobotoolbox.

1. Introducción

En marzo de 2025, a propósito de devastadoras inundaciones que afectaron comunidades, patrimonios culturales y científicos, incluso en entidades universitarias especializadas, la UNESCO (2025) llamó a integrar la ciencia en la prevención de desastres, promover acciones que fortalezcan la resiliencia local, crear plataformas de datos compartidos y alianzas entre instituciones, incluso universidades, para fortalecer capacidades técnicas, la educación comunitaria y las estructuras de gobernanza que permitan promover corresponsabilidades.

También las comunidades rurales originarias e instituciones estatales de la zona de planificación 3, formada por las provincias de Pastaza, Tungurahua, Chimborazo y Cotopaxi, en la República del Ecuador, se han pronunciado por fortalecer vínculos con las instituciones de educación superior para la formación de los pobladores, el incremento de información, la socialización de conocimientos, la investigación de las dinámicas de uso y sistemas ancestrales de manejo del territorio y los aspectos relacionados a la mitigación y adaptación al cambio climático, entre otros problemas de investigación. Prevenir riesgos de desastres en el territorio local es una de esas áreas de colaboración que se debe fortalecer.

El riesgo ha sido definido como "*la probabilidad de exceder un valor específico de daños a la población, en un lugar dado y durante un tiempo de exposición determinado.*" (Dávila *et al.*, 2018: 11); el riesgo estaría formado por el peligro o amenaza de ocurrencia de un evento en un lugar, con una intensidad y duración determinadas, y por la vulnerabilidad de ese lugar para ser afectado (Dávila *et al.*, 2018).

"*Por Riesgo vamos a entender cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno.*" (Wilches-Chaux, 1993: 17). Un desastre es el producto de la confluencia del Riesgo y de la Vulnerabilidad en un momento y lugar determinados; la Vulnerabilidad es un estado o condición del ser humano y una comunidad, definida como su incapacidad para enfrentar o adaptarse a un impacto, cambio o exposición que representa un riesgo de amenaza para provocarle daños si realmente ocurre, mientras que, la Amenaza es la probabilidad de ocurrencia de un riesgo ante el cual una comunidad es vulnerable (Wilches-Chaux, 1993); la amenaza existe independientemente de la conciencia de la población, puede ser un deslizamiento, un terremoto, un fenómeno de ocurrencia natural que sucede en un tiempo y lugar por condiciones naturales o antrópicas.

Los desastres devastan vidas, territorios y formas de subsistencia de las personas; dañan las economías y desarrollo de los países afectados. Hasta inicios del año 2025 en el mundo se han producido más de diez mil desastres desde el año 2000 (*The Emergency Events Database* [EM-DAT], 2025); más de cuatro mil desastres a nivel mundial, originados por amenazas naturales han producido más de un millón de fallecimientos y más de mil millones de pérdidas en dólares (Casares, 2013). Si bien las cifras globales son impactantes, es muy importante la actuación de la comunidad en cada localidad, determinada por la comunicación y la información que tenga para prevenir riesgos sobre las vidas susceptibles de afectación, es el caso que se trata en la presente investigación en la ciudad de Puyo, capital municipal y provincial de Pastaza, en la Amazonia ecuatoriana.

Por la ubicación en el círculo de fuego del Pacífico, Ecuador está expuesto a eventos de origen natural potencialmente perjudiciales como inundaciones, erupciones volcánicas, sismos, movimientos en masa, entre otros. Se necesita desarrollar capacidades de prevención, mitigación y preparación de la población, considerando la exposición a amenazas de origen natural, el nivel de vulnerabilidad y la presencia institucional o capacidades desarrolladas (Demoraes y D'Ercole, 2001).

Mientras existen amenazas naturales como erupciones volcánicas, terremotos, movimientos en masa o inundaciones, que pueden ser

inevitables, los desastres no deben considerarse 'naturales' porque el comportamiento humano, particularmente el conocimiento, la información, la comunicación, la preparación sobre manejo de los riesgos en el territorio y la ubicación de los asentamientos, pueden evitar que una amenaza natural se convierta en desastre, si bien la percepción de la magnitud de un desastre depende de la valoración social que le asigne la población, aunque también puede considerarse que ha ocurrido un desastre incluso si no ha sido afectada una población (Cardona, 1993). De hecho, el estudio social de los desastres "*se ha desarrollado como un campo marginal en comparación con la investigación realizada desde las ciencias naturales e ingenieriles, que cuenta con un grado relativamente alto de institucionalización, centros de investigación especializados y acceso a fuentes de financiamiento.*" (Maskrey, 1993: 7), por ejemplo, con modelamientos de mapas de densidad para procesos de movimiento en masa en el entorno desarrollado de los sistemas de información geográfica (Vergara *et al.*, 2025).

La reducción del riesgo de desastres resulta de todas las medidas adoptadas para reducir pérdidas de vidas, lesiones, desplazamientos, daños a infraestructuras críticas, pérdida de acceso a servicios básicos, y pérdidas económicas causados por amenazas de origen humano o natural [Oficina de Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNDRR) y Marco de SENDAI para la reducción del riesgo de desastres 2015-2030 (SENDAI), 2021].

Desde el punto de vista social, adicional a la experticia técnica que personas, instituciones y sistemas puedan desarrollar, la comunicación y la información se convierten en aspectos clave para prevenir y enfrentar riesgos. Específicamente, la comunicación adecuada y el acceso a información abierta, libre y colaborativa se corresponden con esas necesidades de preparación ciudadana e institucional, por lo que, el presente artículo analiza la disponibilidad de información geográfica abierta accesible para consulta y comunicación, como parte de la percepción de necesidades de mapeo colaborativo para prevenir la posible ocurrencia de riesgos de desastres en la ciudad amazónica de Puyo, municipio y provincia de Pastaza, en Ecuador.

2. Materiales y métodos

2.1 Localización y descripción del área geográfica de estudio

El estudio se realizó en el área de influencia de la ciudad de Puyo, capital del municipio y de la provincia amazónica de Pastaza, en Ecuador (FIGURA 1). Localizada en las estribaciones orientales de Los Andes centrales ecuatorianos, a 950 msnm, la ciudad de Puyo se ubica en el piso bioclimático Piemontano (Cañadas-Cruz, 1983), del bosque muy húmedo tropical (Holdridge, 1967), Bosque Siempre Verde Piemontano de la Amazonia (Sierra, 1999), soportando hasta 6.000 mm anuales de lluvia.

Puyo concentra el 40,27% de la población provincial (Marco Geoestadistico, 2022); está en crecimiento constante por la migración desde los sectores rurales que buscan beneficios de salud, educación, trabajo, entre otros servicios; esta población que viene del campo por lo general se establece sobre zonas susceptibles de riesgos, especialmente de inundaciones y movimientos en masa, en áreas periféricas que no siempre cuentan con servicios básicos. Puyo crece con aglomeraciones periféricas, con escasos servicios públicos (Dávila *et al.*, 2018).

2.2 Procedimiento y datos

El análisis es cualitativo y transversal. Se considera que esta investigación corresponde como marco de análisis a la teoría crítica, porque estudia la disponibilidad de información y comunicación en instituciones sociales públicas, sus necesidades de transformación para responder mejor a las poblaciones que enfrentan riesgos por su ubicación en zonas con poca atención de servicios gubernamentales, donde se asientan por problemas histórico-sociales (Álvarez-Gayou, 2009).

Se entrevistó a informantes calificados a través de cuestionarios semiestructurados y se realizó un análisis documental de información geográfica abierta para la zona de estudio, disponible para descarga desde internet, en

comparación con un portal totalmente abierto y colaborativo, disponible para actualizar Información Geográfica Voluntaria, *OpenStreetMap* [OSM] (OpenStreetMap, s. f.). La información geográfica disponible se analizó en el software QGIS

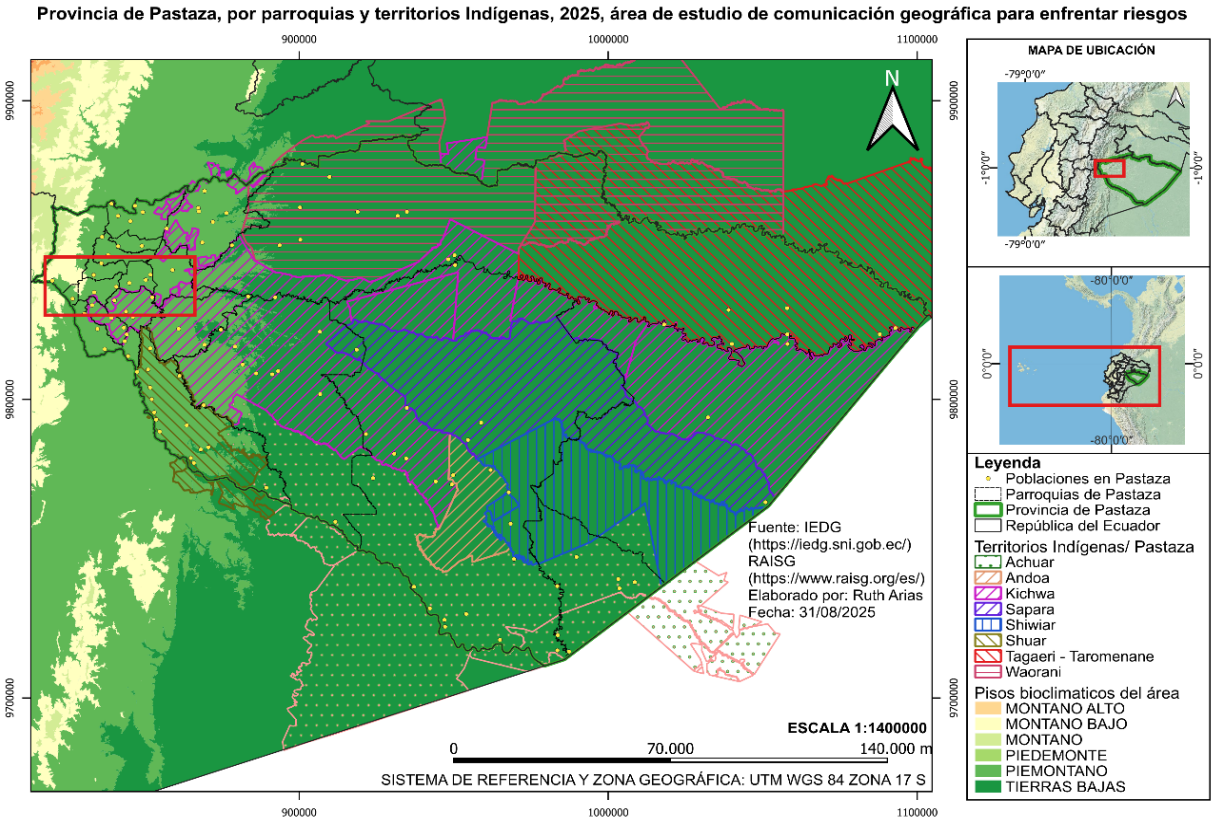


FIGURA 1. Señalización del área de estudio de riesgos en Puyo, Amazonia ecuatoriana

Los cuestionarios semiestructurados se aplicaron a finales del año 2024 e inicios del 2025, a través de dispositivos electrónicos, por correo institucional o personal, luego de confirmar con cada entrevistado su voluntad de participación. Se usó la herramienta georreferenciada *Kobotoolbox* dirigida a catorce informantes de calidad de cinco entidades pertinentes al tema y área de estudio, seleccionados bajo criterio de conveniencia para la investigación. Siete entrevistados cumplen funciones de dirección, responsabilidad o actuación en el Sistema Nacional de Gestión de Riesgos con asentamiento en Pastaza, el Cuerpo de Bomberos Puyo Pastaza, la Dirección de Gestión Ambiental y Riesgos del Municipio de Pastaza, la Unidad de Ordenamiento Territorial del Departamento de Planificación del Municipio de Pastaza. Siete son docentes de la universidad regional pública, de las cátedras de Riesgos y Desastres, Contaminación Ambiental, Sistemas de Información Geográfica, Cambio Climático, Manejo de Cuencas Hidrográficas, Gestión Ambiental y Geografía Turística.

El cuestionario *Kobotoolbox* (https://ee.kobotoolbox.org/x/aadOtmpU) contiene 37 variables de análisis: siete corresponden a identificación del informante y su institución de pertenencia o área de trabajo relacionado a riesgos, 18 refieren la valoración de eventos riesgosos, nueve ubican geográficamente los eventos de mayor riesgo de conocimiento de los informantes, una variable aborda la accesibilidad a la información y una

permite observaciones de mejora. La encuesta se complementa con una variable de aceptación y confirmación de envío del aporte informativo del entrevistado.

El análisis documental se realizó sobre publicaciones abiertas disponibles en Internet en los portales institucionales que contienen mapas, bases de datos y documentos de fuentes oficiales del Gobierno Autónomo Descentralizado [GAD] provincial de Pastaza (2023), el catastro urbano del GAD municipal de Pastaza (2022, 2025) y la Secretaría de Gestión de Riesgos [SGR] (2022, 2025). La información disponible para descarga y trabajo en sistemas de información geográfica se analizó en el software QGIS, en comparación con los datos geográficos de *OpenStreetMap*, disponibles bajo licencia de base de datos abierta de *Open Data Commons ODbL* (OpenStreetMap, s/f). A partir de la revisión documental y el procesamiento de la información compilada, se presentan los resultados, discusión y las conclusiones.

3. Resultados

Se evaluó la existencia y disponibilidad de información abierta, accesible, en mapas que muestren las zonas de riesgo de manera que la población local pueda fortalecer su capacidad de organización y resiliencia y pueda comunicarse con los agentes públicos a cargo de la atención de riesgos, puesto que tanto la comunicación como un evento de riesgo son procesos interactivos, implican emociones, sentimientos y estados de ánimo junto con la información (Rodríguez Morales y Rodríguez Salazar, 2016; Buñay y Machado, 2023). En la investigación se observó que en algunos portales de las instituciones, disponibles a través de Internet, la información geográfica en mapas no es descargable, no siempre es comprensible o no tiene el nivel de detalle local para tomar precauciones frente a situaciones de riesgo, aunque se considera que la información está disponible para consulta en los portales en Internet de los GAD municipal o provincial, como parte de las ordenanzas municipales para publicación de los sistemas de información local (SIL), los planes de desarrollo y ordenamiento territorial (PDOT) y los planes de uso y gestión del suelo (PUGS). También la SGR tiene disponible para el público un sistema de información, como se analiza más adelante.

Si bien existe alguna información, esta no siempre se comunica a los usuarios; no hay un sistema de comunicación periódica de alerta temprana que pueda, además, considerar la constante movilidad de la población, los nuevos asentamientos poblacionales. En la opinión de los informantes calificados acerca de la comunicación geográfica para prevenir riesgos en Puyo, en la Amazonia ecuatoriana, solo el 14,29% consideró que la información es accesible. El resto establece que la forma de información de los eventuales riesgos y su localización no es accesible para el usuario común residente o de tránsito en la zona.

Los informantes calificados, provenientes del cuerpo de bomberos de Puyo, advierten que la conformación geográfica cercana a la cordillera de Los Llanganates puede liberar energía sísmica 'nido sísmico' no prevista ni informada. También se reiteran aspectos de riesgos relacionados a los dos ríos principales de influencia sobre la ciudad de Puyo y su área de influencia, los ríos Pindo y Puyo, importantes en la conformación de la ciudad. Se señala la contaminación ambiental del río Puyo de manera frecuente y se ha puntualizado que en una determinada administración municipal se ocupó la ribera del río Puyo sin tomar en cuenta que las descargas de aguas domiciliarias, grises y negras irían directamente al río, sin previo tratamiento, para afectar una zona turística que recorre el margen derecho de la ciudad, al inicio del paseo turístico, disminuyendo el margen permitido de ocupación con edificaciones, de 50 metros a 10 metros.

La FIGURA 2 y LA TABLA 1 presentan las repuestas de la aplicación de la herramienta *Kobotoolbox* con la apreciación de los informantes calificados sobre los riesgos principales en el área de estudio. Se observan dos sectores en el centro de la ciudad de Puyo, que ha sufrido incendios y dos sectores en la carretera de acceso a la zona, que ha sufrido deslaves en la carretera.



FIGURA 2. Localización de riesgos de desastres, en el centro de la ciudad y en su acceso vial

La FIGURA 2 corresponde al mapa en *Kobotoolbox* con las marcaciones de las ubicaciones elaboradas por los entrevistados. En la TABLA 1 se aprecia que los principales riesgos son de inundación, de ocurrencia en la ribera del río, seguido por incendios en el centro de la ciudad y deslizamientos en la carretera de acceso. En la memoria colectiva expresada también en los cuestionarios contestados, están las recurrentes inundaciones en un barrio de la ciudad, conocido como La Isla, y más incendios que sorprendieron a los ciudadanos en el centro de la ciudad, sin que se los haya podido controlar hasta que las estructuras fueron reducidas a cenizas. La ciudad, formada a partir del año 1899 utilizó preferentemente madera en las construcciones residenciales.

TABLA 1. Percepción de eventos de riesgos en Pastaza, según conocimiento local. Fuente: entrevistas a informantes por *Kobotoolbox*, noviembre 2024-febrero 2025

Evento de riesgo percibido	**Frecuencia**
Inundación	14
Incendio	11
Deslizamiento	8
Contaminación ambiental	7
Accidente motorizado	7
Accidente sin intervención de vehículos motorizados	3
Evento contra la seguridad de las personas o de los bienes públicos, comunitarios o privados	2
Sismos	1

Entre las recomendaciones de mejoras para el acceso a la información de riesgos se señala la necesidad de colaboración interinstitucional, la realización de talleres participativos presenciales y virtuales, involucrar a la comunidad en la identificación y reporte de riesgos a través de herramientas colaborativas como plataformas de mapeo participativo, disponer de acceso gratuito a la información, actualizar los mapas de riesgos, fortalecer instancias como la Unidad de

Ambiente y Riesgos, el Cuerpo de Bomberos a nivel de cada municipio y generar sistemas de alerta temprana (SAT). Se señala que en las entidades en general existen pocos recursos económicos para las múltiples tareas, herramientas y programas.

Del análisis documental de información geográfica abierta para la zona de estudio, disponible para descarga desde internet, resulta que, el GAD provincial de Pastaza, a través del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la provincia de Pastaza, presenta en el mapa de síntesis de la estructura territorial, los riesgos naturales, en escala gráfica 1:800.000, descargable en imagen JPG (FIGURA 3).

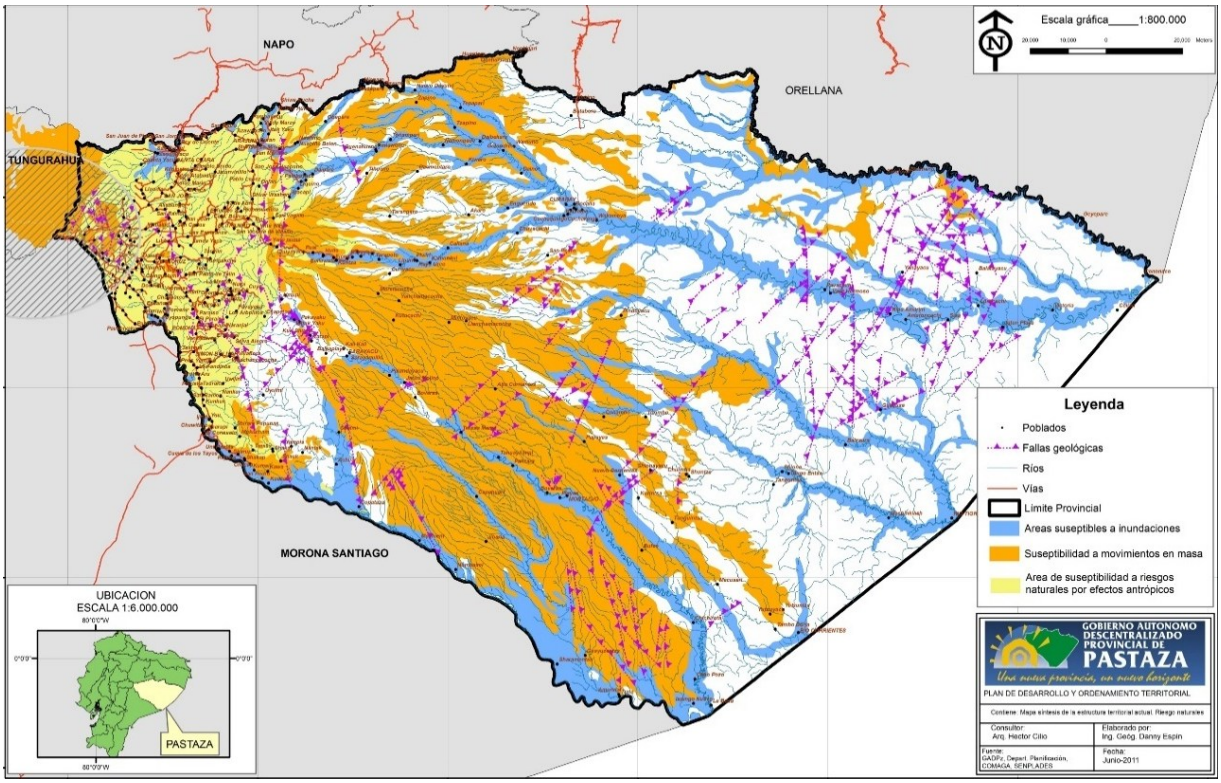


FIGURA 3. Síntesis de riesgos naturales para la provincia de Pastaza.
Fuente: GAD provincial de Pastaza, 2023

La FIGURA 3 muestra en la leyenda las fallas geológicas, las áreas susceptibles a inundaciones, la susceptibilidad a movimientos de masa que afecta gran parte de la provincia y el área de susceptibilidad a riesgos naturales por efectos antrópicos. La información se aprecia con claridad. Si bien es información pública, por lo tanto, accesible desde Internet, no hay constancia de las consultas y accesos o de la comunicación con la comunidad, en término de la prevención de riesgos. Aunque la información de riesgos se incluye en el análisis de la planificación provincial y se ha elaborado incluso un Atlas con información general de la provincia (Zambrano *et al.*, 2019), que incluye riesgos, la información consta solamente en imagen JPG. No se cuenta con formatos más amigables del entorno de análisis en sistemas de información geográfica (SIG).

El catastro municipal de Pastaza está disponible como parte del sistema de información local en el portal institucional del GAD Municipal de Pastaza (2022, 2025), elaborado por la Empresa Pública de Agua Potable y Alcantarillado de Pastaza (EMAPAST EP, 2025); presenta información municipal, con

énfasis en los predios catastrales de la zona urbana Puyo y las parroquias más cercanas; es susceptible de visualización, pero no de edición ni de explicación. Incluye información de barrios, ríos, centros poblados, parroquias, detalle de los predios urbanos por clave catastral, área, acceso a electricidad, agua potable o alcantarillado; sin embargo, no es información desplegable para análisis en un SIG, si bien se puede copiar la imagen y georreferenciarla. No incluye riesgos (EMAPAST EP, 2025).

La información disponible en la SGR se actualiza constantemente, en coherencia con la información de entidades gubernamentales asociadas como el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Los mapas de monitoreo de amenaza, actualizables semanalmente o en períodos cortos, son generados con boletines hidrometeorológicos estatus advertencia, "*esta información es facilitada por el INAMHI, más las capas de amenazas de movimientos en masa generados por la SGR, se identifica los ejes viales que podrían ser afectados por movimientos en masa a causa de lluvias.*" (SGR, 2025: 1).

La TABLA 2 presenta información de los 736 eventos riesgosos de 17 tipos reportados para Pastaza, para el período 2010 a 2022; en la primera columna se extrae el área de estudio (SGR, 2022).

TABLA 2. Eventos de riesgos 2010-2022 reportados para la provincia de Pastaza.
Fuente: SGR https://www.datosabiertos.gob.ec/dataset/eventos-peligrosos

Evento	**Área de estudio**	**Municipio Pastaza**	**Municipio Mera**	**Municipio Arajuno**	**Municipio Santa Clara**	**Total provincial Pastaza**
Deslizamiento	30	127	111	30	35	303
Incendio estructural	47	95	18	17	9	139
Inundación	31	82	19	30	3	134
Vendaval	18	40	8	6	5	59
Socavamiento	5	15	9	5	0	29
Colapso estructural	9	13	4	1	4	22
Hundimiento	0	9	1	2	0	12
Incendio forestal	1	4	0	1	0	5
Explosión	1	3	2	1	0	6
Epidemia	0	4	0	1	0	5
Sismo	3	4	0	0	0	4
Tormenta eléctrica	3	3	1	0	0	4
Actividad volcánica	2	2	1	0	0	3
Colapso estructural de infraestructura	2	2	0	1	0	3
Plaga	0	2	0	0	0	2
Aluvión	0	0	1	0	0	1
Contaminación ambiental	1	1	0	0	0	1
Total	**153**	**406**	**180**	**94**	**56**	**736**

A pesar de la información válida disponible para consulta y la actualización constante, los mapas no son descargables para poder analizarse en un SIG para propósitos más amplios, desde entrenamiento, hasta modelación o análisis. La información es nacional, puede discernirse las localidades, está acompañada del detalle local de afectaciones; sin embargo, no tiene otra información a nivel local para el área de estudio. También llama la atención que en varios municipios y para la parroquia Puyo y alrededores, la zona más poblada de la provincia, se señale cero en epidemias, luego de haber atravesado el Covid-19, lo que sugiere que tiene otra denominación no recogida en el reporte,

como pandemia o que la información es insuficiente, sin embargo, es la del portal oficial.

En contraste, la información desde OSM para el área de estudio es consultable, disponible, gratuita, abierta, editable y descargable en formato vectorial; corresponde a los objetos de la realidad, aunque no están categorizados. La información muestra puntos, vías, ríos, calles, polígonos, con denominación correcta de acuerdo con el señalamiento en la nomenclatura en las calles, aunque está incompleta. Se presentan lugares turísticos y en el sector más turístico, junto al río Puyo; se muestran sitios de interés, casas comerciales y comercios, sitios de atención de salud, establecimientos de alimentación, escuelas, cajeros y paradas de bus según una de las rutas de autobuses, evidenciando la información útil a la ciudadanía, aunque no esté completa; certidumbre solamente de que se necesita complementar información de calidad. Sin embargo, los usuarios locales pueden complementar información, incluyendo sus percepciones actuales e históricas de riesgos y zonas susceptibles de amenazas.

En ninguno de los portales consultados a través de Internet se encontró información de hidrantes, inundaciones, deslaves, criminalidad, entre otros aspectos de interés referidos a eventos riesgosos. De los datos geográficos descargados de OSM se advierte que están presentes, disponibles, son descargables, editables y verificables en un sistema de información geográfica, con uso de software libre, sin costo.

4. Discusión

La investigación detectó información de los eventuales riesgos y su localización en portales institucionales accesibles por internet, pero se observó que no siempre es disponible para el usuario común residente o de tránsito en la zona. Destaca la información de la SGR y sus sistemas de mensaje telefónico como alerta temprana para el usuario común, frente a eventos de riesgo. Tener información en mapas y datos es parte de la organización preventiva; el conocimiento de los riesgos, la recopilación sistemática de información y evaluación del riesgo permite al personal especializado y eventualmente a la comunidad, conocer las pautas, tendencias, factores de los eventos que pueden amenazar a las poblaciones. Otros aspectos importantes son el desarrollo de servicios de seguimiento y alerta temprana, la difusión y comunicación, vale decir el contacto con las poblaciones, para información y comunicación y el desarrollo de capacidades de respuesta tanto en el ámbito comunitario como en el ámbito regional y nacional (Benítez, 04 de septiembre de 2025; United Nations, Office for Outer Space Affairs UN-SPIDER Knowledge Portal, 2025). La información se distingue de los datos y del conocimiento, su significado depende de cómo se integra en modelos explicativos.

La comunicación, necesaria entre los actores de las entidades especializadas y la comunidad, implica un proceso dinámico de interacción donde las personas influyen mutuamente mediante la transmisión de información, involucra una dimensión simbólica y conductual en contextos sociales. Aunque la teoría pragmática de la comunicación establece que toda interacción es comunicación, y que no comunicar es imposible, pues incluso la inacción o los silencios transmiten significado (Gómez, 2016; Watzlawick *et al*, 1985), en materia de preparación preventiva frente a riesgos, es preciso no solo tener información del técnico o de la entidad sino también percibir esas dimensiones simbólicas, conductuales, esos silencios en la comunidad, en la interacción frente a riesgos.

Si bien el evento de inundaciones es el más destacado en la localidad, no tiene las dimensiones catastróficas que se aprecian en la región Costa; las inundaciones más graves habrían ocurrido en el año 2001 en la región amazónica, con Pastaza y Napo como municipalidades de mayor inundación, luego de la región Costa; sin embargo, se coincide en que no siempre hay fiabilidad y registro de la información de ocurrencia (Demoraes y D'Ercole, 2001) con georreferenciación, mapas, datos abiertos, confiables y tipología.

Similar situación puede referirse al registro de deslizamientos y de incendios, que son los eventos más reportados, pero que solo coincide

en deslizamientos con información nacional, respecto a la zona de transición entre la región Sierra y la Amazonia.

A partir de los resultados alcanzados se concuerda con que la zonificación de las áreas más expuestas a fenómenos de origen natural -terremotos, erupciones volcánicas, inundaciones, sequías, derrumbe- es un instrumento indispensable para elaborar planes de prevención, mitigación y preparación ante desastres, así como para reducir la vulnerabilidad de poblaciones potencialmente afectadas, donde la exposición a peligros y las pocas capacidades instaladas ponen a las poblaciones en situación de riesgo (Demoraes y D'Ercole, 2001).

Independientemente de la generalización de datos que pueden mostrar que el área de Puyo no tiene la violencia de afectación de los más graves riesgos que suceden a nivel nacional, se precisa contar con información y comunicación con los residentes locales y es la información geográfica voluntaria la que puede apoyar de forma fiable, actual, necesaria e influyente en una escala local, dentro de la seguridad de vida de una comunidad.

Al analizar el contexto y diagnóstico de la situación de estudio en el área y los resultados de la investigación, se puede determinar que Puyo, como cabecera municipal de Pastaza, enfrenta un conjunto complejo de riesgos ambientales y sociales, agravados por desafíos de planificación territorial y falta de información geográfica precisa. La investigación resalta brechas importantes en la identificación y análisis de amenazas, así como la carencia de acceso a datos abiertos y herramientas que permitan un entendimiento claro de las zonas de riesgo. Esta situación subraya la necesidad de un enfoque colaborativo que integre datos locales con plataformas como OSM, cuya acción colaborativa ha mostrado eficacia en varias localidades, como la referida en asentamientos precarios en Cartagena-Colombia, con planificación participativa e involucramiento comunitario (Arruda y Yances, 2016).

La investigación sugiere necesidad crítica de datos geográficos abiertos, multitemporales y actualizados, que incluyan información sobre amenazas y vulnerabilidades específicas de Puyo; necesidad de fortalecimiento de capacidades locales incluso con plataformas colaborativas para el levantamiento y análisis de información, de manera que no sean solo datos, solo información, sino que se logre una comunicación asertiva, considerada como una herramienta educativa eficaz para facilitar la interacción y el aprendizaje (Calua *et a*l. 2021; Flores y Díaz-Loving, 1994; Ríos Ortega, 2014), que permita construir colectivamente respuestas de prevención.

La inclusión de las comunidades en la generación y validación de datos, basada en sus conocimientos locales, es clave para garantizar la relevancia y precisión de la información. Hay que destacar que se trata de una región que ha tenido gran diversidad cultural indígena y estrecho conocimiento del territorio que permitía desarrollar una capacidad de resiliencia por lo que hay que investigar también el pasado y reconocer las prácticas ancestrales que en su momento habrían sido efectivas para enfrentar riesgos (Rosero, 2019).

Considerando que las amenazas naturales pueden producir riesgos de desastres si no se tiene la información y la comunicación necesarias, se debería propender a que los SIL integren a la población, permitan la integración de datos de mapeo colaborativo a la información oficial para facilitar el acceso a múltiples actores interesados.

5. Conclusiones

El presente trabajo de investigación analizó la existencia de información abierta accesible para tomar decisiones ante posibles riesgos de desastres en Puyo Ecuador, concluyendo que, si bien hay acceso a datos geográficos abiertos, gratuitos, solo OSM permite una descarga de datos utilizables en un SIG, aunque se necesita completar la información geográfica desde la escala local.

Existe información geográfica en OSM y en entidades públicas locales y nacionales. Particularmente el SGR presenta mapas actualizados en temas de la prevención de riesgos de desastres que sin embargo no son

descargables y son generalizados a nivel nacional. En cuanto a los organismos gubernamentales locales, el GAD provincial de Pastaza presenta información de riesgos a escala 1:800.000, provincial, sin que se pueda descargar ni se aprecie el detalle y especificaciones utilizables en Puyo y su área de expansión urbana. En cambio, a pesar de que es posible la consulta visual por internet a través de la página institucional, no se logró encontrar información descargable y de riesgos en el portal del GAD municipal de Pastaza. Se concluye por lo tanto que se necesita establecer y actualizar información disponible para consulta de cualquier usuario en términos de ampliar capacidades para la prevención de riesgos de desastres. De todos modos, disponer de datos, disponer de información, en el supuesto caso de que estuviera completa, no es suficiente, se necesita comunicación con las comunidades de usuarios.

El mapeo colaborativo en Puyo puede tener el potencial de transformar la gestión de riesgos mediante la participación de las comunidades y el uso de herramientas geotecnológicas. Esto no solo mejoraría la respuesta ante desastres, sino que también fortalecería la resiliencia en el territorio frente a los desafíos climáticos y sociales.

6. Referencias citadas

ÁLVAREZ-GAYOU, J. L. 2009. *Cómo hacer investigación cualitativa, fundamentos y metodología*. Ediciones Paidós. México.

ARRUDA, N. DA S. y H. YANCES. 2016. "MAP Cartagena: Metodología para el mapeo de asentamientos precarios usando OpenStreetMap". *Revista Cartográfica,* 93(93). Disponible en: https://doi.org/10.35424/rcarto.i93.430

BENITEZ, D. 04 de septiembre de 2025. "Propuesta de ordenamiento territorial integrado con la gestión de riesgos". *LI primer curso panamericano de geografía aplicada. La gestión del riesgo de desastres y los sistemas de alerta temprana: componentes clave de la planificación y ordenamiento territorial en los países panamericanos*. CEPEIGE. Quito, Ecuador.

BUÑAY, S. y J. MACHADO. 2023. "Estrategias de comunicación afectiva para mejorar el aprendizaje de lecto-escritura en estudiantes de primer año de Educación General Básica". *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 8(4). Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9152218

CALUA, M.; DELGADO, Y. y R. LÓPEZ. 2021. "Comunicación asertiva en el contexto educativo". *Boletín Redipe*, 10(4). Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/

CAÑADAS-CRUZ, L. 1983. *El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador*. Ministerio de Agricultura y Ganadería y PRONAREG. Quito, Ecuador.

CARDONA, O. 1993. "Manejo ambiental y prevención de desastres: dos temas asociados privados". En: A. MASKREY (Compilador), *Los desastres no son naturales*, pp. 66-81. La Red, red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. Disponible en: http://www.desenredando.org [Consulta: julio, 2025].

CASARES, R. 2013. *Mujeres y niñas en contexto de desastres. Tres Estudios de Caso sobre Vulnerabilidades y Capacidades en la República Dominicana*. Plan Internacional y Oxfam República Dominicana.

DÁVILA, A.; CUESTA, R.; VILLAGÓMEZ, M.; FIERRO, D.; LEÓN, F.; GUERRERO, K. y J. VALLEJO. 2018. *Atlas, espacios geográficos expuestos a amenazas naturales y antrópicas*. Ministerio de Defensa Nacional, Comando Conjunto de las Fuerzas Armadas, Ejército Ecuatoriano, Instituto Geográfico Militar y Secretaría de gestión de Riesgos. Quito, Ecuador.

DEMORAES, F. y R. D'ERCOLE. 2001. *Cartografía de las amenazas de origen natural por cantón en el Ecuador, informe preliminar*. IRD, Oxfam, COOPI. Quito, Ecuador. Disponible en: https://www.documentation.ird.fr/hor/fdi:010065702 [Consulta: marzo, 2025].

EMPRESA PÚBLICA DE AGUA POTABLE y ALCANTARILLADO DE PASTAZA (EMAPAST EP). 2025. *Predios informativos del cantón Pastaza 2021*. Disponible en: https://www.arcgis.com/apps/instant/sidebar/ [Consulta: septiembre, 2025].

FLORES, M. M. y R. DÍAZ-LOVING. 1994. *Asertividad: conceptualización medición y su relación con otras variables*. Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM]. México. Tesis de doctorado en Psicología Social. Disponible en: https://ru.dgb.unam.mx/

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PASTAZA. 2025. *Sistema de Información Local*. Disponible en: https://www.arcgis.com/apps/instant/sidebar/

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PROVINCIAL DE PASTAZA. 2023. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la provincia de Pastaza al año 2035*. Disponible en: https://pastaza.gob.ec/baselegal/planes/.pdf

GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DE PASTAZA. 2022. *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Pastaza 2020-2030, y el plan de uso y gestión de suelo del cantón Pastaza 2020-2032*. Disponible en: https://puyo.gob.ec/wp-content/uploads/doc2327/archivos/administrativo/planificacion/pdot/2023/

GÓMEZ, F. S. J. 2016. "La comunicación: acción en común y coordinación de acciones". *Salus*, 20(3). Venezuela. Disponible en: https://www.redalyc.org/

HOLDRIDGE, L. 1967. *Determinación de las formaciones vegetales en el mundo, por simples datos climáticos*. Disponible en: https://biogeografia.net/bioclima06e.html [Consulta: julio, 2025].

KOBOTOOLBOX. Disponible en: https://ee.kobotoolbox.org/x/aadOtmpU

MARCO GEOESTADISTICO. 2022. Disponible en: https://www.censoecuador.gob.ec/resultados-censo/#resultados

MASKREY, A. (Compilador). 1993. *Los desastres no son naturales. La Red, red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina*. Disponible en: http://www.desenredando.org [Consulta: julio, 2025].

OFICINA DE NACIONES UNIDAS PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES [UNDRR] y MARCO DE SENDAI PARA LA REDUCCIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES [SENDAI], 2015-2030. 2021. *Conceptos y enfoques básicos, herramientas y recursos para profesionales de los medios de comunicación que reportan sobre desastres y resiliencia*. Disponible en: https://drrhub.org/ [Consulta: agosto, 2025].

OPENSTREETMAP. (s/f). *OpenStreetMap*. Disponible en: https://www.openstreetmap.org/

RÍOS ORTEGA, J. 2014. "El concepto de información: dimensiones bibliotecológica, sociológica y cognoscitiva". *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 37(1): 17-32.

RODRÍGUEZ MORALES, Z. y T. RODRÍGUEZ SALAZAR. 2016. "Los jóvenes, la comunicación afectiva y las tecnologías: entre la ritualización de la expresión y la regulación emocional". *Intersticios sociales*. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/

ROSERO, R. 2019. "La resiliencia: Una definición adaptada a la modernidad, pero un concepto de uso ancestral para gestionar riesgos de desastres". *Rev. Inv. Acas Educación. ISTCRE*, 3(2): 21-28.

SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS [SGR]. 2025. *Mapa de monitoreo de movimientos de masa – Estatus advertencia*. Disponible en: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/

SECRETARÍA DE GESTIÓN DE RIESGOS [SGR]. 2022. *Eventos Peligrosos—Datos Abiertos Ecuador*. Disponible en: https://www.datosabiertos.gob.ec/

SIERRA, R. (Edit.). 1999. *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental*. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

THE EMERGENCY EVENTS DATABASE [EM-DAT]. 2025. *Centre for Research on the Epidemiology of Disasters. Institute of Health & Society (IRSS)*. Université Catholique de Louvain. Brussels, Belgium. Disponible en: https://www.emdat.be/ [Consulta: agosto, 2025].

UNESCO. 2025. "Misión de la UNESCO en Bahía Blanca (Argentina): Un llamado a integrar la ciencia en la prevención de desastres". *Boletín de la UNESCO*. Oficina regional UNESCO. Montevideo, Uruguay.

UNITED NATIONS, OFFICE FOR OUTER SPACE AFFAIRS UN-SPIDER KNOWLEDGE PORTAL. 2025. *Advisory support*. Disponible en: https://www.un-spider.org/advisory-support [Consulta: septiembre, 2025].

VERGARA, A.; GÓMEZ-RODRÍGUEZ, D. T. y E. M. BARBOSA. 2025. "Innovación tecnológica en la interpretación de riesgos naturales: aplicación de productos fotogramétricos digitales". *Revista Geográfica Venezolana*, 66(2): 273-289. Disponible en: http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/regeoven/article/view/21656/21921933516 [Consulta: agosto, 2025].

WATZLAWICK, P.; BEAVIN, J. H. y D. D. JACKSON.1985. *Teoría de la comunicación humana, interacciones, patologías y paradojas*. Editorial Herder. Barcelona, España. Disponible en: https://www.fapromed.es/wp-content/

WILCHES-CHAUX G. 1993. "La vulnerabilidad global". En: A. MASKREY (Compilador). *Los desastres no son naturales*, pp. 11-44. La Red, red de estudios sociales en prevención de desastres en América Latina. Disponible en: http://www.desenredando.org [Consulta: julio 2025].

ZAMBRANO, M.; ROBLES, M.; IZURIETA S.; TORRES, B.; BRAVO, C. y C. MARTÍNEZ. 2019. *Atlas geográfico provincia de Pastaza, cultura y naturaleza. Gobierno Provincial de Pastaza*. The Nature Conservancy, Universidad Estatal Amazónica y Conservación Internacional. Ecuador. Puyo, Ecuador. 29 p. Disponible en: https://www.nature.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Puyo, Ecuador; septiembre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: agosto, 2025/ Aceptado: diciembre, 2025
pp. 277-290 /

Indicadores ópticos y morfológicos para caracterización oscilatoria de especies vegetales mediante teledetección

Indicadores ópticos e morfológicos para caracterização oscilatória de espécies vegetais mediante teledetecção

Optical and morphological indicators for oscillatory characterization of plant species using remote sensing

Rafael Ángel Rebolledo Wueffer
Universidad Militar Nueva Granada
Campus Nueva Granada
Cajicá, Zipaquirá, Colombia
rafael.rebolledo@unimilitar.edu.co

https://orcid.org/0000-0001-6631-2910

Resumen

Esta investigación caracteriza modos de oscilación en especies vegetales ante corrientes turbulentas y evalúa su consistencia según su especie, con la finalidad de proponer indicadores alternativos basados en esta característica. La estrategia diseñada plantea el uso de técnicas de procesamiento ópticos-espectral y morfológico en imágenes capturadas en video con el fin de identificar objetos que representen especies vegetales, definir trayectorias y oscilaciones, para finalmente analizar posibles relaciones entre la oscilación y la especie. Los resultados obtenidos han sido satisfactorios en la identificación de patrones de oscilación consistentes con la especie en algunos de los casos. La complejidad morfológica, y la perspectiva de toma, pueden haber influido en casos no exitosos. Futuras investigaciones desarrollarán estrategias para atender estos factores.

PALABRAS CLAVE: identificación de objetos; oscilaciones; vegetación; dron; vehículo aéreo no tripulado.

Resumo

Esta investigação caracteriza os modos de oscilação em espécies vegetais diante de correntes turbulentas e avalia sua consistência de acordo com a espécie, com o objetivo de propor indicadores alternativos baseados nessa característica. A estratégia projetada propõe o uso de técnicas de processamento óptico-espectral e morfológico em imagens capturadas em vídeo com o objetivo de identificar objetos que representam espécies vegetais, definir trajetórias e oscilações, para finalmente analisar possíveis relações entre a oscilação e a espécie. Os resultados obtidos foram satisfatórios na identificação de padrões de oscilação consistentes com a espécie em alguns dos casos. A complexidade morfológica e a perspectiva da captura podem ter influenciado nos casos malsucedidos. Pesquisas futuras desenvolverão estratégias para atender a esses fatores.

PALAVRAS-CHAVE: identificação de objetos; oscilações; vegetação; drone; veículo aéreo não tripulado.

Abstract

This research aims to characterize plant oscillations caused by turbulent flight in order to evaluate their consistency across different species. The developed strategy applies optical-spectral and morphological processing techniques to images captured from video. This allows for the identification of objects representing plant species, as well as the definition of trajectories and oscillations based on their relative position in each image. Finally, the potential relationship between oscillation and species is analyzed. The results obtained were satisfactory for identifying oscillation patterns in one of the three selected objects. The complexity of the morphological patterns and the shooting perspective (diving angle) may have influenced the unsuccessful cases. Future research will focus on developing more appropriate strategies to address these factors.

KEYWORD: feature extraction; oscillations; drone; unmanned aerial vehicle; vegetation.

1. Introducción

La observación metódica no solo se enfoca en ampliar las fronteras del conocimiento al producir ciencia, por lo general surge como respuesta a problemas de la sociedad. De este modo, la aplicación de la ciencia constituye un cuerpo de conocimientos en el que la investigación y el descubrimiento tienen una orientación directa a la práctica, instrumental o metodológica, proporcionando el desarrollo de nuevas tecnologías (López-Nicolas, 2021).

En el caso de la teledetección como ciencia, mucho se ha avanzado en el desarrollo de técnicas de detección automática de características dentro de las imágenes. Propuestas como la simple detección dinámica de cambios en estudios multitemporales (Rebolledo y Albarrán, 2013), hasta técnicas más sofisticadas como redes neuronales convolucionales (Kaamyakpant, 2020). Sin embargo, estas técnicas se fundamentan en analizar las imágenes como un todo sin orientarse a objetos. La segmentación de imágenes por su lado se orienta al objeto, a lo específico, pues subdivide una imagen en sus partes constituyentes u objetos, con el fin de separar las partes de interés del resto de la imagen (La Serna-Palomino y Román-Concha, 2009). Ambas perspectivas se han desarrollado y evolucionado de manera independiente como opciones de *computer vision*, sus algoritmos están entre los más antiguos testimonios de inteligencia artificial tipo *machine learning* (clasificación supervisada). Ahora bien, estudiar la oscilación en objetos previamente identificados por segmentación, implica ir más allá de lo que estas técnicas ofrecen, desarrollando algoritmos para el seguimiento dinámico de los objetos en imágenes secuenciales derivadas de un video. Este es el reto que se aborda en este estudio.

¿Por qué estudiar la oscilación? Porque es una manera positiva de abordar un problema que surge en las aplicaciones de tecnologías de teledetección en imágenes digitales base dron. Y es que, por lo general, en vuelos a baja altura, la turbulencia en la corriente de sustentación puede afectar la nitidez de los objetos observados (Zhou *et al.,* 2021), produciendo distorsiones o bien en la respuesta espectral capturada, o bien afectando la calidad de los productos fotogramétricos obtenidos. Ahora bien, conociendo la potencial influencia de este efecto, ¿Sería posible caracterizar y analizar las oscilaciones producidas por efecto de la corriente de sustentación? ¿Se podría evaluar además sí dichos modos de oscilación son consistentes con la naturaleza fito-estructural de cada planta, según su especie?

Ciertamente, en términos generales, el uso de drones a baja altura para fotogrametría es limitado, de allí que la oscilación no sea un problema común en este tipo de uso, pero no es el caso del uso de este tipo plataformas en gestión y monitoreo agrícola. En todo caso, dada la extrema sensibilidad de los datos de alta resolución, muchos especialistas ven necesarios los estudios complementarios (integrar distintos sensores orientados a un mismo tema). (Plesoianu *et al*., 2020).

En este estudio se hicieron videos terrestres de prados silvestres de talle bajo sometidos al vaivén del viento vespertino, donde se pudo observar claramente ese movimiento en algunos objetos representativos de algunas plantas (flores, espigas, vainas, etc.), con la finalidad de caracterizar su trayectoria durante todo el video; verificando posteriormente si la trayectoria descrita fue oscilatoria y evaluando finalmente si dicha oscilación planteaba un patrón consistente según el tipo de planta observada.

Con este trabajo se intenta explorar la extrema sensibilidad de datos de alta resolución obtenidos desde una plataforma dron, y aprovechar en este caso la oscilación de plantas, como indicador alternativo, partiendo de una primera aproximación con videos tomados en tierra.

La caracterización de oscilaciones en plantas no es algo nuevo. Desde hace casi tres siglos es conocida la relación entre el movimiento de las hojas de una planta y los efectos que los cambios ambientales tienen en él (Bours *et al*., 2012); sin embargo, estos trabajos siempre se han concentrado en la exploración individualizada en condiciones de laboratorio, orientada

principalmente a evaluar los movimientos de las hojas en plantas fuera de su contexto natural (Wagner *et al.*, 2017). No obstante, tales estudios han dejado de lado las contribuciones que este comportamiento puede ofrecer a la teledetección base dron. Esta investigación usó videos tomados en tierra, enfocados en especies vegetales herbáceas, para el estudio de los patrones de oscilación observados.

2. Materiales y métodos

2.1 Datos (videos de prueba)

Los datos para esta investigación consisten en dos videos domésticos capturados por celular en sectores de las áreas verdes del campus de la Universidad Militar Nueva Granada, Cajicá. El video 1 (VID_20231124_134306), tiene una duración de 7 segundos y fue tomado en ángulo picado desde una altura aproximada de 1,60 m, enfocando el pasto ubicado a 2 metros de distancia aproximadamente. Produjo fotogramas de 1.920 x 1.080 pixeles, capturados a una velocidad de 29,6 fotogramas por segundo. La fecha de captura fue el 24 de noviembre de 2023 a la 13:42 horas. El video 2 (VID_20231124_143444), dura 9 segundos y también fue tomado en ángulo picado a una altura de 1,60 m, pero a 5 metros de distancia del campo de objetivos. Este video está compuesto por 266 fotogramas capturados a una velocidad de 29,6 fotogramas por segundo, fue tomado en la misma fecha, pero 30 minutos después del primer video. Ambos videos fueron tomados en condiciones domésticas de captura con la cámara de un celular Tecno Prova 4 de 50Mpx y con una calidad de grabación nominal de 1.440 x 30 fps, en formato MP4.

Las escenas en ambos videos muestran con claridad el movimiento oscilatorio que se produce en el pasto silvestre producto de la brisa vespertina. Este movimiento se aprecia con especial claridad en las flores blancas y amarillas de Diente de León (*Taraxacum officinale*), en las espigas de Toboso (*Hilaria mutica*) y Pasto Lanudo (*Hocus lanatus*), elementos que constituirán los objetos de observación. La siguiente figura muestra ilustraciones de estas especies que constituyen los objetos de observación de este estudio (FIGURA 1). La figura 2 (a y b) presenta la perspectiva de observación y localización de muestras.



Diente de leon semillas *Taraxacum_officinale* | Diente de leon flor *Taraxacum_officinale* | Espigas de Toboso *Hilaria mutica* | Pasto lanudo Hocus lanatus

FIGURA 1. Especies que constituyen los objetos de observación de este estudio. Fuente: elaboración propia



FIGURA 2a. Objetos observados video 1. Fuente: elaboración propia

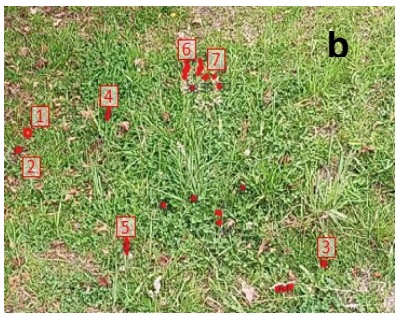


FIGURA 2b. Objetos observados video 2. Fuente: elaboración propia

2.2 Estrategia metodológica

De manera preliminar fue necesario evidenciar la presencia de los tres objetos de observación y sus muestras en todo el video para ambos casos (video 1 y video 2). A partir de allí, el planteamiento hipotético del estudio implicó, en primer lugar, identificar de manera sistemática estos objetos de observación usando para ello técnicas de segmentación basadas en características ópticas y morfométricas de dichos objetos. Posteriormente, se definieron las trayectorias que representan los modos de oscilación de cada objeto en los dos videos; finalmente, tras el análisis respectivo, se evaluó sí estas trayectorias representan patrones de oscilación coherentes con las especies observadas.

La metodología desarrollada comprendió tres fases con once procesos. La primera fase es el preprocesamiento que implica desde la segmentación temporal de los dos videos hasta la obtención de los fotogramas secuenciales que hacen parte del estudio. La segunda fase es la segmentación de los objetos de observación, en la cual se identificaron manualmente los objetos desde el primer fotograma y luego, basado en un proceso de *machine learning* se recuperaron automáticamente los objetos de observación desde los fotogramas restantes. La última fase es la caracterización de trayectorias y evaluación de oscilaciones. Esta fase se inició con la vectorización (poligonización) de los objetos de observación en cada fotograma; seguidamente, se definieron los centroides de los polígonos que representan cada objeto; luego, a partir de los centroides, se definieron las trayectorias cuyo desplazamiento relativo fue evaluado en términos de reconocerles o no, como oscilaciones. El último proceso de esta fase consistió en caracterizar las oscilaciones definiendo parámetros como velocidades, desplazamientos y direcciones; en busca de patrones de comportamiento común en las muestras de la misma especie.

3. Resultados y discusión

3.1 Resultados fase 1: segmentación de videos en fotogramas

Para la segmentación del video en fotogramas se implementó una aplicación en línea llamada *Online Convert* que produjo 75 imágenes secuenciales del video 1 y 95 imágenes secuenciales del video 2, cada una con un tamaño de 1,080 x 1,920 pixeles. Para efectos de esta segmentación se tuvo en cuenta la velocidad de captura de la cámara (29 fps). A efectos de facilitar el análisis, se escogió uno de cada siete fotogramas, quedando 11 imágenes del primer video y 14 imágenes para el segundo.

3.2 Resultados fase 2: segmentación e identificación de objetos de observación

Desde el fotograma inicial de cada video se identificaron objetos de observación y sus muestras. A partir de una capa vectorial auxiliar se circunscribieron dichos objetos, para recuperar patrones óptico-cromáticos RGB de los objetos observados, aplicando el comando de estadísticas zonales en los pixeles de cada circunscripción (FIGURA 3).

A partir de las estadísticas zonales se ensayaron expresiones condicionales con el fin de automatizar la identificación de objetos de observación en los fotogramas. Se evaluaron estas expresiones, analizando cuál de ellas resalta mejor las muestras. Como resultado se obtuvieron 25 rásters binarios (0/1), el valor 1 corresponde a los pixeles que cumplen las expresiones del patrón cromático para cada objeto y valor "0" para los pixeles que no cumplen las condiciones. Algunos objetos 1 se identificaron con menor confusión que los objetos 2 y 3. Esto se debe a que, por un lado, el objeto 1 son flores compactas de color amarillo o blanco, mientras que los objetos 2 y 3 son marrones, más parecidos al entorno. En consecuencia, para complementar estos resultados, se implementó además una estrategia de filtraje morfológico para identificar los objetos 2 y 3 a partir de su forma (TABLAS 1 y 2).



Estadística muestral banda roja		Estadística muestral banda verde		Estadística muestral banda azul	
Count:195 y 95 Mean: 253.1 y 250.8 Median:255 y 244 Stdev: 4.12 y 5.49 Min: 219 y 233	Max: 255 y 255 Minority:219 y 233 Mayority:255 y 255 Variety:17 y 18 Variance: 17.0 y 30.2	Count:195 y 95 Mean: 250.5 y 249.3 Median:252 y 251 Stdev: 5.83 y 6.36 Min: 223 y 224	Max: 255 y 255 Minority:223 y 224 Mayority:255 y 255 Variety:24 y 21 Variance: 34.1 y 40.5	Count:195 y 95 Mean: 82.9 y 91.03 Median:76 y 91 Stdev: 26.68 y 20.6 Min: 39 y 48	Max: 158 y 143 Minority:39 y 48 Mayority:58 y 82 Variety:83 y 57 Variance: 711.9 y 424.5

FIGURA 3. Estadísticos descriptores por canal RGB. Fuente: elaboración propia

TABLA 1. Valores, rangos y estadísticos de polígonos asociados al objeto 2, Toboso

POLIGONO	AREA (px^2)	PERIMETRO (px)	COMPACIDAD	A/P
4656	139	112	2,66	1,24
12389	396	310	4,36	1,28
MAX / MIN:	396 / 139	310 / 112	4,36 / 2,66	1,28 / 1,24
PROMEDIO:	267,50	211,00	3,51	1,26
DESV EST:	181,73	140,01	1,20	0,03

TABLA 2. Valores, rangos y estadísticos de polígonos en objeto 3, Pasto lanudo

POLIGONO	AREA (px^2)	PERIMETRO (px)	COMPACIDAD	A/P
2570	170	120	2,58	1,42
2260	195	188	3,77	1,37
2075	207	150	2,92	1,38
2891	329	294	4,54	1,12
2623	463	364	4,74	1,27
MAX / MIN:	463 / 170	364 / 120	4,74 / 2,58	1,42 / 1,12
PROMEDIO:	272,80	223,20	3,71	1,31
DESV EST:	122,76	102,57	0,96	0,12

Con base a esta información se hicieron varias pruebas con expresiones condicionales, basadas ahora en morfología, en procura de un patrón morfológico para los objetos 2 y 3; de ellos, los mejores resultados se obtuvieron con la prueba que toma los extremos máximos y mínimos más o menos 5%. Sin embargo, aun cuando estos resultados identifican muy bien las muestras, no

son efectivos en la diferenciación de otros polígonos que aparecen formando parte de ambos criterios, lo que indica un 71% de falsos positivos en ambos casos (áreas encerradas en verde en la FIGURA 4), los cuales aparecieron formando parte de la identificación automática tanto del objeto 2 como del objeto 3.

Este comportamiento demostró que, a pesar de la identificación efectiva de las muestras de cada objeto por separado, persiste una elevada probabilidad de confusión entre ambos objetos, en consecuencia, en la práctica, para este caso de estudio, no es factible diferenciar los objetos 2 y 3 basado en indicadores cromáticos ni morfológicos. Debido a esta limitación, a efectos de continuar el estudio, ambos objetos (objeto 2 y objeto 3) se manejaron en los sucesivo como uno solo.

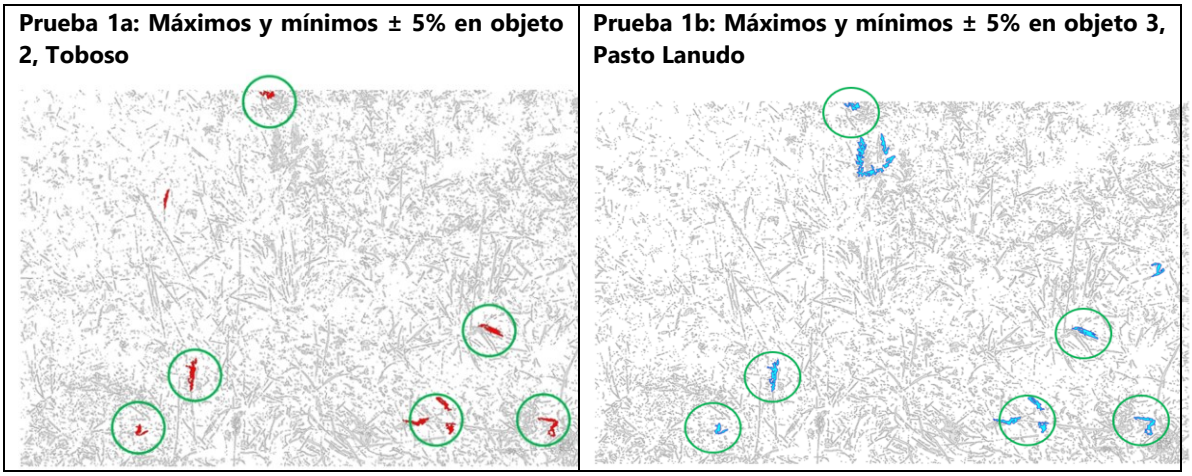


FIGURA 4. Polígonos que satisfacen la prueba 1 en objeto 2. Fuente: elaboración propia

3.3 Resultados fase 3: trayectorias y oscilaciones

3.3.1 Secuencias de posición

Las imágenes presentadas a continuación (FIGURAS 5, 6, 7 y 8), ilustran las secuencias de posición de cada muestra de los objetos representados en una escala color-temporal que va del rojo (tiempo inicial) pasando por el amarillo, verde y azul hasta llegar al violeta (tiempo final). Los resultados en términos de orientación demuestran un comportamiento similar en las cuatro muestras del objeto 1; inicia con un desplazamiento hacia el 4to cuadrante del plano (de rojos a amarillos); posteriormente, se experimenta un desplazamiento regresivo hacia el 1er cuadrante (amarillos azules) y de allí un desplazamiento más prolongado y ondulante hacia el 3er cuadrante (azules a morados), describiendo un doble bucle.

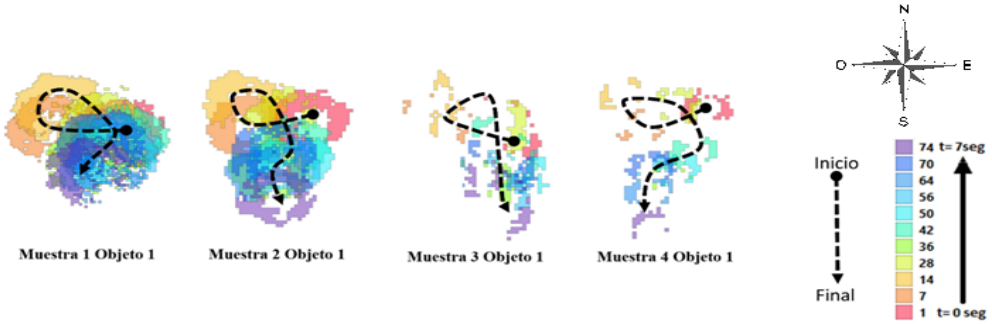


FIGURA 5. Secuencias de posición de muestras 1, 2, 3 y 4 de objeto 1 en video 1. Fuente: elaboración propia

En el caso del objeto 1 del video 2, la interpretación colorimétrica indica que las posiciones sucesivas describen un patrón único para todas las muestras. Se observa un desplazamiento desde el centro-origen hacia el cuarto cuadrante del plano. Posteriormente, se describe un breve desplazamiento lateral hacia el oeste. A partir de tal posición, hay un desplazamiento más pausado y prolongado al sureste, hacia el segundo cuadrante; regresando finalmente al inicio (centro-origen).

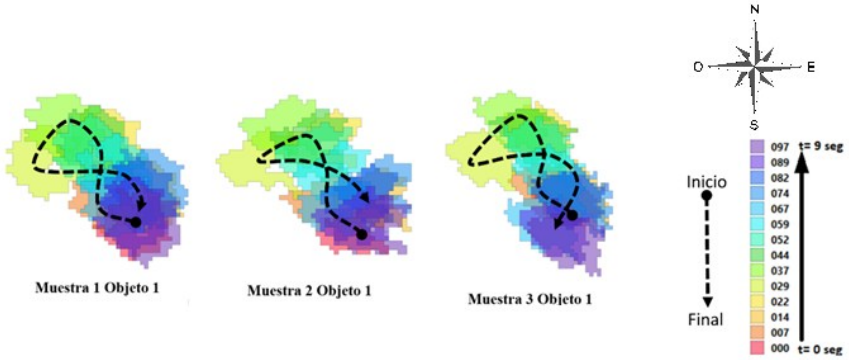


FIGURA 6. Secuencias de posición de muestras 1, 2 y 3 del objeto 1 en video 2. Fuente: elaboración propia

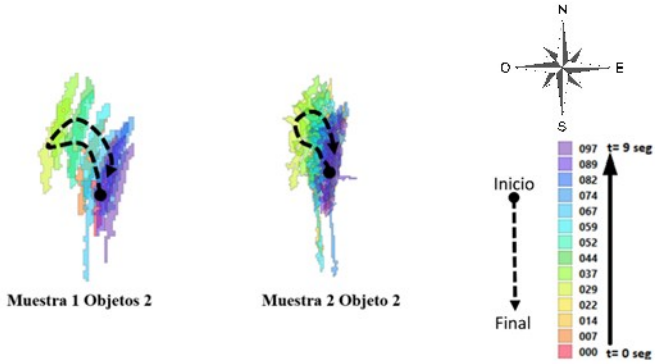


FIGURA 7. Secuencia de posiciones de muestras 1 y 2 de los objetos 2 del video 2. Fuente: elaboración propia

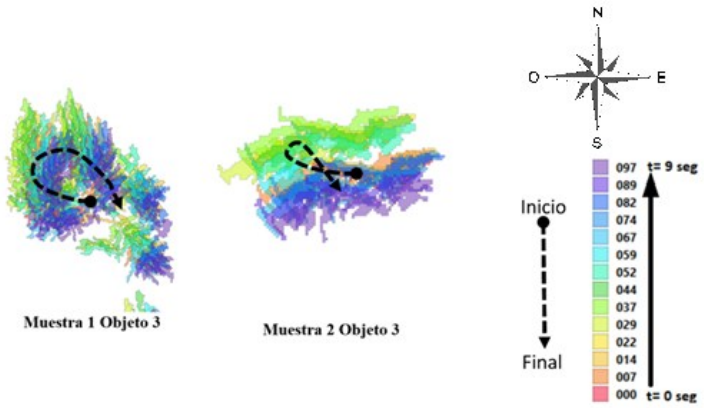


FIGURA 8. Secuencia de posiciones de muestras 1 y 2 del objeto 3 del video 2. Fuente: elaboración propia

Las muestras 1 y 2 de los objetos 2 y 3 del video 2 describen un desplazamiento lineal en dirección noroeste hacia el cuarto cuadrante regresando casi por la misma dirección en sentido opuesto hacia el centro del plano de observación. Los desplazamientos de las muestras 1 y 2 solo difieren en el ángulo de la dirección. En el caso de la tercera muestra de los objetos 2 y 3 del video 2, la interpretación colorimétrica no ofrece precisas, probablemente debido a la complejidad morfológica de la muestra observada en este caso (espigas ramificadas). Sin embargo, la tendencia de un desplazamiento regresivo desde el centro hacia el cuarto cuadrante de ida y vuelta es evidente.

3.3.2 Trayectorias

De las secuencias de posiciones se definen los centroides y de allí las trayectorias, esto con la finalidad de analizar con mayor precisión el desplazamiento que describe cada objeto en los videos. A continuación, se muestra el resultado gráfico de este proceso para las cuatro muestras del objeto 1, desde el video 1, utilizando la misma escala color-temporal empleada anteriormente para denotar secuencia de posición (FIGURA 9).

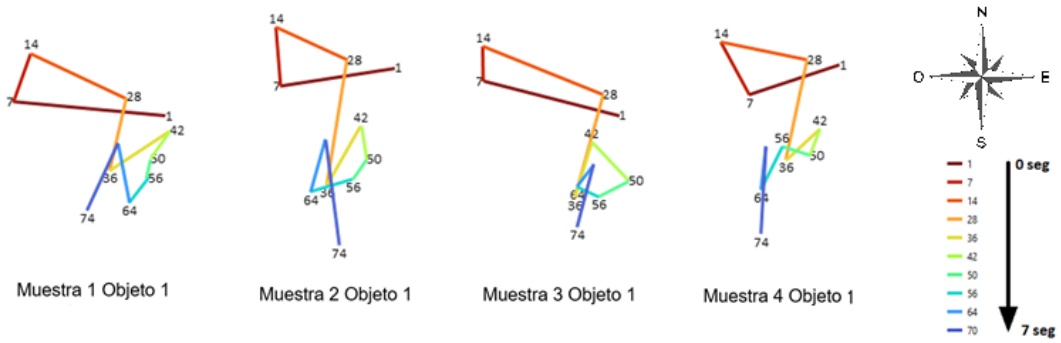


FIGURA 9. Trayectorias de las muestras 1, 2, 3 y 4 del objeto 1 del video 1. Fuente: elaboración propia

De igual forma, se puede hacer una representación gráfica de las trayectorias a partir de los centroides en los objetos identificados en el video 2. A continuación, se muestra trayectorias de los objetos 1, 2 y 3 del video 2 (FIGURAS 10, 11 y 12).

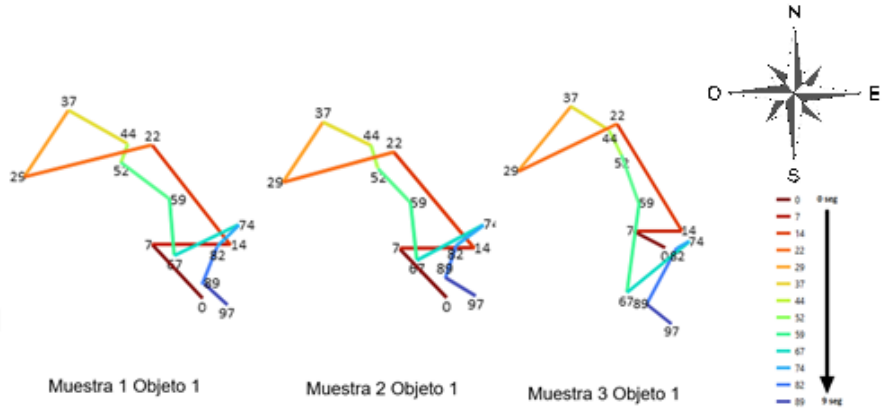


FIGURA 10. Trayectorias de las muestras 1, 2 y 3 del objeto 1 del video 2. Fuente: elaboración propia

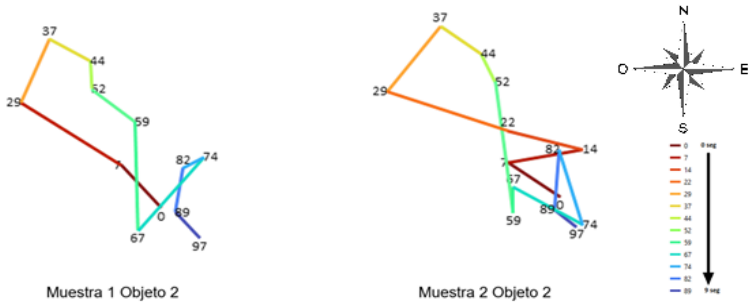


FIGURA 11. Trayectorias de las muestras 1 y 2 del objeto 2 del video 2. Fuente: elaboración propia

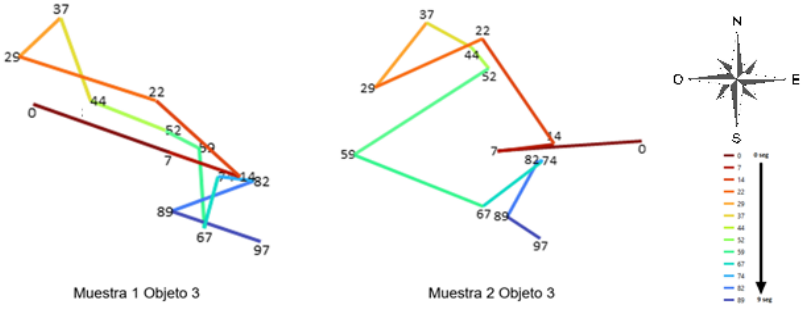


FIGURA 12. Trayectorias de las muestras 1 y 2 del objeto 3 del video 2. Fuente: elaboración propia

En las imágenes previas las trayectorias se definen de manera simplificada como una secuencia de tramos rectos entre las posiciones de los centroides de cada objeto en cada fotograma. De este modo, se estima la magnitud y orientación del desplazamiento parcial (en unidades gráficas) para cada tramo de trayectoria.

3.3.3 Oscilaciones

Se parte del concepto oscilatorio de un sistema armónico simple. En tal sentido, se define la oscilación como el balanceo o fluctuación en la posición de un objeto que supone un movimiento periódico o repetitivo en torno a una posición de equilibrio que se ubica entre los extremos del rango de oscilación (Zamora, 2023). Con base a esta definición, la fluctuación puede entenderse como el cambio de sentido periódico del objeto analizado. En este sentido, si las trayectorias demuestran cambios de dirección que suponen un cambio de sentido y la frecuencia en dicha dirección se mantiene, se tiene una oscilación.

Teniendo en cuenta que solo el objeto 1 mostró coherencia en las trayectorias descritas para todas las muestras de los dos videos, solo se tendrá en cuenta este objeto a efectos de la verificación de un comportamiento oscilatorio en su trayectoria. La TABLA 3 resume el resultado de este análisis para el objeto 1 en el video 1. Según los resultados observados en dicha tabla, para las cuatro muestras del objeto 1, se experimentan al menos dos patrones oscilatorios ortogonales. La dirección y secuencia de estos patrones es la misma para todos los casos, las velocidades experimentadas en estos ciclos difieren en magnitud, aunque son consistentes en términos relativos, pues para el primer ciclo el desplazamiento de ida es más rápido que el de regreso. La diferencia entre velocidades puede deberse a factores como cambios de dirección de viento o al efecto de la perspectiva de toma en picado. La TABLA 4 presenta las oscilaciones identificadas y parametrizadas del objeto 1 en el video 2.

TABLA 3. Parametrización de oscilaciones del Objeto 1 en video 1

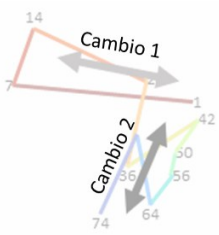
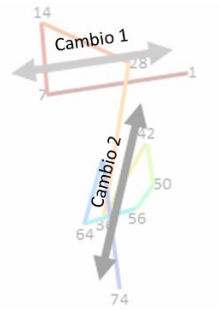
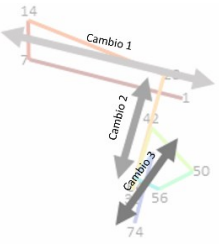
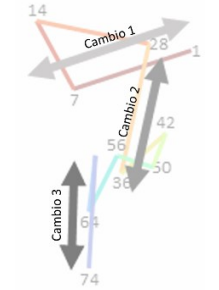
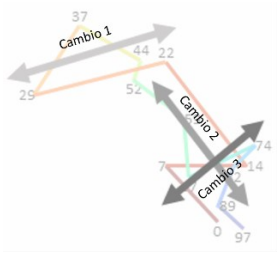
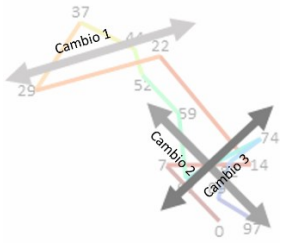
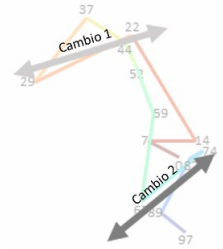
Trayectoria muestra 1	Cambio	Tramo (s)	Sentido	Longitud	Tiempo	Velocidad	Ciclos
	Cambio 1	1-7	E→W	24,623u	0,568s	43,38u/s	1
		7-14-28	W→E	25,513u	1,986s	12,85u/s	
	Cambio 2	28-36	N→S	12,229u	0,757s	16,16u/s	1
		36-42	S→N	11,776u	0,568s	20,74u/s	
		42-50-56-64	N→S	13,733u	2,081s	6,60u/s	2
		64-70	S→N	9,718u	0,568s	17,12u/s	
		70-74	N→S	11,844u	0,378s	31,302u/s	3
Trayectoria muestra 2	**Cambio**	**Tramo (s)**	**Sentido**	**Longitud**	**Tiempo**	**Velocidad**	**Ciclos**
	Cambio 1	1-7	E→W	16,389u	0,568s	28,88u/s	1
		7-14-28	W→E	19,294u	1,986s	9,72u/s	
	Cambio 2	28-36	N→S	18,038u	0,757s	23,86u/s	1
		36-42	S→N	9,671u	0,568s	17,04u/s	
		42-50-56-64	N→S	14,397u	2,081s	6,62u/s	2
		64-70	S→N	7,698u	0,568s	13,56u/s	
		70-74	N→S	14,832u	0,378s	39,20u/s	3
Trayectoria muestra 3	**Cambio**	**Tramo (s)**	**Sentido**	**Longitud**	**Tiempo**	**Velocidad**	**Ciclos**
	Cambio 1	1-7	E→W	22,026u	0,568s	38.81u/s	1
		7-14-28	W→E	25,912u	1,986s	13.05u/s	
	Cambio 2	28-36	N→S	16,999u	0,757s	22.46u/s	1
		36-42	S→N	8.8121u	0,568s	15,51u/s	
	Cambio 3	64-70	S→N	4,462u	0,568s	7,86u/s	1
		70-74	N→S	9,728u	0,378s	25,71u/s	
Trayectoria muestra 4	**Cambio**	**Tramo (s)**	**Sentido**	**Longitud**	**Tiempo**	**Velocidad**	**Ciclos**
	Cambio 1	1-7	E→W	17,380u	0,568s	30,62u/s	1
		7-14-28	W→E	27,987u	1,986s	14.09u/s	
	Cambio 2	28-36	N→S	19,655u	0,757s	25,97u/s	1
		36-42	S→N	8,431u	0,568s	14,85u/s	
		42-50	N→S	5,058u	2,081s	6,68u/s	2
	Cambio 3	56-64	N→S	8.729u	0,757s	11,53u/s	1
		64-70	S→N	7,940u	0,568s	13,99u/s	
		70-74	N→S	16,150u	0,378s	42,68u/s	2

TABLA 4. Parametrización de oscilaciones del objeto 1 en video 2

Trayectoria muestra 1	Cambio	Tramo (s)	Sentido	Longitud	Tiempo	Velocidad	Ciclos
	Cambio 1	0-7	SE→NW	9,195u	0,757s	12,146u/s	1
		7-14	NW→SE	9,574u	0,662s	14,462u/s	
		14-22	SE→NW	15,784u	0,757s	20,851u/s	2
	Cambio 2	22-29	E→W	16,225u	0,662s	24,501u/s	1
		29-37-64	W→E	18,546u	1,419s	13,070u/s	
	Cambio 3	67-74	W→E	8,812u	0,568s	15,514u/s	1
		74-82-89	E→W	8,779u	1,419s	6,187u/s	
Trayectoria muestra 2	**Cambio**	**Tramo (s)**	**Sentido**	**Longitud**	**Tiempo**	**Velocidad**	**Ciclos**
	Cambio 1	0-7	SE→NW	8,428u	0,757s	11,133u/s	1
		7-14	NW→SE	9,753u	0,662s	14,732u/s	
		14-22	SE→NW	16,504u	0,757s	21,802u/s	2
	Cambio 2	22-29	E→W	14.998u	0,662s	22,655u/s	1
		29-37-64	W→E	16,342u	1,419s	11,517u/s	
	Cambio 3	67-74	W→E	8,812u	0,568s	15,514 u/s	1
		74-82-89	E→W	8,917u	1,419s	6,284 u/s	
Trayectoria muestra 3	**Cambio**	**Tramo (s)**	**Sentido**	**Longitud**	**Tiempo**	**Velocidad**	**Ciclos**
	Cambio 1	22-29	E→W	15,790u	0,662s	23,852u/s	1
		29-37	W→E	12,379u	0,757s	16,353u/s	
	Cambio 2	67-74	W→E	11,229u	0,568s	19,769u/s	2
		74-82-89	E→W	10,628u	1,419s	7,490u/s	

En el caso de las tres muestras que, respecto al objeto 1, se observaron en el video 2, se puede decir lo siguiente: en dos de los tres casos hay claramente dos modos de oscilación que, aunque no tienen la misma dirección que las muestras del video 1, comparten con ella la ortogonalidad, entre patrones de oscilación. Las velocidades son más parecidas entre la muestra 1 y la muestra 2. El último patrón de oscilación (cambio 3) es prácticamente el mismo para las tres muestras. Estas diferencias respecto a la observación de las oscilaciones del mismo objeto en el video 1 pueden deberse a efecto de la perspectiva en picado, dado que las muestras de este objeto no están en el mismo plano en ambos videos.

4. Conclusiones y recomendaciones

El objeto de estudio de esta investigación tenía por finalidad evaluar la posibilidad de que la oscilación en especies vegetales sea característica y diferenciadora. Dicha tarea tuvo en principio un reto tecnológico que consistió en estructurar un proceso sistemático y semiautomatizado que permitiera identificar los objetos en cada sección

del video y luego a partir de esta identificación, definir las trayectorias. Los resultados en este sentido fueron satisfactorios, el proceso desarrollado resultó efectivo para efectos de la identificación autónoma de los objetos y sus trayectorias.

En cuanto a la caracterización de las trayectorias como patrones únicos de oscilación para cada especie, los resultados cumplieron parcialmente con lo esperado. En el caso de las trayectorias de los objetos de geometría simple se presentó un patrón oscilatorio consistente. En siete muestras distintas tomadas en dos videos con tomas en distintas perspectivas, los ciclos oscilatorios guardaban similitud, lo que supone una robusta base de experimentación. Sin embargo, en el caso de las muestras de geometría compleja (espigas y espigas ramificadas), no se estableció una relación consistente.

En consecuencia, se reafirma la hipótesis de que la oscilación es característica para cada especie, siempre que sea digitalmente diferenciable. Si se tiene en cuenta que, en este estudio no se midió ni se tuvo control en la incidencia del viento en dichas oscilaciones, se esperarían mejores resultados bajo condiciones de viento medidas y controladas; y desde un ángulo de observación cenital para disminuir la influencia por efectos de la perspectiva en picado.

En este sentido, se recomienda continuar este tipo de estudios con imágenes cenitales adquiridas desde drones, para evitar efectos de perspectiva, y con mediciones de la velocidad y trayectoria del viento.

5. Agradecimientos

Este artículo ha sido elaborado en el marco de los lineamientos de productividad académica derivada de la investigación, como investigación preliminar del proyecto titulado: "Integración de datos convencionales y no convencionales de imágenes termográficas y ópticas obtenidas por UAV ś para la caracterización de la morfología y conectividad Ecosistémica" (INV ING 3979), auspiciado por la Universidad Militar Nueva Granada, de Colombia.

6. Referencias citadas

BOURS, R.; MANICKAM, M.; HARRO B. & A. VAN DER KROL. 2012. "OSCILLATOR: A system for analysis of diurnal leaf growth using infrared photography combined with wavelet transformation". *Plant Methods*, 8(29): 1-12. Disponible en: https://doi.org/10.1186/1746-4811-8-29

KAAMYAKPANT. 2020. *Building a Crowd Counting model using Deep Learning*. Medium Nov 15.

LA SERNA-PALOMINO, N. y U. ROMÁN-CONCHA. 2009. "Técnicas de segmentación en procesamiento digital de imágenes". *Revista de Investigación de Sistemas e Informática*, 6(2): 9-16.

LÓPEZ NICOLAS, J. 2021. *La ciencia básica, la ciencia aplicada, y la transferencia de conocimientos*. Código F. España.

PLESOIANU, A.; MIHAI-SORIN, S.; IONUT, S.; PĂTRU-STUPARIU, I. & L. DRĂGUT. 2020. "Individual Tree-Crown Detection and Species Classification in very high-resolution remote sensing imagery using a deep learning ensemble model". *Remote Sensing Journal MDPI*, 12(15). Disponible en: https://doi.org/10.3390/rs12152426

REBOLLEDO, R. y A. ALBARRÁN. 2013. "Cambios de la cobertura boscosa en Venezuela y su relación con cambios en el clima". *Acta Biológica Venezuelica*, 33(1-2): 125-144.

WAGNER, L.; SCHMAL, C.; STAIGER, D. & D. SELAHATTIN. 2017. "The plant leaf movement analyzer (PALMA): A simple tool for the analysis of periodic cotyledon and leaf movement in Arabidopsis thaliana". *Plant Methods*, 13(2): 1-11. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s13007-016-0153-3

ZAMORA RAMÍREZ, A. 2023. *Definición de Oscilación*. En: Blog Significado.com

ZHOU, H.; LIYONG, F.; RAM P. S.; YUANCAI, L. & G. JINPING. 2021. "A hybrid approach of combining random forest with texture analysis and VDVI for desert vegetation mapping based on UAV RGB Data". *Remote Sensing Journal MDPI*, 13(10): 1891. Disponible en: : https://doi.org/10.3390/rs13101891

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Cajicá, Cundinamarca, Colombia; diciembre, 2024

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: septiembre, 2025/ Aceptado: enero, 2026
pp. 291-305 /

Influencia de los aspectos geográficos en el desarrollo del turismo, provincia de Manabí, Ecuador

Influência dos aspectos geográficos no desenvolvimento do turismo, província de Manabí, Equador

Influence of geographical aspects on tourism development, Manabí Province, Ecuador

Diana Patricia Gallardo Dueñas[1], Douglas Hernán Chilán Quimís[1], Héctor Simón Pinargote Vélez[1], Dolores Katherine Alcívar Zambrano[2] y Mauricio Arturo Becerra Ávila[3]

[1] Universidad Estatal del Sur de Manabí, Jipijapa, Ecuador
[2] Universidad San Gregorio, Portoviejo, Ecuador
[3] Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador
diana.gallardo@unesum.edu.ec; douglas.chilan@unesum.edu.ec; hector.pinargote@unesum.edu.ec; kalcivarz@yahoo.com; mauricio.becerra@uleam.edu.ec

Gallardo: https://orcid.org/0000-0001-7016-0702
Chilán: https://orcid.org/0000-0002-2202-8886
Pinargote: https://orcid.org/0000-0001-5914-5720
Alcívar: https://orcid.org/0000-0001-5165-8126
Becerra: https://orcid.org/0000-0002-3826-2626

Resumen

La provincia de Manabí, ubicada en la costa central del Ecuador, es uno de los principales polos turísticos del país gracias a su diversidad geográfica, cultural y ambiental. Este estudio analizó los aspectos geográficos que influyen en el desarrollo del turismo en los 22 cantones de Manabí, tomando en cuenta factores como el relieve, accesibilidad vial, vegetación, áreas protegidas y la diversidad cultural. La metodología se basó en análisis descriptivo y comparativo con apoyo de fuentes estadísticas oficiales y cartografía temática. Los resultados evidencian una marcada diferenciación entre los cantones costeros, con fuerte orientación hacia el turismo de sol y playa, y cantones interiores en los que hay predominio de modalidades culturales y comunitarias. Se concluye que la planificación turística cantonal debe integrar los factores geográficos de forma diferenciada, a fin de fortalecer la competitividad y garantizar un desarrollo sostenible e inclusivo en la provincia.
PALABRAS CLAVE: turismo; geografía; cantones; sostenibilidad.

Resumo

A província de Manabí, localizada na costa central do Equador, é um dos principais destinos turísticos do país graças à sua diversidade geográfica, cultural e ambiental. Este estudo analisou os aspetos geográficos que influenciam o desenvolvimento do turismo nos 22 cantões de Manabí, levando em consideração fatores como relevo, acessibilidade rodoviária, vegetação, áreas protegidas e diversidade cultural. A metodologia foi baseada em análise descritiva e comparativa com o apoio de fontes estatísticas oficiais e cartografia temática. Os resultados mostram uma diferenciação acentuada entre os cantões costeiros, com uma forte orientação para o turismo de sol e praia, e os cantões interiores, nos quais há uma predominância de modalidades culturais e comunitárias. Conclui-se que o planeamento turístico cantonal deve integrar os fatores geográficos de forma diferenciada, de forma a reforçar a competitividade e garantir o desenvolvimento sustentável e inclusivo na província.
PALAVRAS-CHAVE: turismo; geografia; cantões; sostenibilidade.

Abstract

The province of Manabí, located on the central coast of Ecuador, is one of the main tourist destinations in the country thanks to its geographical, cultural and environmental diversity. This study analyzed the geographical aspects that influence the development of tourism in the 22 cantons of Manabí, taking into account factors such as relief, road accessibility, vegetation, protected areas and cultural diversity. The methodology was based on descriptive and comparative analysis with the support of official statistical sources and thematic cartography. The results show a marked differentiation between the coastal cantons, with a strong orientation towards sun and beach tourism, and inland cantons in which there is a predominance of cultural and community modalities. It is concluded that cantonal tourism planning must integrate geographical factors in a differentiated way, in order to strengthen competitiveness and guarantee sustainable and inclusive development in the province.
KEYWORDS: tourism; geography; cantons; sustainability.

1. Introducción

Manabí constituye una de las provincias ecuatorianas con mayor potencial turístico del país (Sánchez *et al.,* 2020); su localización costera, aunado a la diversidad de ecosistemas marinos, bosques tropicales, áreas protegidas y una rica tradición e identidad campesina conocida como cultura montubia, basada en la vida rural, el trabajo agrícola y las tradiciones ancestrales, la convierten en un espacio de privilegiado para el aprovechamiento turístico; agregan los citados autores que hay una estrecha relación entre los recursos naturales y culturales de la provincia con su desarrollo turístico.

El Ministerio de Turismo (2024) ha señalado que esta unidad espacial recibe cada año cientos de miles de turistas nacionales y extranjeros, motivados por destinos como Manta, Puerto López, Crucita, Pedernales y Jama. No obstante, hay contrastes significativos en la distribución geográfica de la actividad turística, de manera que, los cantones costeros agrupan la mayoría de la oferta, mientras que en el interior se llevan a afecto modalidades más comunitarias y culturales.

Manabí se distingue por su extensión territorial y su población; igualmente por su función estratégica respecto al desarrollo de la economía nacional. Su litoral, de más de 350 km de costa, hace de esta entidad un eje fundamental del turismo ecuatoriano, por cuanto reúne buena parte de la oferta de sol y playa (Ministerio de Turismo, 2024). Su dinámica turística no se reduce al litoral, en su interior se ubican sectores rurales con potencial para el turismo agroecológico y comunitario, lo cual suma para ampliar la matriz de productos turísticos y favorecer las economías locales (Castro *et al.,* 2022).

Por otro lado, su configuración geográfica, desde el punto de vista ecológico, está marcada por la presencia de ecosistemas marino-costeros, bosques tropicales y áreas de importancia mundial, como el Parque Nacional Machalilla y el Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche.

Estos ambientes hospedan una rica biodiversidad, y por tanto, constituyen recursos esenciales para el turismo científico y de naturaleza, lo que, en atención a lo que apuntan Del Valle *et al.* (2020) y la UNESCO (2025), posiciona a Manabí como una provincia estratégica en la relación entre turismo sostenible y conservación.

La gestión de estos recursos exige, empero, estrategias integrales de ordenamiento del territorio que conlleven a mitigar la sobreexplotación y aseguren su permanencia en el tiempo (Gössling *et al.,* 2019).

De igual forma, la identidad cultural manabita juega un rol prioritario en la consolidación de productos turísticos diferenciados. En ese contexto, la tradición montubia, festividades religiosas, gastronomía y la artesanía, particularmente la elaboración del sombrero de paja toquilla en Montecristi, declarado Patrimonio Cultural Inmaterial de la Humanidad, se conjugan a modo de elementos fortalecedores de la competitividad turística de la provincia.

Estos factores socioculturales, integrados a las condiciones geográficas, corroboran que el turismo en la referida provincia debe asumirse de manera heterogénea, en opinión de Pinto Hernández (2022), a partir de un enfoque territorial que considere la diversidad de sus cantones y las particularidades propias de cada comunidad. En este orden de ideas, el objetivo de este artículo es analizar los aspectos geográficos que influyen en el desarrollo del turismo en la provincia de Manabí, Ecuador.

El aporte principal de este trabajo es poner a disposición una visión holística del territorio manabita desde la geografía aplicada al turismo, facilitando insumos útiles para la planificación, tanto a escala cantonal como provincial. De esta manera, se contribuye a generar conocimiento potencialmente aplicable, fortalecer la gestión sostenible de esta actividad económica y apoyar la toma de decisiones en políticas públicas.

2. Metodología

2.1 Ubicación y características del área de estudio

Manabí se localiza en la región Costa del Ecuador, específicamente en la zona centro–occidental del país (FIGURA 1). A lo largo de su frente costero de aproximadamente 350 kilómetros, limita al norte con la provincia de Esmeraldas, con las de Santa Elena y Guayas al sur, y al este con las de Los Ríos, Santo Domingo y Pichincha, y por el oeste, con el océano Pacífico. La ciudad de Portoviejo es su capital, y está situada en el centro de la provincia, por lo cual, desempeña un rol articulador entre el interior y la franja costera.

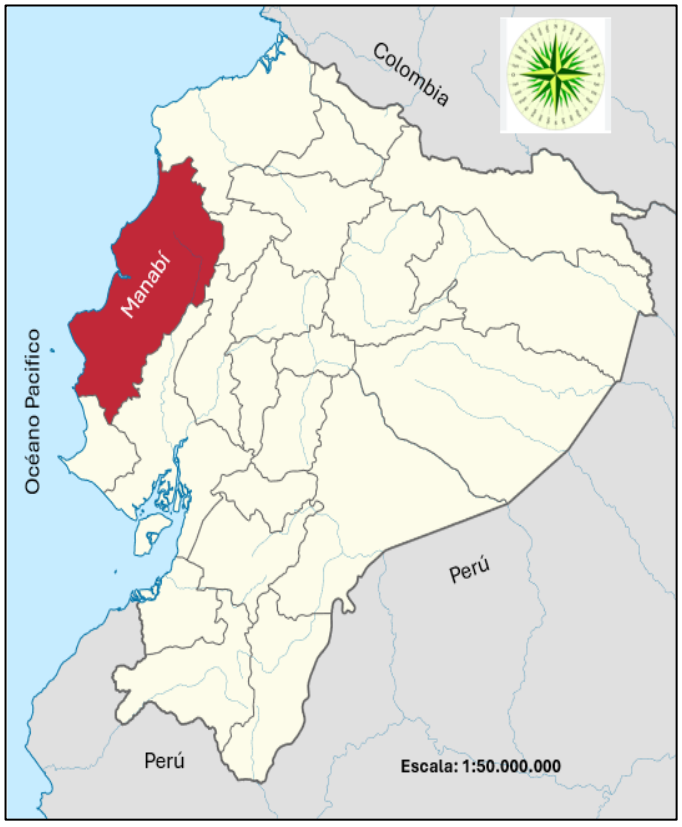


FIGURA 1. Ubicación de Manabí en Ecuador. Fuente: elaboración propia

Manabí, con una superficie de 19.427 km^2, es la tercera provincia más extensa del Ecuador continental; su territorio representa aproximadamente el 8% del total nacional. Su localización estratégica en el corredor costero del Pacífico hace de este territorio un entorno decisivo para la conectividad portuaria, el turismo y la actividad comercial. En Manabí se identifican 22 cantones, distribuidos en dos grandes ámbitos geográficos, costero e interiores.

La provincia también se caracteriza por una diversidad de ecosistemas (FIGURA 2), entre otros destacan el bosque seco tropicales y el bosque húmedo tropical, además de áreas marino-costeras protegidas (Montilla *et al.,* 2017), lo que robustece su interés desde dos perspectivas, por un lado, la preservación del ambiente, y por el otro, el desarrollo turístico. La ubicación de Manabí, entre la costa del Pacífico y las serranía interiores, le otorga un carácter privilegiado desde el punto de vista turístico, al tiempo que plantea retos en materia de ordenación territorial y sostenibilidad (Chilán *et al.,* 2015).

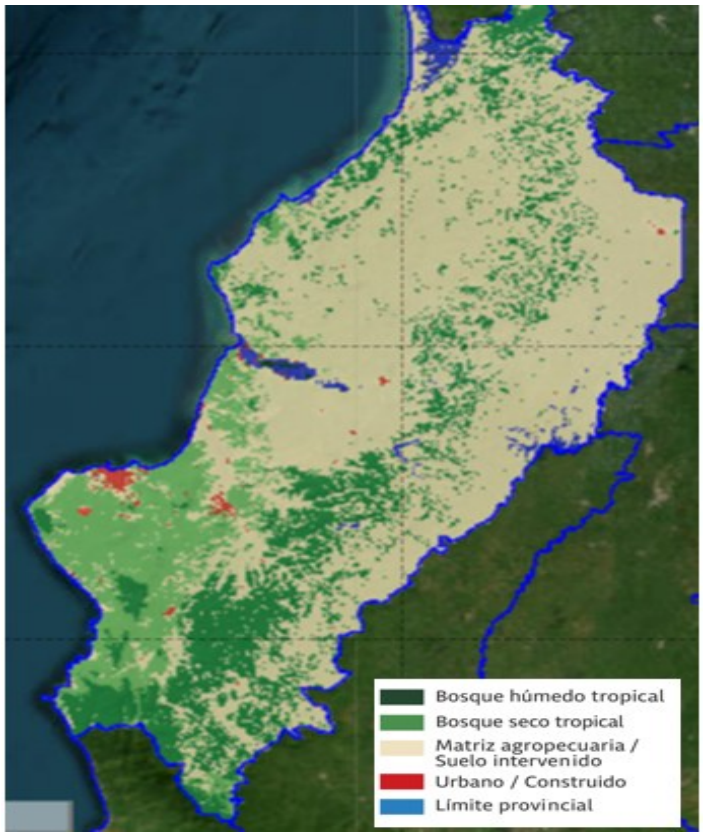


FIGURA 2. Ecosistemas localizados en Manabí. Fuente: elaboración propia

La investigación adoptó un enfoque descriptivo y comparativo, con énfasis en analizar los factores geográficos que influyen en el desarrollo turístico en los 22 cantones manabitas. Entre los factores se incluyó: relieve, clima, cobertura vegetal, áreas protegidas y accesibilidad vial; además del acceso vial, disponibilidad de servicios básicos y tradiciones.

La información se recopiló a partir de fuentes oficiales, entre ellas el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2025), reportes del Ministerio del Turismo (2023, 2024), registros de la UNESCO (2025) y del Ministerio del Ambiente de Ecuador (2006), las cuales aportaron datos actualizados y confiables sobre la realidad territorial y turística de la provincia.

El análisis de la información se desarrolló mediante el uso de varias técnicas. En primer lugar, se aplicaron herramientas de sistemas de información geográfica para la elaboración de mapas temáticos en los que se representaron algunas de las variables precitadas.

Por otro lado, se hizo una valoración de la incidencia relativa de los factores geográficos sobre el desarrollo de la actividad turística, así, se aplicó el método *Analytic Hierarchy Process* (AHP)**,** utilizado y recomendado por Reis *et al.* (2013) y da Silva *et al.* (2020). Primero, se definieron los siguientes criterios: relieve, accesibilidad vial, cobertura vegetal, áreas protegidas y diversidad cultural, servicios básicos. A continuación, a través de juicios de comparación pareada, se establecieron ponderaciones relativas calculadas con el software *Expert Choice* 11.5**,** lo que asegura, a decir de Marín García *et al.* (2014), la consistencia de la matriz de decisión (índice de consistencia < 0,1).

A modo de complemento, se efectuó un análisis multicriterio espacial a través del método

Analytic Hierarchy Process (AHP), mediante el cual se ponderó la influencia de los factores geográficos sobre el turismo.

2.2 Operacionalización de criterios y validación del AHP

Para asegurar transparencia y reproducibilidad en la aplicación del método AHP, fue necesario detallar la forma en que cada criterio fue operacionalizado. La accesibilidad vial se midió considerando la densidad de la red de carreteras principales y secundarias, así como el tiempo de viaje estimado desde cada cabecera cantonal hacia los ejes de conectividad nacional.

Las áreas protegidas se evaluaron con base en el porcentaje del territorio cantonal bajo alguna categoría de conservación y la distancia media a los límites de parques y refugios de vida silvestre. El relieve se caracterizó a partir de la pendiente promedio y los rangos altitudinales derivados del modelo digital de elevación provincial, mientras que la cobertura vegetal se analizó por medio de la clasificación del Ministerio del Ambiente (2015), agrupando las clases de interés en capas temáticas. La diversidad cultural se representó a través del número de festividades locales registradas, la presencia de patrimonios materiales e inmateriales reconocidos y la oferta cultural identificada en la literatura.

Se incluyó además, la matriz de comparación pareada completa entre criterios, lo que permitió observar los juicios relativos otorgados y la forma en que se obtuvieron los pesos finales. El índice de consistencia (CR) fue reportado de manera exacta (por ejemplo, 0,07), en lugar de solo señalar que era inferior a 0,1, lo que fortaleció la validez de los resultados. Asimismo, se realizó un análisis de sensibilidad de los pesos, modificando de manera marginal los valores asignados a cada criterio y verificando la estabilidad de los resultados espaciales, con el propósito de evidenciar la robustez del modelo frente a cambios en los juicios de preferencia.

3. Resultados

El análisis de los factores geográficos y su incidencia en el turismo en los 22 cantones expone un clara diferenciación territorial entre ellos. La aplicación del método *Analytic Hierarchy Process* (AHP) facilitó la ponderación de la incidencia relativa de las variables geográficas en el desarrollo turístico, integrando relieve, cobertura vegetal, áreas protegidas, diversidad cultural y accesibilidad vial entre otros.

Los resultados ponen en evidencia que la accesibilidad vial y la presencia de áreas protegidas son los factores más influyentes, respectivamente con un peso de 35% y 28%, seguidos del relieve con 18%, la cobertura vegetal con 12% y la diversidad cultural con 7%.

3.1 Cantones costeros

Manta, Puerto López, Pedernales y Jama son cantones costeros que reúnen la mayor oferta de turismo de sol y playa, complementado con actividades de ecoturismo, avistamiento de ballenas y pesca artesanal (TABLA 1).

La infraestructura portuaria de Manta refuerza su desempeño como destino de cruceros y de turismo gastronómico, entre tanto, Puerto López se posiciona como una especie de nodo estratégico, gracias al Parque Nacional Machalilla y a la observación de ballenas jorobadas. Los resultados del AHP dejan ver que en estos cantones, la accesibilidad vial y la biodiversidad costera son de gran influencia para su competitividad turística.

A modo de ejemplo, la conectividad portuaria y la infraestructura hotelera han hecho del cantón Manta un destino reconocido para el turismo de cruceros y gastronómico (Ministerio de Turismo, 2024), y Puerto López, debido a la presencia del parque nacional Machalilla, cada año atrae a miles de turistas, convirtiéndose en uno de los productos turísticos de renombre en la costa ecuatoriana (Gössling & Hall, 2019; Castro *et al.*, 2022).

3.2 Cantones interiores

Al contrario de los cantones costeros, los interiores como Chone, El Carmen, Flavio Alfaro y Pichincha, exhiben un perfil turístico sobre la base del agroturismo, el turismo comunitario y cultural. Los resultados del AHP dan pie para señalar que en estos cantones el relieve y la

cobertura vegetal adquieren mayor relevancia relativa que en el ámbito de la costa.

Además, la precipitación anual superior a los 2.000 mm en algunos cantones interiores (El Carmen) genera paisajes de enorme valor escénico, robusteciendo la oferta de turismo agroecológico (TABLA 2). Sin embargo, la menor accesibilidad vial ha venido frenando su posicionamiento con relación a los cantones de la costa.

TABLA 1. Indicadores geográficos y turísticos seleccionados de cantones de Manabí. Fuente: elaboración propia

Cantón	Altitud (msnm)	Accesibilidad vial	Modalidad turística principal	Áreas protegidas / patrimonies
Manta	0-50	Alta	Playa, cruceros, gastronomía	Refugio de Vida Silvestre Marino Costero Pacoche
Puerto López	0-200	Media	Ecoturismo, avistamiento de ballenas	Parque Nacional Machalilla
Montecristi	50-300	Alta	Cultural, artesanal	Patrimonio inmaterial (Sombrero de paja toquilla)
Pedernales	0-50	Media	Playa, ecoturismo	Bosques secos
Chone	20-100	Media	Agroturismo, cultural	Bosques húmedos

TABLA 2. Perfil turístico asociado a diferentes cantones de Manabí

Cantón	Ámbito	Producto predominante
Chone	Interior	Agroturismo/estuario
El Carmen	Interior	Agroturismo/bosque
Flavio Alfaro	Interior	Agroturismo
Pichincha	Interior	Agroturismo
Bolívar	Interior	Agroturismo
Rocafuerte	Interior	Agroturismo
Santa Ana	Interior	Agroturismo
24 de Mayo	Interior	Agroturismo/cultural
Olmedo	Interior	Agroturismo
Paján	Interior	Agroturismo

3.3 Indicadores comparativos

Los indicadores comparativos reafirman las discrepancias entre ambos ámbitos territoriales. En los cantones costeros se concentra el 70% de la planta hotelera provincial, mientras que en el interior apenas se localiza el 30%. De igual forma, el flujo de visitantes internacionales es cinco veces mayor en el litoral que en la zona interior. No obstante, el 65% de los productos turísticos comunitarios identificados se encuentran en cantones del interior, hecho que se traduce en una oportunidad para diversificar la matriz turística de Manabí.

La FIGURA 3 representa un mapa de aptitud turística derivado del análisis multicriterio AHP, donde a partir de tonalidades claras hasta las oscuras, se va señalando el nivel de aptitud de cada cantón, lo cual fundamenta la comprensión de los patrones espaciales identificados.

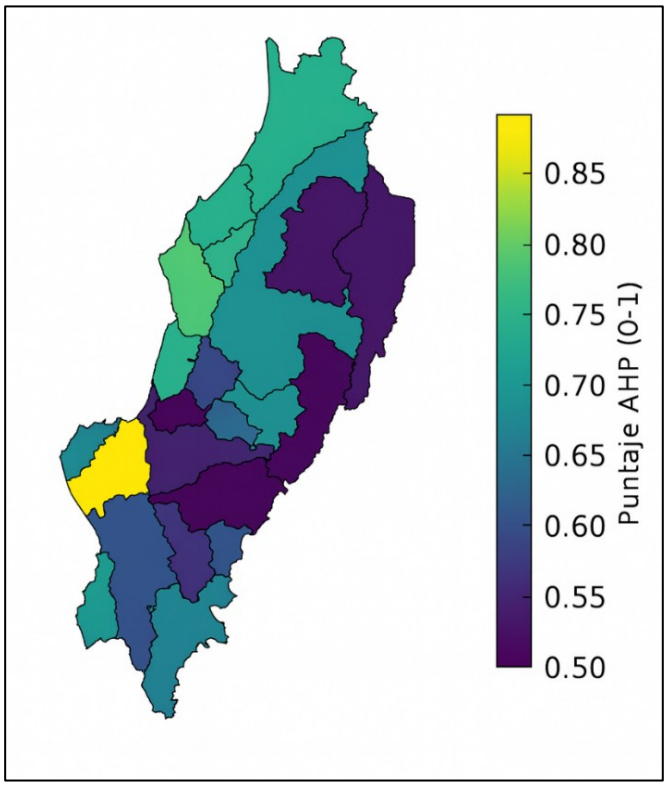


FIGURA 3. Aptitud turística derivado del análisis multicriterio AHP. Fuente: elaboración propia

Por su parte, la FIGURA 4 compara los puntajes de aptitud turística (AHP_SCORE) obtenidos para distintos cantones de Manabí. Se observa que los cantones interiores Chone, El Carmen y Flavio Alfaro tienen valores relativamente altos, superiores a 0,75, con lo que queda confirmado su potencial en modalidades de agroturismo y turismo comunitario, a diferencia de otros cantones interiores como Rocafuerte, Santa Ana, Tosagua y 24 de Mayo que acusan ponderaciones menores, cercanos a 0,5, poniendo de relieve limitaciones ligadas especialmente a la accesibilidad y disponibilidad de servicios básicos.

Con el objetivo de validar los resultados obtenidos mediante el análisis multicriterio AHP, se realizó una comparación simple entre puntajes de aptitud turística (AHP_SCORE) y capacidad hotelera reportada por cantón. Los valores mostraron correspondencia positiva: los cantones que registraron mayores AHP_SCORE también presentaron un número superior de plazas hoteleras y un mayor flujo de llegada de turistas.

Complementariamente, se elaboró un ranking de los diez cantones con mayor aptitud calculada (TABLA 3) frente a los diez con mayor oferta real de hospedaje. La coincidencia en la mayoría de casos, particularmente en Manta, Puerto López, Pedernales y Chone, corroboró la validez del modelo, evidenciando que las ponderaciones aplicadas se adecuan a la realidad turística del territorio.

Los resultados anteriores evidencian una heterogeneidad territorial, mientras algunos cantones interiores alcanzan valores competitivos similares a los costeros, otros requieren estrategias de fortalecimiento en infraestructura y diversificación de productos turísticos. Este análisis visual le da fundamento a la necesidad de diseñar políticas diferenciadas por cantón**,** en correspondencia con los hallazgos del análisis AHP.

Con la finalidad de validar los resultados del modelo AHP, se llevó a cabo una comparación entre los puntajes de aptitud turística (AHP_SCORE) y dos indicadores empíricos, o sea, la capacidad hotelera y las llegadas turísticas por cantón. La TABLA 3 presenta los valores obtenidos, dejando ver la correspondencia entre el ranking derivado del AHP y el posicionamiento real de los cantones en términos de flujo turístico e infraestructura.

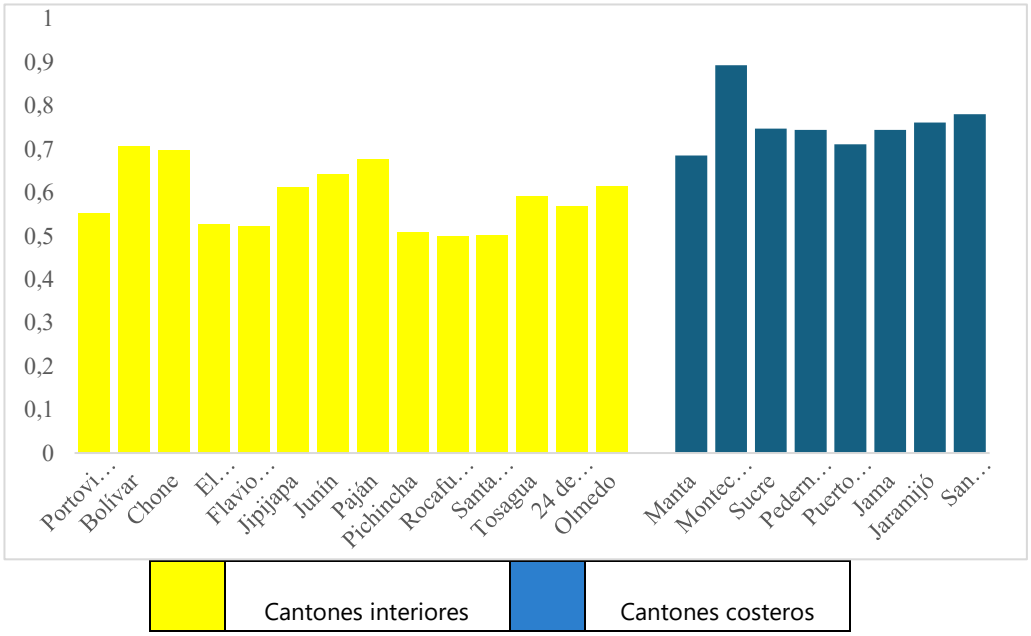


FIGURA 4. Ponderación de factores geográficos entre cantones costeros e interiores. Fuente: elaboración propia

TABLA 3. Comparación entre puntajes AHP_SCORE y oferta turística por cantón. Fuente: elaboración propia con datos de MINTUR (2024) e INEC (2025)

Cantón	AHP_SCORE	Ranking AHP	Plazas hoteleras	Llegadas turísticas	Ranking real	Coincidencia
Manta	0,89	1	12.350	285.000	1	✓
Puerto López	0,82	2	3.250	95.000	3	✓
Pedernales	0,79	3	2.840	87.500	4	✓
Chone	0,76	4	1.420	43.200	6	Parcial
Jama	0,74	5	980	30.000	9	Parcial
El Carmen	0,72	6	1.200	28.500	10	Parcial
Flavio Alfaro	0,70	7	680	18.200	14	No
Pichincha	0,68	8	510	15.800	15	No
Rocafuerte	0,65	9	450	12.700	16	No
Montecristi	0,63	10	2.340	60.500	7	✓

Los resultados evidenciaron una alta coherencia entre ambos listados. Manta, Puerto López y Pedernales coincidieron en los primeros lugares por su AHP_SCORE, su capacidad hotelera y número de visitantes, lo que corrobora la validez del modelo. Del mismo modo, se identifican casos como Chone y El Carmen, cuyo puntaje AHP fue elevado pero su infraestructura turística todavía es limitada, y se expresa como una oportunidad de desarrollo en territorios con potencial no aprovechado.

El análisis del relieve deja en claro una marcada heterogeneidad fisiográfica en Manabí, resultado de la interacción entre la llanura costera del Pacífico y los sistemas de colinas bajas que configuran el paisaje en la parte oriental de la provincia (FIGURA 5). Los cantones situados en el litoral, Manta, Puerto López y Pedernales, se ubican en altitudes entre 0 y 200 msnm, sobre superficies ligeramente onduladas que han favorecido históricamente la consolidación de espacios turísticos dedicados a entornos litorales, la construcción de infraestructuras portuarias y la expansión de la planta hotelera y de restaurantes (Cañadas, 1983).

En los cantones interiores, Chone, Pichincha y El Carmen se alcanzan altitudes superiores a 400 msnm, con condiciones naturales que favorecen especialmente el aprovechamiento del suelo agrícola y forestal. Estos escenarios configuran paisajes de elevada calidad visual que conforman un recurso estratégico para el agroturismo y el ecoturismo, en concordancia con lo reportado por García Reinaso *et al.* (2022) sobre la influencia del relieve en la diversificación turística en áreas rurales latinoamericanas.

En cuanto al clima, Manabí se caracteriza, seg[un Montilla *et al.* (2024), por una diferenciación entre el régimen seco costero y el régimen húmedo interior (FIGURA 6), asociados a la incidencia combinada de la corriente fría de Humboldt y la corriente cálida de El Niño.

En los cantones costeros predomina un clima tropical seco, con temperaturas medias anuales entre 24 °C y 26 °C y precipitaciones menores a 1.000 mm que genera una alta estacionalidad de la demanda turística; por ello, los flujos se hacen intensos en la temporada seca (junio-noviembre), tiempo en que las condiciones del clima resultan más propicias para actividades recreativas marino-costeras (INAMHI, 2023).

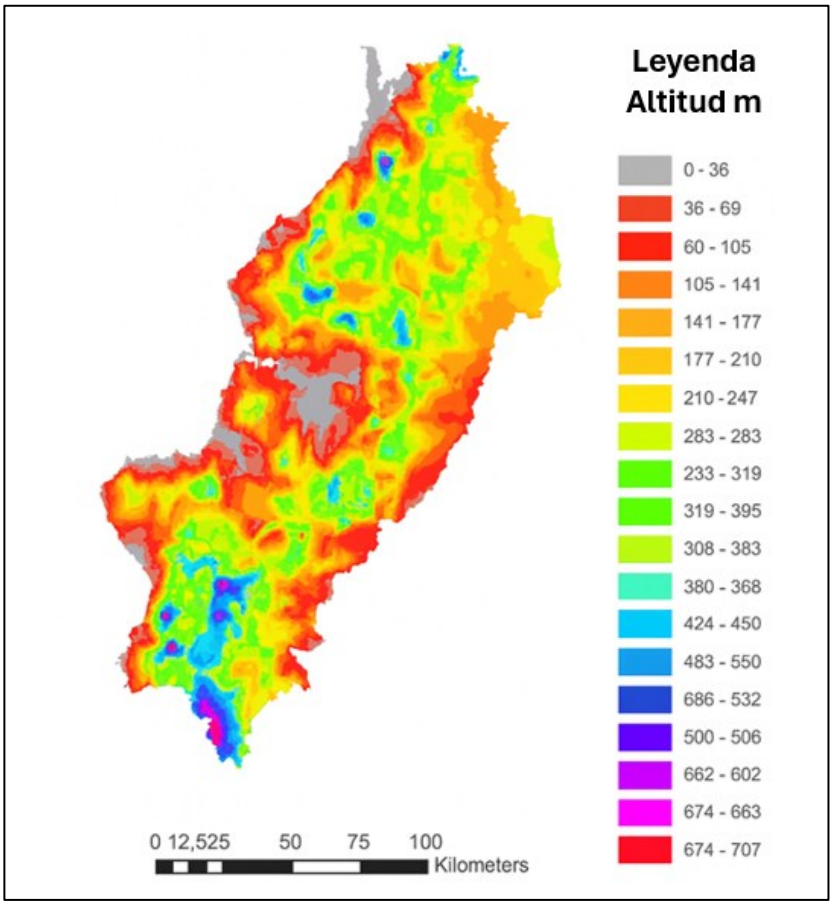


FIGURA 5. Fisiografía de la provincia de Manabí. Fuente: elaboración propia

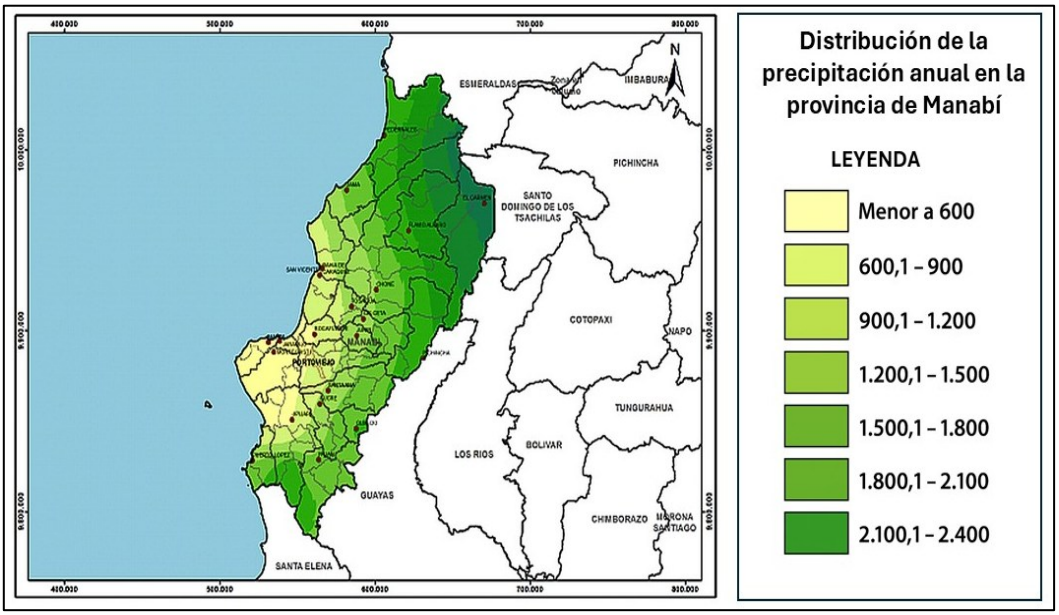


FIGURA 6. Distribución de la precipitación anual en la provincia de Manabí

En el interior, en cambio, el clima es tropical húmedo, con valores de precipitación que superan los 2.000 mm anuales en los cantones El Carmen y Flavio Alfaro, lo que determina una mayor disponibilidad hídrica, paisajes de intenso verdor y una dinámica agrícola diversa, que potencia la oferta de turismo comunitario y agroecológico (Figueroa *et al.,* 2018).

Esta condición dual, fisiográfica y climática ratifica que el relieve y el clima actúan como determinantes estructurales en la especialización turística cantonal. Así, el litoral se configura como un espacio de atracción para actividades turísticas relacionadas con ambientes de playa, mientras que el interior se orienta hacia experiencias de turismo cultural y agroecológico. La articulación de los dos ámbitos plantea la necesidad de estrategias diferenciadas de planificación territorial, tal como proponen Gössling *et al.,* 2019) en sus aproximaciones sobre turismo sostenible en contextos de alta sensibilidad ambiental.

Otro aspecto significativo se relaciona con la accesibilidad vial. Portoviejo y Manta, por ser los cantones mejor conectados, concentran una mayor oferta turística y servicios asociados, mientras que aquellos con limitaciones en infraestructura tienen un desarrollo incipiente. Los resultados del censo provincial (INEC, 2025) evidencian que los flujos de visitantes se correlacionan directamente con los niveles de infraestructura vial y la cercanía a centros urbanos de gran tamaño.

4. Discusión

La investigación, cuyos resultados se plasman en estas líneas, evidencia que los factores geográficos constituyen determinantes estructurales del desarrollo turístico en la provincia de Manabí. La diferenciación entre cantones costeros e interiores se asocia a la disponibilidad de recursos naturales y culturales, pero también a las condiciones de accesibilidad y a la planificación territorial. Estos hallazgos concuerdan con lo planteado por Padilla (2019), quien acentúa la importancia de la geografía física y humana en la configuración de los destinos turísticos.

En particular, la relevancia de los ecosistemas marino-costeros y de las áreas protegidas, como el Parque Nacional Machalilla, sostiene lo que señalan Gössling y Hall (2019) respecto al rol de la biodiversidad en el posicionamiento de destinos turísticos sostenibles. De forma similar, las modalidades de turismo cultural y comunitario observadas en cantones interiores se alinean con lo reportado por Rodríguez y Rodríguez (2025), autores que destacan el

potencial de los territorios rurales para generar experiencias diferenciadas y fortalecer la participación local.

Pese a lo antes señalado, es importante destacar que la especialización turística también responde a factores de mercado y políticas públicas, como la inversión en infraestructura vial, la promoción internacional y la capacidad de gestión de los gobiernos locales. En este sentido, los resultados respaldan lo señalado por Linares y Garrido (2014), cuando asegura que el turismo sostenible demanda la integración de dimensiones ambientales, económicas y sociales en un marco de gobernanza multinivel.

Asimismo, los contrastes internos en Manabí plantean desafíos para la competitividad provincial. Mientras los cantones costeros concentran la mayoría de la oferta y la demanda, el interior presenta un potencial aún subutilizado. Esto se apega a lo que comentan Vera *et al.* (2008), al enfatizar que la heterogeneidad fisiográfica es estratégica para diversificar el turismo. Por ello, se hace perentorio trazar estrategias diferenciadas que aprovechen las ventajas comparativas de cada cantón y promuevan la complementariedad territorial.

A pesar de los aportes de este estudio, se encontraron ciertas limitaciones relacionadas con la disponibilidad y calidad de datos estadísticos, lo cual condiciona el análisis, porque no todos los indicadores del turismo están actualizados o disgregados a escala cantonal. Así mismo, la orientación metodológica se centró principalmente en el análisis descriptivo y comparativo, complementado con la aplicación del método de Proceso de Análisis Jerárquico (AHP).

Esta herramienta facilitó la evaluación del peso relativo de los factores geográficos; no obstante, para nuevas investigaciones resultaría oportuno incluir modelos econométricos o técnicas de regresión espacial, con el propósito de establecer con más precisión estadística la relación entre el desarrollo turístico y las variables geográficas (Anselin, 2019).

Cabe señalar que el hecho de reconocer estas limitaciones no debilita el estudio, por el contario, da la posibilidad de profundizar en nuevas líneas de investigación que apunten al manejo sostenible del turismo en espacios geográficamente diversos como el de la provincia en estudio.

5. Conclusiones

El análisis geográfico del turismo en Manabí pone al descubierto que la distribución territorial de las modalidades turísticas responde a la interacción entre relieve, clima, ecosistemas, accesibilidad y cultura local; por tal razón, los cantones costeros sobresalen por ser allí donde se ubica la mayor oferta y demanda asociada al turismo de sol y playa, mientras que los cantones interiores destacan por otras modalidades, como el agroturismo, el turismo cultural y el comunitario.

Este estudio demuestra que la planificación turística provincial debe integrar estas diferencias territoriales bajo un enfoque de sostenibilidad, competitividad y equidad social. La geografía de Manabí, a más de definir ventajas comparativas, también plantea compromisos de gestión y ordenamiento territorial ajustados a intervenciones coordinadas.

A nivel de propuestas de políticas públicas, luce acertado fortalecer la planificación territorial diferenciada, diseñar planes turísticos que tomen en cuenta las características especificas de los cantones según su ubicación, promoviendo estrategias de complementariedad y no de competencia interna, y mejorar la infraestructura y accesibilidad vial.

Por otra parte, resultaría acertado priorizar inversiones en materia de vialidad, concretamente en carreteras secundarias y terciarias para hacer conexión con áreas rurales donde hay destinos turísticos consolidados, pero además, promocionar el turismo cultural y comunitario, diseñar programas de apoyo para enaltecer la identidad montubia, gestionar con sentido se sostenibilidad las áreas protegidas y operativizar estrategias de gobernanza participativa en espacios claves como el Parque Nacional Machalilla y el Refugio de vida silvestre Marino Costero Pacoche.

6. Referencias citadas

ANSELIN, L. 2019. "Quantile local spatial autocorrelation". *Letters in Spatial and Resource Sciences*,;; 12(2): 155-166. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s12076-019-00234-0 [Consulta: junio, 2025].

CAÑADAS, L. 1983. "El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador". Ministerio de Agricultura y Ganadería. Disponible en: documento institucional. [Consulta: junio, 2025].

CASTRO, C.; CASTRILLÓN, J. & W. GÓMEZ. 2022. "Whale-watching tourism as a driving force for socioeconomic development in Puerto López, Machalilla National Park, Manabí, Ecuador". *Mammalia æquatorialis*, 2022 (4): 67-80. Disponible en: https://www.pacificwhale.org/ [Consulta: mayo, 2025].

CHILÁN, N. Y. D.; MONTESDEOCA, I. O. M. y C. M. RAMOS. 2015. "Plan de manejo ecoturístico: estudio de caso área protegida provincial Camarones, cantón Jama, Manabí". *Revista Espamciencia*, 6(1): 47-56; Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/ [Consulta: agosto, 2025].

DA SILVA WEGNER, R.; ARCHER, A. B., TONTINI, J.; MALHEIROS, M. B. y V. P. ROSSATO. 2020. "Aplicación del método de proceso de jerarquía analítica (AHP) para priorizar las acciones de innovación en servicios en un estudio de múltiples casos". *Navus: Revista de Gestão e Tecnologia,* 10: 14; Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/ [Consulta: mayo, 2025].

DEL VALLE, V. C.; VERA, D. G. y A. MONTILLA. 2020. "Eco-ruta de aviturismo Refugio de Vida Silvestre Marino Costera Pacoche, Ecuador". *Revista de Investigación*, 44 (101): 49. Disponible en: https://acortar.link/S9olE9 [Consulta: julio, 2025].

FIGUEROA, W. J. P.; LINO, A. E. P. y V. T. MOREIRA. 2018. "Aspectos teóricos para la gestión sostenible del turismo rural en la zona Sur de Manabí, Ecuador". *RECUS: Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*, 3(1): 27-33. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/ [Consulta: julio, 2025].

GARCÍA REINOSO, N.; BLANCO GONZÁLEZ, G. y R. ALFONSO. 2022. "El Turismo y las ofertas gastronómicas como producto para el desarrollo local del cantón Chone, Ecuador". *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 18(1): 74-86. Disponible en: https://www.scielo.cl/ [Consulta: julio, 2025].

GÖSSLING, S.; HALL, C. M. & D. SCOTT. 2019. "Global tourism vulnerability to climate change". *Annals of Tourism Research*, 77(C): 49-61; Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.annals.2019.05.007 [Consulta: agosto, 2025].

GÖSSLING, S. & C. M. HALL. 2019. "Sharing versus collaborative economy: How to align ICT developments and the SDGs in tourism"? *Journal of Sustainable Tourism*, 27(1): 74-96. Disponible en: https://doi.org/10.1080/09669582.2018.1560455 [Consulta: junio, 2025].

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA e HIDROLOGÍA DEL ECUADOR (INAMHI). 2025. "Informe climatológico anual. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador". Disponible en: sitio institucional [Consulta: junio, 2025].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTÍCA y CENSOS (INEC). 2025. *Estadísticas del sector turismo*. Instituto Nacional de Estadística y Censos. Disponible en: portal oficial. [Consulta: mayo, 2025].

LINARES, H. L. y G. M. GARRIDO. 2014. "Del desarrollo turístico sostenible al desarrollo local. Su comportamiento complejo". *Pasos Revista de Turismo y patrimonio cultural*, 12(2): 453-466. Disponible en: https://ojsull.webs.ull.es/ [Consulta: junio, 2025].

MARÍN GARCÍA, J. A.; ARAGONÉS BELTRÁN, P. y M. GARCÍA MELÓN. 2014. "Consistencia intra e inter evaluador de la comparación pareada en la evaluación de la competencia de innovación de estudiantes universitarios". *Working Papers on Operations Management*, 5 (2): 24–46. Disponible en: https://riunet.upv.es/ [Consulta: mayo, 2025].

MINISTERIO DE TURISMO DE ECUADOR. 2024. *Proyecto de inversión promoción para la reactivación turística del Ecuador*. Disponible en: https://www.turismo.gob.ec/ [Consulta: junio, 2025].

MINISTERIO DE TURISMO DEL ECUADOR. 2023. *Turismo comunitario y patrimonio cultural del Ecuador*. Quito, Ecuador. Disponible en: https://www.turismo.gob.ec/turismo-comunitario/ [Consulta: agosto, 2025].

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. 2015. *Mapa de cobertura y uso de la tierra del Ecuador continental*. Quito, Ecuador. Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/mapa-de-cobertura-y-uso-de-la-tierra/ [Consulta: junio, 2025].

MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR. 2006. *Políticas y Plan Estratégico del Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas del Ecuador 2007-2016.* Proyecto GEF, Sistema Nacional de Áreas Protegidas. Quito, Ecuador. Disponible en: https://maetransparente.ambiente.gob.ec/ [Consulta: agosto, 2025].

MONTILLA PACHECO, A. D. J.; REYES RIVERO, A. C. y E. AGÜERO CORZO. 2017. "Análisis de deforestación en ecosistemas boscosos del refugio de vida silvestre Pacoche, Manabí Manta, Ecuador". *Revista de Investigación,* 41 (92): 74-94; Disponible en: https://ve.scielo.org/ [Consulta: agosto, 2025].

MONTILLA, A.; PISCO, C. I. M.; VASCO, M. E. D. y F. CALLES. 2024. "Contribución al estudio de la geografía climática del Ecuador continental". *Revista Ciencia UNEMI, 17*(44): 237-248. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/ [Consulta: junio, 2025].

PADILLA, N. A. 2019. "Los aportes de la geografía en estudios turísticos". *Observatorium: Revista Electrónica de Geografía*, *10*(1): 2-15.). Disponible en: https://seer.ufu.br/ [Consulta: mayo, 2025].

PINTO HERNÁNDEZ, L. I. 2022. *Análisis de la evolución del turismo y su incidencia en el desarrollo de Ecuador: caso Provincia de Manabí (2010-2014).* Universidad Andina Simón Bolívar, Quito, Ecuador. Trabajo de Grado (Maestría). Disponible en: https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/8696 [Consulta: junio, 2025].

REIS, L. P.; LADEIRA, M. B. y J. M. FERNANDES. 2013. "Contribución del método de proceso de jerarquía analítica (AHP) para auxiliar en el proceso de decisión de tercerizar o internalizar actividades en el contexto de una empresa de base tecnológica". *Revista Produção Online*, 13 (4): 1.325-1.354. Disponible en: https://www.producaoonline.org.br/ [Consulta: mayo, 2025].

RODRÍGUEZ, K. y M. J. D. RODRÍGUEZ. 2025. "El turismo creativo como actividad complementaria de la agricultura en el territorio rural". *Ciencia y Reflexión*, 4(1): 2.581-2.602. Disponible en: https://cienciayreflexion.org/ [Consulta: agosto, 2025].

SÁNCHEZ, S. T. C.; SÁNCHEZ, L. M. C. y N. MACÍAS. 2020. "Recursos naturales y culturales como factor de desarrollo local turístico de la provincia de Manabí". *Polo del Conocimiento*: *Revista Científico-Profesional*, 5 (7): 487-519; Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/ [Consulta: junio, 2025].

UNESCO WORLD HERITAGE CENTRE. 2025. "World Heritage and Sustainable Tourism Programme". Disponible en: https://whc.unesco.org/en/tourism/ [Consulta: mayo, 2025].

VERA, J. F.; IVARS, J.; OBIOL, E.; LÓPEZ, D. e I. RODRÍGUEZ. 2008. "Una experiencia en la planificación de áreas y destinos turístico: el Plan de Espacios Turísticos de la Comunitat Valenciana". *Destinos turísticos. viejos problemas, ¿nuevas soluciones*, pp. 663-686. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/16365313.pdf [Consulta: agosto, 2025].

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Manta, Ecuador; agosto, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: julio, 2025/ Aceptado: diciembre, 2025
pp. 306-324 /

An Analytic Hierarchy Process (AHP) model of tourism impacts

in Cotopaxi National Park, Ecuador

Un modelo de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) de los impactos turísticos en el Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador

Um modelo de Processo Analítico Hierárquico (PAH) dos impactos turísticos no Parque Nacional Cotopaxi, Equador

Danny Díaz-Valdez[1], Wilson Jácome-Enríquez[1], Tomás Gómez-Navarro[2] and Theofilos Toulkeridis[3,4]

[1] Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Departamento de Ciencias de la Tierra y Construcción
Sangolquí, Ecuador

[2] Universitat Politècnica de València, Departamento de Proyectos de Ingeniería
Valencia, España

[3] Aristotle University of Thessaloniki School of Geology
Thessaloniki, Greece

[4] Universidad de Especialidades Turísticas (UDET)
Quito Ecuador

dfdiaz5@espe.edu.ec; wojacome@espe.edu.ec; tgomez@dpi.upv.es; ttoulke@geo.auth.gr

Díaz-Valdez: https://orcid.org/0009-0008-2740-7499
Jácome-Enríquez: https://orcid.org/0009-0001-1404-7278
Gómez-Navarro: https://orcid.org/0000-0001-6114-2414
Toulkeridis: https://orcid.org/0000-0003-1903-7914

Abstract

This research determined a Hierarchical Analytic Process (HAP) model that considers tourism impacts and their possible solutions to generate a hierarchy of all of them. The main trails and tourist sites in Cotopaxi National Park were identified using geographic information systems in order to investigate the main impacts of tourism activities and propose possible solutions. The prioritization of impacts was based on the use of the AHP, as well as on the proposed solutions to reduce these impacts in the park. The results show that the prioritized tourism impacts are: erosion, pollution, waste generation, loss of biodiversity, and job and income generation. Subsequently, the proposed solutions were the monitoring of tourist activities, environmental education, control of tourist entry, and the signposting of trails and tourist sites. The PAJ model was evaluated through surveys of experts, with erosion being identified as the most significant impact, while the preferred solution was the monitoring of tourist activities.

KEYWORDS: tourism; tourist impacts; monitoring of tourist activities.

Resumen

Esta investigación determinó un modelo de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) que considera los impactos turísticos y sus posibles soluciones para generar una jerarquía de todos ellos. Se identificaron los principales senderos y sitios turísticos del Parque Nacional Cotopaxi mediante sistemas de información geográfica, a fin de investigar los principales impactos de las actividades turísticas y proponer posibles soluciones. La priorización de los impactos se basó en el uso del PAJ, así como en las soluciones propuestas para disminuir estos impactos en el parque. Los resultados demuestran que los impactos turísticos priorizados son: erosión, contaminación, generación de residuos, pérdida de biodiversidad y generación de empleo e ingresos económicos. Posteriormente, las soluciones propuestas fueron la vigilancia de las actividades turísticas, la educación ambiental, el control de entrada de turistas y la señalización de senderos y sitios turísticos. La evaluación del modelo PAJ se realizó mediante encuestas a expertos, obteniendo como impacto más importante la erosión, mientras que la solución preferida fue la vigilancia de las actividades turísticas.

PALABRAS CLAVE: turismo; impactos turísticos; vigilancia de las actividades turísticas.

Resumo

Esta pesquisa determinou um modelo de Processo Analítico Hierárquico (PAH) que considera os impactos turísticos e suas possíveis soluções para gerar uma hierarquia de todos eles. Foram identificadas as principais trilhas e locais turísticos do Parque Nacional Cotopaxi por meio de sistemas de informação geográfica, a fim de investigar os principais impactos das atividades turísticas e propor possíveis soluções. A priorização dos impactos baseou-se no uso do PAJ, bem como nas soluções propostas para diminuir esses impactos no parque. Os resultados demonstram que os impactos turísticos priorizados são: erosão, poluição, geração de resíduos, perda de biodiversidade e geração de empregos e renda econômica. Posteriormente, as soluções propostas foram a vigilância das atividades turísticas, a educação ambiental, o controle da entrada de turistas e a sinalização de trilhas e locais turísticos. A avaliação do modelo PAJ foi realizada por meio de pesquisas com especialistas, obtendo como impacto mais importante a erosão, enquanto a solução preferida foi a vigilância das atividades turísticas.

PALAVRAS-CHAVE: turismo; impactos do turismo; fiscalização das atividades turísticas.

1. Introduction

The tourist activities in natural areas have many environmental impacts, which needs to be avoided or at least diminished by performing a sustainable tourist plan or following some ecological practices (Belsoy *et al.*, 2012; Canteiro *et al.*, 2018; GhulamRabbany *et al.*, 2013). The tourism in protected natural areas in Ecuador is increasing day by day, as well as its impacts (Montoya *et al.*, 2020; Rivera, 2017; Vladimir *et al.*, 2019). Nowadays, the number of tourists in the Protected Areas National System of Ecuador (Sistema Nacional de Áreas Protegidas -SNAP) is about 1.5 million visitors per year (Ministerio de Turismo, 2023), and the visitors in the Cotopaxi National Park (PNC) reaches about 200,000 visitors per year (Díaz *et al.*, 2024; Rodas *et al.*, 2024).

There are several methodologies to prevent the environmental impacts due to the tourism, hereby, one of the best is to consider the carrying capacity of the natural areas (Matias *et al.*, 2022; Neto, 2003; Smeral, 1996). This means that the number of visitors must not exceed a threshold or maximum number of tourists that the area might receive (Kuss & Morgan, 1986; Pulido-Fernández *et al.*, 2024; Peng *et al.*, 2016). Therefore, the carrying capacity considers three main characteristics of a natural area, being the physical, biological and management conditions, in order to result with such a maximum number of visitors (Gutiérrez *et al.*, 2021; Coccossis, 2022).

Recent research about the carrying capacity of the Cotopaxi National Park, determined three phases to compute the maximum number of visitors to the park, that include Physical Carrying Capacity, Real Carrying Capacity and Effective Carrying Capacity (Díaz *et al.*, 2024). This allowed to determine the carrying capacity of the PNC, being some 1,722 visitors per day. Even though there is a complete calculation of the carrying capacity of the park, its implementation lacks to be in effect, due to several factors, one of them being the lack of budget.

Another methodology to contribute the management of diverse impacts due to the tourism in natural areas, is the Analytic Hierarchy Process (AHP), (Saaty, 1980). The AHP is a quantitative method which allows multicriteria decisions, that lead to generate scales of priorities based on expert judgments, which are judged through pairs comparisons by using a preference scale. This scale also allows to incorporate in a decision model, judgments about intangibles, representing the dominance or preference of one alternative or solution against another, according to one attribute or criterion (Nantes, 2019).

Based on the aforementioned context, the current research proposes an AHP model to hierarchize the environmental impacts due to the tourism activities in the PNC. This shall be complementary to obtain a hierarchy of the possible and potential solutions, in order to contribute to the management of the natural area and thus to conserve the touristic sites, based on the consideration that all tourist activities have some or certain environmental impacts.

2. Study area

The Cotopaxi National Park (PNC), which is located in the central part of Ecuador (FIGURE 1), was created in 1975 and shortly later in 1979 it was declared a National Park within the National System of Protected Areas (MAATE, 2022). The PNC has an area of 33,393 ha, of which its main tourist attraction is the active Cotopaxi Volcano with a height of 5,897 meters above sea level (Jácome *et al.*, 2013; Mora *et al.*, 2022; Aguilera & Toulkeridis, 2005). The main goal of the park is the conservation of the natural resources present in this area, especially the Cotopaxi volcano. This volcano is an icon and emblematic symbol of Ecuador, because of its natural beauty and its cultural and historical importance, but also due to its devastating past with far-reaching hazards and its recent signs of activity (Rodriguez *et al.*, 2017; Padilla *et al.*, 2022; Toulkeridis *et al.*, 2015; Echegaray-Aveiga *et al.*, 2020; Vaca *et al.*, 2016; Toulkeridis & Zach, 2017). It is necessary to mention that it was the first National Park within the continental area of Ecuador but the second National Park of Ecuador (Ministry of Tourism, 2009). Various geosites of the National Park recently became part of the aspiring UNESCO

Geopark of the Metropolitan District of Quito (Toulkeridis *et al.*, 2025). Nowadays, in the country there are 78 protected natural areas, of which 14 are considered national parks (MAATE, 2024), among them the Cotopaxi National Park, which is considered to be the most important and most visited in continental Ecuador (Ecotec University, 2021).



FIGURE 1. Location of the Cotopaxi National Park in Ecuador (Diaz *et al.*, 2024)

A protected area, like the PNC, is a geographically defined surface and established by a law or legal norm, in order to meet certain conservation goals (Chape *et al.*, 2005). Likewise, protected natural areas are clearly determined geographical spaces, recognized and managed through legal regulations, which shall achieve the long-term conservation of nature, its ecosystem services and its associated cultural values (Dudley, 2008). Protected areas are those of land and/or seas especially dedicated to the protection and maintenance of biological diversity, as well as natural resources and associated cultural resources, being managed through legal or other effective means (UICN, 1998). In Ecuador, protected areas represent approximately 20% of the national territory. These areas fall within the highest category of protection in accordance with national environmental legislation (MAATE, 2023). According to the Constitution of the Republic of Ecuador of 2008, the protected natural areas make up the National System of Protected Areas (SNAP), which was subdivided into four subsystems, being the most important the 'Heritage of Natural Areas of Ecuador' (PANE). PANE contains national parks such as the PNC.

3. Methodology

3.1 Main trails and tourist sites

To elaborate a hierarchy of the generated impacts due to tourism, it has been fundamental to determine the main trails and tourist sites of the Cotopaxi National Park. Hereby, the PNC has various tourist trails, among which may be highlighted as the Limpiopungo Lagoon trail, the Parking lot - Shelter trail, the Rumiñahui Volcano

trail and the Springs trail (Díaz *et al.*, 2024). The entire park area was mapped, including the four identified trails (FIGURE 2), by using Geographic Information Systems (ArcGIS 10.8). This will serve to evaluate the AHP model and correspondingly the environmental impacts and their potential solutions.

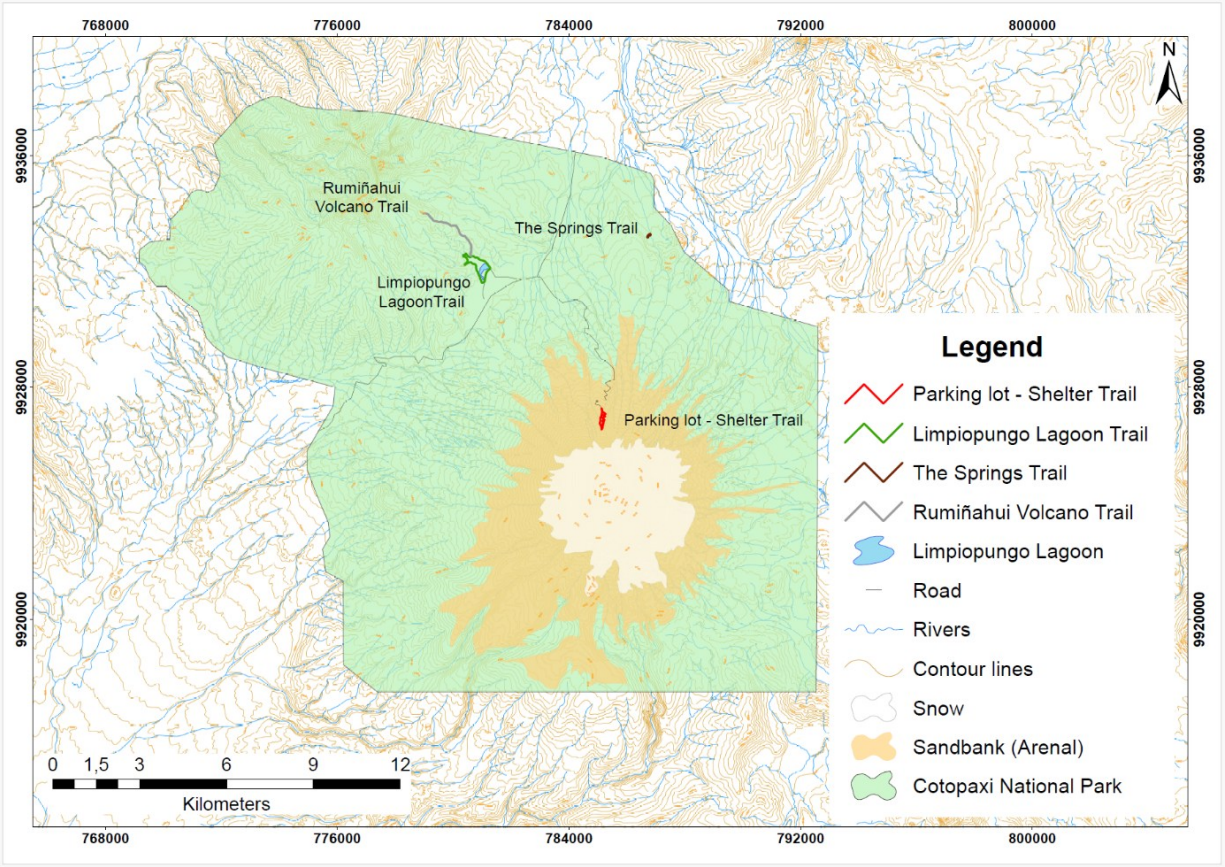


FIGURE 2. Map of the PNC and the ecotourism trails (Díaz *et al.*, 2024)

3.2 Analytic Hierarchy Process (AHP)

The AHP is a theory of measurement for dealing with multiple, quantifiable and/or intangible criteria that has encountered rich applications in a regularly used decision-making tool (Vaidya & Kumar, 2006; Vargas, 1990; Ho, 2008). In the present case, it shall perform ecological tourism in the PNC whose methodology used to develop the AHP model, in order to evaluate the environmental impacts and solution alternatives. Therefore, the impacts are the minimum possible, as presented in the diagram of FIGURE 3 (Kaya & Kahraman, 2011; Sólnes, 2003; Abba *et al.*, 2013).

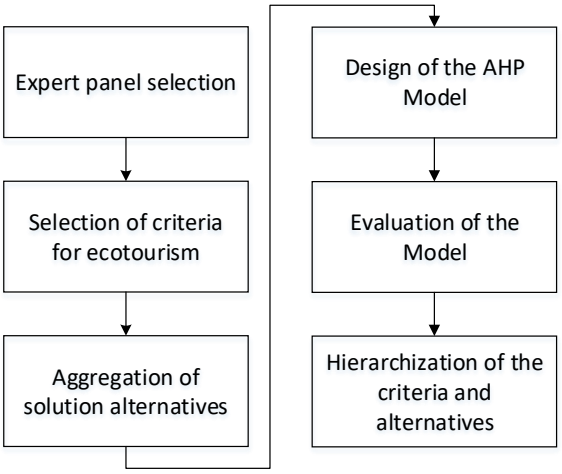


FIGURE 3. Methodology to develop the AHP model

3.3 Decision-making model design

The AHP model serves to evaluate alternatives for action on a certain social, economic or environmental aspect or problem. In the present case, the environmental aspect or problem constitutes the uncontrolled tourism, in other words, the main aspects that the PNC has to deal with all the environmental impacts generated by tourism. Therefore, the given AHP model, which has been the result of the current research, constitutes a choice among several alternatives for action to perform ecological tourism. This has been based on evaluation criteria, which are directly related to the characteristics of the problem and its goals of solution. This research activity required the participation of a panel of three experts, to establish the evaluation criteria and alternatives, as well as evaluate the environmental impacts and solutions, according to the Saaty Scale (Saaty, 1977; Saaty, 2001). A group of just three experts could perfectly well be formed using Saaty's AHP methodology, as there is no theoretical limitation that invalidates a panel of this size. A group of three is a common and very viable sample size in practical studies for several reasons, due to its ease of coordination, being simpler to coordinate and manage a small group of highly qualified experts than a very large one, as well as due to consensus management, as it allows for constructive debate and the aggregation of judgments (usually through the geometric mean of the comparison matrices) in a manageable way, reflecting different points of view. The six different phases to get the AHP model will be indicated and described in detail and include an expert panel selection, the selection of criteria, the aggregation of solution alternatives, the design of the AHP Model, the evaluation of the model and finally the hierarchization of the criteria and alternatives.

a. Expert panel selection

For the selection of the criteria, action alternatives and design of the decision model, in accordance with the AHP procedure, three experts were selected. This has been based on professional experience related to ecotourism management of natural areas, academic and research level, and obviously, according to the theme of the present research. Additionally, we tried to ensure that they are representative actors of the PNC and the ecotourism in particular. The members of the expert panel are in charge of identifying the most relevant criteria for conducting ecotourism in the PNC, as well as identifying alternative solutions or strategies for ecotourism.

The experts selected to participate in the development of the AHP model were a PNC representative, an Academy representative and a Tourism representative in the PNC. The first is a

professional expert in protected natural areas, in charge of the conservation and protection of the PNC. The second is a university teaching professional, with extensive experience in natural resource management and conservation of natural areas, while the third is a professional expert in ecotourism, university professor and consultant on environmental issues.

b. Selection of criteria

To design the chosen model, the experts established the criteria related to the tourism problem, which allow the decision model for ecotourism to be adequately evaluated. To accomplish this, the experts meet and consider several aspects. First, the conservation goals of the PNC were considered; second, the weaknesses and threats or hazards of the strategic management tool of Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats (SWOT), were analyzed, to later determine the various environmental problems generated by tourism (Helms & Nixon, 2010; Sabbaghi & Vaidyanathan, 2004; Puyt *et al.*, 2023). With all this material, and after the field visits as well as the additional support by the existing literature on the PNC and ecotourism, the criteria were discussed and organized in a way that allows evaluating the problems derived from tourism. The criteria selected by the panel of experts are detailed as biodiversity loss, erosion, waste generation, pollution, and generation of employment as well as economic income.

c. Aggregation of solution alternatives

Once the criteria that influence the evaluation and decision-making to have ecological tourism, were established, the expert panel oversaw proposing different strategies or alternatives for action (solutions). To fulfill this issue, a bibliographic review was performed as well as interviews with two representatives of the Park Administration (different actors of the expert panel), so that, they could contribute their ideas on possible strategies that contribute to promoting ecotourism in this protected area. Subsequently, the experts meet to propose several strategies or alternatives for action to perform ecotourism in the PNC, of which the experts finally chose four:

- ✓ Alternative 1. Tourist entry control;
- ✓ Alternative 2. Surveillance of tourist activities;
- ✓ Alternative 3. Signage of trails and tourist sites
- ✓ Alternative 4. Environmental Education.

These alternatives that the experts chose after a meeting, together with the identified criteria, are part of the AHP model, whose main goal is to develop an ecological tourism or ecotourism, which will be evaluated by the panel of experts.

d. Design of the AHP Model

The hierarchical structure of the model has as the main goal the ecotourism the criteria to reach the goal are the minimum environmental impacts generated by the activity, which is ecotourism, as well as the alternatives which are the solutions to overcome the environmental impacts (FIGURE 4).

e. Evaluation of the Model

Once the criteria and alternatives were selected for ecological tourism in the PNC, the corresponding surveys were conducted on each of the experts, following the Saaty methodology (Saaty, 2008), whose assessment scale varies from 1 to 9, as indicated in TABLE 1.

TABLE 1. Fundamental Scale of Saaty (Modified from Saaty, 2008)

Scale	Preference	Description
1	Equal	Equal importance
3	Moderate	Slight importance of one over another
5	Strong	Moderate importance of one over another
7	Very strong	Very strong importance of one over another
9	Extreme	Extreme importance of one over another

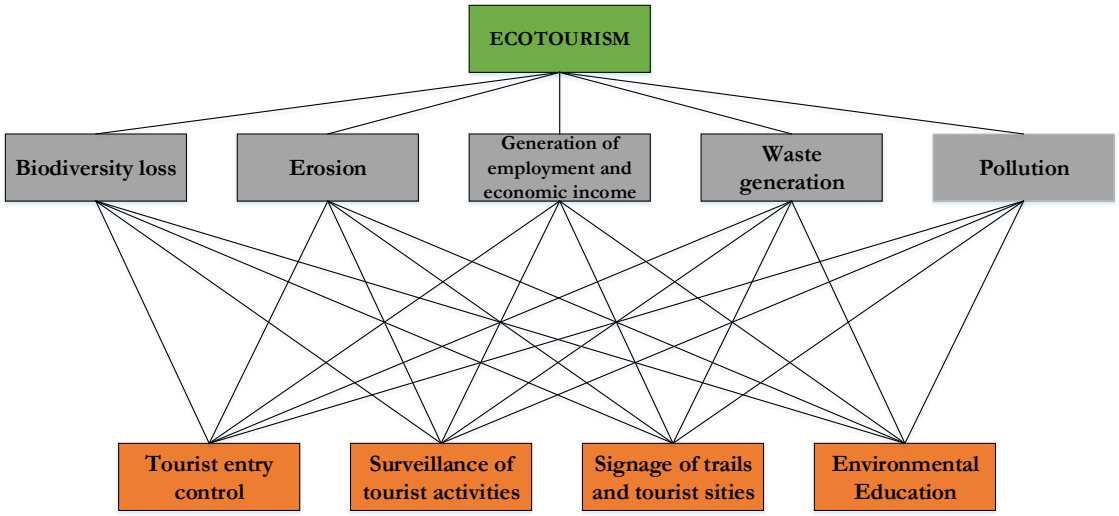


FIGURE 4. AHP Model of the study case

An example of a question related to environmental impacts may serve the following affirmations. In relation to the environmental impacts caused by tourism, which do you think is more important: erosion or pollution? How much more important: 1 3 5 7 9? Likewise, an example of a question about preferences for alternative for action or solutions may serve as that which follows. In relation to the alternatives for action to avoid or reduce the environmental impacts caused by tourism, which solution do you prefer or is more important, to develop ecological tourism: Tourist entry control or Environmental education? How much more important: 1 3 5 7 9?, amongst others.

f. Hierarchization of the criteria and alternatives

To get the priorities of the criteria and solution alternatives, the following five steps need to be developed: a) Elaboration of the judgment value matrices about the criteria and alternatives; b) Normalization of the judgment value matrices; c) Computing the weight vector and the consistency ratio for criteria; d) Computing the weight vector and the consistency ratio for alternatives; e) Application of the weights by multiplying the matrices of the alternatives weights by the criteria weights, in order to obtain the weight vector of the alternatives.

In order to compute the weight vector (eigenvector) of the criteria and alternatives, it is necessary to work with the normalized matrices of the judgment value matrices about the criteria and alternatives respectively. Such eigenvector (W) is the average by rows of the normalized matrix N. Furthermore, in order to compute the consistency ratio, the following four-step procedure and equations were used, according to Saaty's methodology:

First, the vector λW must be computed by multiplying the matrix A by the weight vector W, following the equation: A*v= λv; for our case: A*W=λ*W, where A is the square matrix of judgment values about the criteria, W is the eigenvector (weight vector), and λ is the eigenvalue.

Second, *λmax* must be computed by summing the rows of the *λW* vector, in order to determine the Consistency Index (CI).

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n-1}$$

Third, the Aleatory Index (AI) is determined by using the following TABLE 6 (Saaty, 1990):

TABLE 6. Aleatory Index (AI) for values of n (number of variables)

n	1	2	3	4	5	6	7	8
AI	0	0	0,525	0,882	1,115	1,252	1,341	1,404
n	9	10	11	12	13	14	15	16
AI	1,452	1,484	1,513	1,535	1,555	1,570	1,583	1,595

Fourth, the Consistency Ratio (CR) is calculated by dividing CI over AI: $\boldsymbol{CR = \frac{CI}{AI}}$

The Consistency Ratio (CR) of the judgment value matrices must be lower than the admissible value given by the Saaty Methodology (≤ 0,10).

4. Results and discussion

According to the methodology, the evaluation of the AHP model elaborated by the expert panel was realized by surveys, and the results are described in detail below.

4.1 Matrices of judgment values about the criteria and alternatives

Primarily, the results of the surveys generated by a pairwise comparison, by using the Saaty's Scale, about the indicators or environmental impacts generated by the tourism, are presented in TABLE 2. Furthermore, the results of the surveys about the solution preferences are presented in TABLE 3.

TABLE 2. Matrix (A) of judgment values about the criteria

CRITERIA	Biodiversity loss	Erosion	Waste generation	Pollution	Generation of employment and economic income
Biodiversity loss	1,00	0,14	0,25	0,17	3,00
Erosion	7,00	1,00	5,00	0,14	2,00
Waste generation	4,00	0,20	1,00	7,00	2,00
Pollution	6,00	7,00	0,14	1,00	4,00
Generation of employment and economic income	0,33	0,50	0,50	0,25	1,00

TABLE 3. Matrix (A1) of judgment values about the alternatives with respect to the criterion "biodiversity loss"

ALTERNATIVES	Tourist entry control	Surveillance of tourist activities	Environmental Education	Signage of trails and tourist sites
Tourist entry control	1,00	3,00	3,00	5,00
Surveillance of tourist activities	0,33	1,00	1,00	3,00
Environmental Education	0,33	1,00	1,00	3,00
Signage of trails and tourist sites	0,20	0,33	0,33	1,00

Then, the AHP methodology is applied to determine the prioritization of the impacts due to the tourism as well as of the solution alternatives.

4.2 Normalization of the judgment value matrices

Based on the judgment value matrices, the normalized matrices are obtained and presented in TABLES 4 and 5.

TABLE 4. Normalized matrix (N) of the criteria

ENVIRONMENTAL IMPACTS	Biodiversity loss	Erosion	Waste generation	Pollution	Generation of employment and economic income
Biodiversity loss	0,05	0,02	0,04	0,02	0,25
Erosion	0,38	0,11	0,73	0,02	0,17
Waste generation	0,22	0,02	0,15	0,82	0,17
Pollution	0,33	0,79	0,02	0,12	0,33
Generation of employment and economic income	0,02	0,06	0,07	0,03	0,08

TABLE 5. Normalized matrix (N1) of the alternatives which were evaluated according to the criterion biodiversity loss

ALTERNATIVES	Tourist entry control	Surveillance of tourist activities	Environmental Education	Signage of trails and tourist sites
Tourist entry control	0,5357	0,5625	0,5625	0,4167
Surveillance of tourist activities	0,1785	0,1875	0,1875	0,2500
Environmental Education	0,1785	0,1875	0,1875	0,2500
Signage of trails and tourist sites	0,1071	0,0625	0,0625	0,0833

4.3 Weight vector and consistency ratio for the criteria

The weight vector and the consistency ratio are computed following the steps indicated in the methodology.

Computing the Weight Vector or eigenvector (W):

	0,059471725
	0,32290107
W =	0,268289034
	0,292147385
	0,057190786

The values of the previous vector are the weights of the criteria (eigenvector W).

Computing the vector λW:

	λW
	0,39278426
	1,72743699
A*W=	1,87373844
	0,98178617
	0,43394437
λmax	***5,40969019***

Computing the consistency ratio (CR):

CONSISTENCY			
CI	0,10242263	(n=5)	
AI	1,115	(n=5)	
CR	0,09185886	admissible inconsistency	

The Consistency Ratio (CR) of the judgment value matrix about the criteria is 0.09 which is lower than 0.10, it means that the judgment values given by the expert panel are consistent.

4.4 Computing the weight vector and the consistency ratio for alternatives

In order to obtain the eigenvector and the consistency ratio for alternatives, the process just stated above needed to be followed accordingly. Thus, the weight vector for the matrix A1 (judgment values about the alternatives with respect to the criterion 'biodiversity loss') or eigenvector is computed and it is necessary to use with the normalized matrix of the matrix of judgment values about the alternatives with respect to the criterion 'biodiversity loss', as indicated below.

Weight vector o eigenvector (W1) (Average by rows of the normalized matrix N1):

W1 =

0,519345238
0,200892857
0,200892857
0,078869048

In the same way, the consistency ratio of the judgment-value matrix about the alternatives was computed, being the CR=0,02, which is lower than 0,10, it means that the judgment values given by the expert panel are consistent. The just stated methodology is generated in the same way in order to obtain the weight vectors of the alternatives for each criterion. The five weight vectors (W1, W2, W3, W4, W5) are presented in the following matrix (A'), (TABLE 7).

TABLE 7**.** Matrix of the weight vectors of the alternatives for each criterion

A' =

	W1	**W2**	**W3**	**W4**	**W5**
CRITERIA / ALTERNATIVES	**Biodiversity loss**	**Erosion**	**Waste generation**	**Pollution**	**Generation of employment and economic income**
Tourist entry control	0,519345238	0,218921703	0,182683271	0,157222222	0,319535581
Surveillance of tourist activities	0,200892857	0,218921703	0,510032895	0,543333333	0,49982385
Environmental education	0,200892857	0,50051511	0,184891917	0,191388889	0,061545365
Signage of trails and tourist sites	0,078869048	0,061641484	0,122391917	0,108055556	0,119095205

4.5 Application of the criteria weights into the alternative weights

According to the Saaty methodology, the application of the criteria weights into the alternative weights, are applied by multiplying the matrices of the alternative weights (A') by the criteria weights (W), in order to obtain the weight vector or eigenvector related to the alternatives.

Priorities vector = A' * W =

ORDER	PRIORITIES	
3	Tourist entry control	0,21479
1	Surveillance of tourist activities	0,40679
2	Environmental Education	0,2826
4	Signage of trails and tourist sites	0,09581

By realizing this, the hierarchy of the environmental impacts and their solution to perform an ecological tourism, are presented in the following matrices (TABLE 8 and 9).

TABLE 8. Hierarchy of the criteria

ORDER	PRIORITIES VECTOR	PRIORITIES (%)	Environmental Impacts (criteria)
4	0,059471725	5,9	Biodiversity loss
1	0,32290107	32,3	Erosion
3	0,268289034	26,9	Waste generation
2	0,292147385	29,2	Pollution
5	0,057190786	5,7	Generation of employment and economic income

TABLE 9. Hierarchy of the alternatives

ORDER	PRIORITIES VECTOR	PRIORITIES (%)	ALTERNATIVES (solutions)
3	0,214794880	21,4	Tourist entry control
1	0,406792461	40,7	Surveillance of tourist activities
2	0,282602375	28,3	Environmental Education
4	0,095810285	9,6	Signage of trails and tourist sites

According to the results about the hierarchy of the criteria, the main impact of the tourist activities is erosion which account with 32,3% in the ranking. This resulted due to many tourism activities that cause severe damage to the fragile ecosystems (moorland, sandy paths and ecological sites) of the national park (Díaz *et al.*, 2024). The second important impact is contamination (29,2%), which is due to the tourist activities that cause contamination of the water areas, the air and the ground (soil). The third important impact is waste generation (26,9%) due to the tourism activities which are generating solid and liquid waste as well as waste gases. This impact contributes to the contamination of the environmental components. However, it was fundamental to analyze this separately due to the big problem that this impact is causing to the conservation of the park (Jácome *et al.*, 2013).

The fourth impact in the hierarchy is biodiversity loss (5,9%). This impact appears to be less important in the ranking, but it should be considered in the management plan of the PNC. Such issue appears especially when the park is dealing with provoked fires, even though these are rare lately, the park manager should not discard it. The fifth impact is generation of employment and economic income. This is the less important one due to the tourist activities in the PNC, it still little important for the local economy, as most tourism activities are lasting less than a day (Ministerio de Turismo, 2023). Therefore, the generation of employment and income for local population remains still low.

To solve all these environmental impacts, the AHP model allows the solution-alternative hierarchy, being the surveillance of tourist activities the most preferred by the expert panel, with a hierarchy of 40,7%. This is because of the surveillance of the tourists is a key issue in order to avoid or diminish all the just stated environmental impacts due to the high influx of tourists and the lack of surveillance of all activities done by the tourists. Besides, there are various environmental impacts caused in ecological zones by uncontrolled tourism, among which the most representatives are the different types of pollution to the environment by the different residues emitted by uncontrolled tourist activities (Sadeghian, 2019; Murava & Korobeinykova, 2016). Moreover, the excess population and its agglomeration in the paths and ecological sites, generate land use problems, ecological breakdown, damage to nature, and alterations in the landscape due to loss of biodiversity (Jácome *et al.*, 2013).

The second preferred alternative is the so-called environmental education, which is obviously fundamental to be considered to formulate a successful park management plan (Rickinson, 2001; Carleton-Hug & Hug, 2010; Potter, 2009). This alternative is very important as well the training of the personnel involved in environmental activities and projects (Floyd *et al.*, 1997; Oleśniewicz *et al.*, 2020; Deng *et al.*, 2003) and in the management of the protected natural areas (MAATE, 2023). Therefore, the environmental management plans of the natural areas, contain the Environmental Education Program according to the guidelines from the Environmental Ministry of Ecuador (MAATE, 2023). Environmental education and training must be understood as an instrument of very effective impact prevention (Tilbury, 1995; Monroe *et al.*, 2008). Thus, by implementing this alternative of Environmental Education in the Cotopaxi National Plan, there will be a success in the fulfillment of the main goals in the management of such area.

The third preferred solution alternative is the tourist entry control (21,4%). This is also fundamental to the conservation of the park, as controlling the tourist entry is a priority issue to deal with (Han *et al.*, 2021; Hampton, 2003). By implementing this, there will be less environmental impacts, and these will be the least possible and almost compatible with the environment.

Finally, the least preferred alternative is the signage of trail and tourist sites. This solution to the environmental impacts caused by the tourism, is also essential to be implemented to avoid many environmental impacts due to the lack or little signage on the trails and tourist sites. The lack of it, may mislead visitors in sensitive places of the environment, leading to potential damage (Deri *et al.*, 2023; Hughes & Morrison-Saunders, 2002; Wolf *et al.*, 2012).

5. Conclusions

The AHP methodology to hierarchize the environmental impacts and its solution, due to the tourism activities, was extraordinarily applicable to the Cotopaxi National Park, obtaining adequate results for the ecotourism in the park trails and tourist sites.

The most important environmental impact obtained by the AHP methodology was erosion due to the tourist activities, and the most preferred solution alternative was surveillance of tourist activities.

The judgment values about the criteria and the alternatives given by the expert panel were consistent because all the consistency ratios obtained were less than 0.10.

Finally, to avoid the environmental impacts due to the tourism, besides of the program of surveillance of tourist activities, a program of the tourist entry control should be implemented in the Cotopaxi National Park. This should be realized especially during the national holidays, when the carrying capacity of the area is overpassed.

6. References quoted

ABBA, A. H.; NOOR, Z. Z.; YUSUF, R. O.; DIN, M. F. M. & M. A. A. HASSAN. 2013. "Assessing environmental impacts of municipal solid waste of Johor by analytical hierarchy process". *Resources, Conservation and Recycling*, 73: 188-196. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.01.003

AGUILERA, E. & T. TOULKERIDIS. 2005. "El Volcán Cotopaxi, una amenaza que acecha". COSUDE, CGVG-USFQ, ESPE, FOES. Quito, Ecuador. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/

BELSOY, J.; KORIR, J. & J. YEGO. 2012. "Environmental impacts of tourism in protected areas". *Journal of Environment and Earth Science*, 2(10): 64-73. Disponible en: https://core.ac.uk/download/pdf/234662989.pdf

CANTEIRO, M.; CÓRDOVA-TAPIA, F. & A. BRAZEIRO. 2018. "Tourism impact assessment: A tool to evaluate the environmental impacts of touristic activities in Natural Protected Areas". *Tourism Management Perspectives*, 28: 220-227. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.09.007

CARLETON-HUG, A. & J. W. HUG. 2010. "Challenges and opportunities for evaluating environmental education programs". *Evaluation and Program Planning*, 33(2): 159-164. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2009.07.005

CHAPE, S.; HARRISON, J.; SPALDING, M. & I. LYSENKO. 2005. "Measuring the extent and effectiveness of protected areas as an indicator for meeting global biodiversity targets". *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 360(1454): 443-455. Disponible en: https://doi.org/10.1098/rstb.2004.1592

COCCOSSIS, H. 2022. "Tourism carrying capacity". In *Encyclopedia of Tourism Management and Marketing*, pp. 400-403. Edward Elgar Publishing. Disponible en: https://doi.org/10.4337/9781800377486

DENG, J.; QIANG, S.; WALKER, G. J. & Y. ZHANG. 2003. "Assessment on and perception of visitors' environmental impacts of nature tourism: A case study of Zhangjiajie National Forest Park, China". *Journal of Sustainable Tourism*, 11(6): 529-548. Disponible en: https://doi.org/10.1080/09669580308667219

DERI, M. G.; CHITI, L. & A. CIUFFOLETTI. 2023. "A sustainable approach to tourist signage on heritage trails". *Sustainability*, 15(23): 16251. Disponible en: https://doi.org/10.3390/su152316251

DÍAZ, D.; JÁCOME, W.; GÓMEZ, T. & T. TOULKERIDIS. 2024. "Ecotourism carrying capacity of the Cotopaxi National Park, Central Ecuador". *Revista Geográfica Venezolana*, 65(1): 100-121. Disponible en: https://doi.org/10.53766/RGV/2024.65.1.07

DUDLEY, N. 2008. "Directrices para la aplicación de las categorías de gestión de áreas protegidas". Disponible en: https://portals.iucn.org/

ECHEGARAY-AVEIGA, R. C.; RODRÍGUEZ-ESPINOSA, F.; TOULKERIDIS, T. & R.D. ECHEGARAY-AVEIGA. 2020. "Possible effects of potential lahars from Cotopaxi volcano on housing market prices". *Journal of Applied Volcanology*, 9, 1-11. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s13617-020-00093-1

FLOYD, M. F.; JANG, H. & F. P. NOE. 1997. "The relationship between environmental concern and acceptability of environmental impacts among visitors to two US national park settings". *Journal of Environmental Management*, 51(4): 391-412. Disponible en: https://doi.org/10.1006/jema.1997.0151

GHULAMRABBANY, M.; AFRIN, S.; RAHMAN, A.; ISLAM, F. & F. HOQUE. 2013. "Environmental effects of tourism". *American Journal of Environment, Energy and Power Research*, 1(7): 117-130. Disponible en: www.ajeepr.com

GUTIÉRREZ, L.; MARTINEZ, S.; GOMEZ, C.; GIL, V. & L. CABEZAS. 2021. "Cálculo de la capacidad de carga y capacidad de acogida turística multicriterio para la reserva biológica El Encenillo, Guasca, Cundinamarca, Colombia". *Investigaciones Turisticas*, 21: 224-255. Disponible en: https://doi.org/10.14198/INTURI2021.21.11

HAMPTON, M. P. 2003. "Entry points for local tourism in developing countries: evidence from Yogyakarta, Indonesia". *Geografiska Annaler: Series B, Human Geography*, 85(2): 85-101. Disponible en: https://doi.org/10.1111/1468-0467.00133

HAN, Y.; YANG, G. & T. ZHANG. 2021. "Spatial-temporal response patterns of tourist flow under entrance tourist flow control scheme". *Tourism Management*, 83, 104246. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tourman.2020.104246

HELMS, M. M. & J. NIXON. 2010. "Exploring SWOT analysis–where are we now? A review of academic research from the last decade". *Journal of Strategy and Management*, 3(3): 215-251. Disponible en: https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/17554251011064837/full/html

HO, W. 2008. "Integrated analytic hierarchy process and its applications–A literature review". *European Journal of operational research*, 186(1): 211-228. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2007.01.004

HUGHES, M. & A. MORRISON-SAUNDERS. 2002. "Impact of trail-side interpretive signs on visitor knowledge". *Journal of Ecotourism*, 1(2-3): 122-132. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14724040208668119

JÁCOME, W.; GÓMEZ, T. & R. PACHACAMA, 2013. "Assessing the sustainability of grazing in protected natural areas by means of the ANP. The case of the Cotopaxi National Park, Ecuador". *Proceedings of the International Symposium on the Analytic Hierarchy Process 2013*. Disponible en: https://isahp.org/uploads/41.pdf

KAYA, T. & C. KAHRAMAN. 2011. "An integrated fuzzy AHP–ELECTRE methodology for environmental impact assessment". *Expert Systems with Applications*, 38(7): 8.553-8.562. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.01.057

KUSS, F. R. & J. M. MORGAN. 1986. "A first alternative for estimating the physical carrying capacities of natural areas for recreation". *Environmental Management*, 10: 255-262. Disponible en: https://doi.org/10.1007/BF01867363

MAATE. 2024. "Plan Estratégico Institucional 2024-2025". Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/09/PLAN-ESTRATEGICO-INSTITUCIONAL-MAATE-2024-2025.pdf

MAATE. 2023. "Lineamientos para la elaboración del plan de manejo de las áreas protegidas del sistema nacional de áreas protegidas". Disponible en: https://avesconservacion.org/wp-content/uploads/2023/03/Lineamientos-planes-de-manejo-2023.pdf

MAATE. 2022. "Áreas Protegidas". Disponible en: https://www.ambiente.gob.ec/areas-protegidas-3/

MATIAS, T. P.; LEONEL, J. & A. M. IMPERADOR. 2022. "A systemic environmental impact assessment on tourism in island and coastal ecosystems". *Environmental Development*, 44: 100765. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.envdev.2022.100765

MINISTERIO DE TURISMO. 2023. *Rendición de Cuentas 2023*. Disponible en: https://www.turismo.gob.ec/wpcontent/uploads/2024/01/

MINISTERIO DE TURISMO. 2009. "Guía Interpretativa del Parque Nacional Cotopaxi". Disponible en: https://studylib.es/doc/6931995/gu%C3%ADa-interpretativa-del-parque-nacional-cotopaxi

MONROE, M. C.; ANDREWS, E. & K. BIEDENWEG. 2008. "A framework for environmental education strategies". *Applied Environmental Education & Communication*, 6(3-4): 205-216. Disponible en: https://doi.org/10.1080/15330150801944416

MONTOYA, A. G.; VIZUETE, D. C.; PARRA, F. E.; VELÁSQUEZ, R. C.; JÁCOME, E. M.; POZO, F. Q. & G. R. SANTAMARÍA. 2020. "Current situation of tourism in Ecuador: challenges and opportunities". *Green World Journal*, 3: 11. Disponible en: https://www.greenworldjournal.com/doi-030-gwj-2020

MORA, M. J. M.; GONZÁLEZ, C. A. L.; HIDALGO, D. A. E. & T. TOULKERIDIS. 2022. "Determination of altitudes of the three main Ecuadorian summits through GNSS positioning". *Geodesy and Geodynamics*, 13(4): 343-351. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.geog.2021.11.006

MURAVA, I. & Y. KOROBEINYKOVA. 2016. "The analysis of the waste problem in tourist destinations on the example of Carpathian region in Ukraine". *Journal of Ecological Engineering*, 17(2). Disponible en: https://doi.org/10.12911/22998993/62285

NANTES, E. 2019. "El método Analytic Hierarchy Process para la toma de decisiones. Repaso de la metodología y aplicaciones". *Investigación Operativa*, 46: 54-73. Disponible en: https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/6060

NETO, F. 2003. "A new approach to sustainable tourism development: Moving beyond environmental protection". *Natural Resources Forum*, 27(3): 212-222. Disponible en: https://doi.org/10.1111/1477-8947.00056.

OLEŚNIEWICZ, P.; PYTEL, S.; MARKIEWICZ-PATKOWSKA, J.; SZROMEK, A. R. & S. JANDOVÁ. 2020. "A model of the sustainable management of the natural environment in national parks—A case study of national parks in Poland". *Sustainability*, 12(7): 2704. Disponible en: https://doi.org/10.3390/su12072704

PADILLA, O.; TOULKERIDIS, T. & J. BOSQUE SENDRA. 2022. Smart city planning with geomatic modeling of lahar evacuation routes in the northern populated area of Cotopaxi Volcano, Ecuador. In *Doctoral Symposium on Information and Communication Technologies-DSICT*, pp. 74-88. Cham: Springer International Publishing. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-93718-8_7

PENG, J.; DU, Y.; LIU, Y. & X. HU. 2016. "How to assess urban development potential in mountain areas? An approach of ecological carrying capacity in the view of coupled human and natural systems". *Ecological Indicators*, 60: 1017-1030. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.09.008

POTTER, G. 2009. "Environmental education for the 21st century: Where do we go now?". *The Journal of Environmental Education*, 41(1): 22-33. Disponible en: https://doi.org/10.1080/00958960903209975

PULIDO-FERNÁNDEZ, J. I.; CARRILLO-HIDALGO, I.; LÓPEZ-SÁNCHEZ, Y. & J. CASADO-MONTILLA. 2024. "Assessing social carrying capacity of tourists in protected natural areas". *Current Issues in Tourism*, 1-17. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13683500.2024.2320865

PUYT, R. W.; LIE, F. B.; & C. P. WILDEROM. 2023. "The origins of SWOT analysis". *Long Range Planning*, 56(3), 102304. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304

RICKINSON, M. 2001. "Learners and learning in environmental education: A critical review of the evidence". *Environmental Education Research*, 7(3): 207-320. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13504620120065230

RIVERA, M. A. 2017. "The synergies between human development, economic growth, and tourism within a developing country: An empirical model for Ecuador". *Journal of Destination Marketing & Management*, 6(3): 221-232. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2016.04.002

RODAS, A.; BENAVIDES, L.; ARMIJOS, S.; ANDRADE, A.; GUEVARA, A. R. G. & F. GUAMÁN-GUEVARA. 2024. "Understanding motivational determinants". *Miscellanea Geographica*, 28(3): 101-111. Disponible en: https://doi.org/10.2478/mgrsd-2023-0036

RODRIGUEZ, F.; TOULKERIDIS, T.; SANDOVAL, W.; PADILLA, O. & F. MATO. 2017. "Economic risk assessment of Cotopaxi volcano, Ecuador, in case of a future lahar emplacement". *Natural Hazards*, 85: 605-618. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11069-016-2589-1

SAATY, T. 2008. "Decision making with the analytic hierarchy process". *Int. J. Services Sciences*, 1(1). Disponible en: https://doi.org/10.1504/IJSSCI.2008.017590

SAATY, T. L. 2001. "Deriving the AHP 1-9 scale from first principles". *Proceedings 6th ISAHP*. Berna, Suiza, 397-402. Disponible en: https://www.isahp.org/

SAATY, T. L. 1990. "How to make a decision: the analytic hierarchy process". *European Journal of Operational Research*, 48(1): 9-26. Disponible en: https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90057-I

SAATY, T. L. 1977. "A scaling method for priorities in hierarchical structures". *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3): 234-281. Disponible en: https://doi.org/10.1016/0022-2496(77)90033-5

SABBAGHI, A. & G. VAIDYANATHAN. 2004. "SWOT analysis and theory of constraint in information technology projects". *Information Systems Education Journal*, 2(23): 1-19. Disponible en: http://isedj.org/2/23/

SADEGHIAN, M. M. 2019. "Negative environmental impacts of tourism, a brief review". *Journal of Novel Applied Sciences*, 8(3): 71-76. Disponible en: https://blue-ap.com/J/List/8/

SMERAL, E. 1996. "Economic policy measures for reducing the environmental impact of tourism". *Tourism Economics*, 2(2): 173-184. Disponible en: https://doi.org/10.1177/135481669600200206

SÓLNES, J. 2003. "Environmental quality indexing of large industrial development alternatives using AHP". *Environmental Impact Assessment Review*, 23(3): 283-303. Disponible en: https://doi.org/10.1016/S0195-9255(03)00004-0

TILBURY, D. 1995. "Environmental education for sustainability: Defining the new focus of environmental education in the 1990s". *Environmental Education Research*, 1(2): 195-212. Disponible en: https://doi.org/10.1080/1350462950010206.

TOULKERIDIS, T. & I. ZACH. 2017. "Wind directions of volcanic ash-charged clouds in Ecuador–implications for the public and flight safety". *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 8(2): 242-256. Disponible en: https://doi.org/10.1080/19475705.2016.1199445

TOULKERIDIS, T.; ROSENFELD, H. G.; RIZZI, F. N.; CASTILLO-FORTINA, A.; JAEGGI-CASTAGNO, J.; VIZUETE, K.; ... & M. CRUZ-D. 2015. "Implications of the eruptive behavior based on volcanic ash emitted during the 2015 activity of the Cotopaxi volcano, Ecuador". *Multidisciplinary Science Journal*, 7(3): 2025121-2025121. Disponible en: https://10.31893/multiscience.2025121

TOULKERIDIS, T.; PÁEZ-BARRERA, G. T.; CHÁVEZ-MELO, M. F.: ALVAREZ-CALUPIÑA, G. F.; ESPINOZA-CARRIEL, P. M.; CHIRIBOGA-BARBA, D. F.; ... & I. SINDE-GONZÁLEZ. 2025. "Remarkable Geosites of Quito That Are Aspiring to Be a UNESCO Global Geopark". *Geosciences*, *15*(4): 116. Disponible en: https://doi.org/10.3390/geosciences15040116

UICN. 2015. "Gobernanza de Áreas Protegidas. De la comprensión a la acción". Disponible en: https://portals.iucn.org/

UNIVERSIDAD ECOTEC. 2021. "Parque Nacional Cotopaxi". Obtenido de Universidad Ecotec: Disponible en: https://www.ecotec.edu.ec/documentacion/

VACA, A.; ARROYO, C.; DEBUT, A.; TOULKERIDIS, T.; CUMBAL, L.; MATO, F. & E. AGUILERA. 2016. "Characterization of fine-grained material ejected by the Cotopaxi volcano employing X-ray diffraction and electron diffraction scattering techniques". *Biology and Medicine*, 8(3): 1. Disponible en: http://dx.doi.org/10.4172/0974-8369.1000280

VAIDYA, O. S. & S. KUMAR. 2006. "Analytic hierarchy process: An overview of applications". *European Journal of operational research*, 169(1): 1-29. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.04.028

VARGAS, L. G. 1990. "An overview of the analytic hierarchy process and its applications". *European Journal of Operational Research*, 48(1): 2-8. Disponible en: https://doi.org/10.1016/0377-2217(90)90056-H

VLADIMIR, V. F.; MERCEDES, N. C.; FRANCISCA, C. M. M. & M. V. D. JOSÉ. 2019. "Tourism planning and competitiveness in Ecuador". *African Journal of Hospitality, Tourism and Leisure*, 8(5). Disponible en: https://scholar.google.com/citations?user=xsXhvzMAAAAJ&hl=es

WOLF, I. D.; HAGENLOH, G. & D. B. CROFT. 2012. "Visitor monitoring along roads and hiking trails: How to determine usage levels in tourist sites". *Tourism Management*, 33(1): 16-28. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tourman.2011.01.019

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Quito, Ecuador; agosto, 2024

Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA | Volumen 67(2) 2026 julio-diciembre | ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: diciembre, 2024/ Aceptado: noviembre, 2025
pp. 325-341 /

Tendencias en técnicas para el análisis del riesgo por desprendimiento de rocas en taludes viales

Tendências em técnicas para análise de risco de desprendimento de rochas em taludes rodoviários

Trends in techniques for analyzing the risk of rockfall on road embankments

Roberto José Torres Hoyer [1], Jackeline Coromoto Peña Suárez[2], Ricardo Picón Rodríguez[3], Wilmer José Barreto[4] y Jesús Alberto Torres Hoyer[1]

[1] Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigación GEOKIMÜN; Universidad de Los Andes, Grupo de Investigación de Geología Aplicada (GIGA), Mérida, Venezuela
[2] Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ingeniería, Depto de Obras Civiles y Geología, Temuco, Chile
[3] Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigación GEOKIMÜN; Universidad Centro Occidental 'Lisandro Alvarado' (UCLA), Depto de Estructuras, Decanato de Ingeniería Civil Barquisimeto, estado Lara, Venezuela
[4] Universidad Católica de Temuco, Facultad de Ingeniería, Centro de Investigación GEOKIMÜN; Universidad Centro Occidental 'Lisandro Alvarado' (UCLA), Depto de Hidráulica y Sanitaria, Decanato de Ingeniería Civil Barquisimeto, estado Lara, Venezuela
Quito Ecuador
rtorres@uct.cl; jpena@uct.cl; rpicon@cct.cl; wbarreto@uct.cl; j.torres@uct.cl

Torres R: https://orcid.org/0000-0002-3701-2561
Peña: https://orcid.org/0000-0001-6025-6428
Picón: https://orcid.org/0000-0001-6356-7360
Barreto: https://orcid.org/0000-0002-1861-0742
Torres J.: https://orcid.org/0000-0002-3573-8350

Resumen

Los derrumbes o caídas de rocas son un problema constante para los ingenieros viales, es por ello que se realiza esta revisión de la literatura existente, en cuanto a la estimación y modelación del riesgo por impacto de rocas a vehículos en carreteras, abordando en primer lugar los temas referentes a la amenaza por desprendimiento de rocas, entre los que destacan las condiciones geotécnica; así como lo asociados con la vulnerabilidad, tanto de la infraestructura como de los vehículos. Para la realización de este estudio del estado del arte del riesgo, las metodologías analizadas utilizan diferentes tipos de mediciones en terreno, así como simulaciones numéricas y estadísticas que determinan el grado de amenaza. Las diferentes metodologías utilizadas para el análisis o estimación del riesgo se enfocan en la amenaza y pocas están orientadas a estimar la vulnerabilidad.

PALABRAS CLAVES: riesgo; amenaza; caída de rocas; vulnerabilidad.

Resumo

Os deslizamentos ou quedas de rochas são um problema constante para os engenheiros rodoviários; por isso, é realizada esta revisão da literatura existente sobre a estimativa e modelagem do risco de impacto de rochas em veículos nas rodovias. A revisão aborda inicialmente os temas relacionados à ameaça de desprendimento de rochas, destacando-se as condições geotécnicas, bem como os aspectos associados à vulnerabilidade, tanto da infraestrutura quanto dos veículos. Para a realização deste estudo do estado da arte sobre o risco, as metodologias analisadas utilizam diferentes tipos de medições em campo, bem como simulações numéricas e estatísticas que determinam o grau de ameaça. As diferentes metodologias utilizadas para a análise ou estimativa do risco concentram-se na ameaça, e poucas estão voltadas para a estimativa da vulnerabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: risco; ameaça; queda de rochas; vulnerabilidade.

Abstract

Rockfalls or rock collapses are a constant problem for road engineers; this is why this review of the existing literature is carried out regarding the estimation and modeling of the risk of rock impacts on vehicles on highways. The review first addresses topics related to rockfall hazard, highlighting geotechnical conditions, as well as those associated with the vulnerability of both infrastructure and vehicles. For the development of this state-of-the-art study on risk, the methodologies analyzed use different types of field measurements, as well as numerical and statistical simulations that determine the level of hazard. The various methodologies used for risk analysis or estimation focus on the hazard, and few are oriented toward estimating vulnerability.

Keywords: risk; hazard; rockfall; vulnerability.

1. Introducción

La infraestructura vial es esencial para el desarrollo de un país, por lo que el estudio del desprendimiento de rocas (caídas o vuelcos) en las laderas adyacentes a las carreteras ha ido cobrando importancia debido al diseño o trazado de carreteras en áreas geomorfológicamente complejas, lo que representa riesgos tanto para la infraestructura como para los usuarios.

En los diseños geométricos de carreteras, los taludes tienen pendientes donde es común encontrar deslizamientos locales y procesos de degradación que describen una falla en el mismo, la cual puede verse afectada de diversas maneras dependiendo de la presencia o ausencia de agua, temperatura, actividad sísmica o parámetros geomecánicos de las rocas, aumentando el riesgo de desprendimiento de rocas.

Por ende, esta revisión bibliográfica se presenta para definir un estado del arte, que constituye una herramienta de análisis del riesgo en todos sus niveles, desde detectar la amenaza producida por taludes inestables, así como de la vulnerabilidad (Hernández y Ramírez, 2016), con el objetivo de establecer una línea base de las diversas metodologías existentes, junto con una revisión de antecedentes (Guevara, 2016) para el análisis del riesgo por desprendimiento de rocas en las pendientes de taludes o laderas a los costados de las carreteras.

En los últimos 10 años, no ha habido una revisión bibliográfica que recopile todos los métodos desarrollados hasta la fecha con respecto al análisis de riesgos (*Risk Analysis*) que consiste en el estudio del peligro (de la amenaza), tratando de cuantificar las informaciones, mediante la correlación de la probabilidad de ocurrencia de eventos peligrosos con la probabilidad de consecuencias indeseables, estimando los daños y realizando estudios de vulnerabilidad (Ogura y Macedo, 2002). Sin embargo, existen estudios relacionados con el análisis de riesgos en carreteras que, al ser recopilados, analizados y resumidos, pueden indicar el estado actual en cuanto a la modelización de riesgo de desprendimientos de rocas en carreteras, contribuyendo a identificar las necesidades y tendencias relacionadas con este importante tema.

Ferrari *et al*. (2016) mencionan que los fenómenos de desprendimiento de rocas representan un gran peligro en áreas montañosas porque pueden causar daños graves a la infraestructura y edificaciones, así como lesiones graves o fatalidades. Aunque los desprendimientos de rocas no representan el mismo nivel de riesgo económico que los deslizamientos de tierra a gran escala, son responsables de una cantidad similar de accidentes y fatalidades. Por lo tanto, es necesaria una planificación adecuada del uso del suelo para proteger a las personas, edificaciones e instalaciones de los peligros de desprendimientos de rocas. En las últimas dos décadas, se han propuesto varias metodologías para analizar los peligros de desprendimientos de rocas, identificar áreas potencialmente peligrosas (es decir, acantilados con bloques propensos a fallar) y proporcionar pautas para la evaluación del riesgo.

Briones *et al*. (2020), en 'Investigación sobre Desprendimientos de Rocas: Análisis Bibliométrico y Tendencias Futuras', llevaron a cabo un estudio cuantitativo de la literatura científica, utilizando métodos matemáticos y estadísticos para analizar la producción, difusión y uso de la información sobre desprendimientos de rocas, que involucró un total de 811 publicaciones, 1.293 autores, 267 revistas, 54 países, 158 instituciones y 1598 palabras clave de diferentes autores. Es por esto que procedimos a realizar este análisis del estado del arte con las diversas metodologías analizadas y generar la correspondiente hermenéutica para la revisión bibliográfica en profundidad.

Guevara (2016) señala que una indagación de nuevos sentidos, trasciende el nivel descriptivo de los datos para establecer nuevas relaciones de interpretación entre las categorías del objeto de estudio, en nuestro caso las tendencias de análisis de riesgo en vialidades. Con tal propósito, se esboza una aproximación conceptual del estado del arte, su génesis y su definición; y como planteamiento central se propone una

investigación alternativa. En este sentido, se sugiere avanzar en el campo teórico y metodológico del estado del arte como propuesta de una mirada crítica a estrategias metodológicas.

2. Metodologías

Uribe y Páramo (2013) realizan una propuesta metodológica que consiste en una revisión de lo publicado en el área de investigación que se alinea con procesos rigurosos de formulaciones lógicas y documentación relevante que, en nuestro caso, se limita a desprendimientos de rocas desde laderas de carreteras y su impacto en las vías, mediante procesos inductivos de recopilación y sistematización de datos, y una interpretación deductiva enmarcada bajo principios epistemológicos y metodológicos.

Elementos comunes en las metodologías analizadas incluyen, por un lado, la amenaza o peligro, que implica desprendimientos de rocas y, por el otro, la vulnerabilidad que tiene en cuenta el daño que los desprendimientos de rocas pueden causar a nivel humano, económico o de infraestructura vial, para consolidarse en la ecuación descrita por la ONU del riesgo asociado con los desprendimientos de rocas en pendientes de carreteras.

El análisis de las diferentes metodologías se lleva a cabo evaluando modelos existentes, relacionados con el peligro y la vulnerabilidad de desprendimientos de rocas en pendientes, estableciendo en última instancia, una sección sobre la modelización del riesgo de impacto de rocas en las carreteras.

2.1 Metodologías para analizar la amenaza por caída de rocas

Los autores consultados presentan un conjunto de clasificaciones y criterios empleados en la literatura para evaluar la amenaza por desprendimiento de rocas, de acuerdo con las características específicas de la pendiente analizada. Por ejemplo, Arango y Echeverri (2014) aplican en su estudio metodologías geomecánicas como el *Rock Mass Rating* (RMR) de Bieniawski (1973, actualizado en 1979 y 1989) y el índice Q propuesto por Barton (1974). Belandria *et al*. (2017) incorpora además el índice geológico GSI de Hoek, Marinos y Benissi (1995), complementando el análisis con proyecciones estereográficas y el cálculo del factor de seguridad de las pendientes mediante el software *RocLab*. Este enfoque, respaldado por las leyes de la física que rigen los desprendimientos de rocas, permite una evaluación más objetiva de la estabilidad. Cabe señalar que varias de estas clasificaciones geomecánicas también se encuentran sistematizadas en el libro Ingeniería Geológica de Vallejo González *et al*. (2002), incluyendo el RQD de Deere (1964) y las recomendaciones de la ISRM (1981). Este análisis es respaldado por las leyes de la física que rigen los desprendimientos de rocas, ayudándose con el software *RocLab*. Amigó *et al*. (2005) parametriza todas las variables, asignando valores que reflejan el riesgo estimado para cada sección.

Anguas (2012) plantea como objetivo desarrollar un sistema de gestión de riesgos que identifique los sitios donde ocurren con mayor frecuencia los desprendimientos de rocas y las causas detrás de tales fallas. Esto implica reconocer las características de la sección, mostrar las características de los cortes de carretera mediante fotografías, anotar al técnico responsable del análisis y caracterizar variables hidrológicas (agua estancada, desagües sobre el talud, agua emanada) y geológicas (tipo de deslizamientos, material esfuerzos).

Suárez (1998), en 'Deslizamientos e Estabilidad de Laderas en Zonas Tropicales', basándose en el trabajo de Kanungo (1993), que propone una zonificación de peligros identificando áreas susceptibles a deslizamientos según la topografía, inventario de deslizamientos, pendientes y características geológicas, geomorfológicas y geotécnicas.

Este mismo autor también asigna calificaciones ponderadas a los parámetros geológicos, una práctica compartida por Hernández y Ramírez (2016), así como otros investigadores que, según su grado de influencia, es evaluado por ingenieros geólogos y geotécnicos. Proponen un sistema de calificación ponderada para la zonificación de peligros que

toma en cuenta varios elementos, como un inventario detallado de deslizamientos pasados y procesos de inestabilidad, una comprensión detallada de los factores que causan la inestabilidad y un análisis de la ocurrencia de la inestabilidad en relación con las condiciones ambientales en el área (Torres-Hoyer *et al*., 2019).

Lee *et al*. (2021) realiza una clasificación de los datos de desprendimientos de rocas, modela la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos de rocas y estima la magnitud de la reducción del riesgo mediante medidas de mitigación. El estudio utiliza 20 años de datos de desprendimientos de rocas recopilados por la Corporación de Autopistas de Corea en 1.215 cortes artificiales a lo largo de la red de carreteras en Corea del Sur. Propone una medida sintética de desprendimientos de rocas que permite comparaciones directas y cuantitativas del riesgo, entre diferentes cortes de pendiente en condiciones mitigadas y no mitigadas y, por otra parte, Li y otros (2019), en Sichuan, China, enfrenta peligros severos para las carreteras por desprendimientos de rocas o deslizamientos después del terremoto Jiuzhaigou Ms 7.0 de 2017. El estudio de campo emplea un vehículo aéreo no tripulado (UAV) e imágenes satelitales para identificar desprendimientos de rocas y deslizamientos de gran tamaño a lo largo de las carreteras. El peligro de desprendimiento de rocas se analiza cualitativamente utilizando la velocidad de vuelo y la altura del drone para el recuento de bloques, seguido de una simulación de desprendimiento de rocas local y regional en 3D. Luego se analiza cuantitativamente para diferentes clases de volumenes de bloques utilizando la probabilidad de eventos de desprendimiento de rocas, la probabilidad de propagación y la probabilidad espacial.

Hernández y Ramírez (2016) proceden a identificar laderas y pendientes inestables, caracterizándolas mediante inspecciones geotécnicas. Los resultados se relacionan en una base de datos, se verifica la infraestructura que puede verse afectada y se describen los fenómenos en términos de morfología y geometría de la pendiente. El material en el sitio se clasifica, se verifica la presencia de agua y se establecen los posibles mecanismos de falla de la masa. Esta metodología divide los factores desencadenantes en diferentes categorías y subcategorías, a cada una de las cuales se le asigna un valor que va de 1 a 5, donde 1 corresponde a la subcategoría menos importante como generadora de inestabilidad, y 5 a la más importante.

Londoño-Linares (2017) desarrolla un análisis de susceptibilidad a la ocurrencia de caídas de rocas, entendido como la facilidad con que un fenómeno puede ocurrir sobre la base de las condiciones locales del terreno. En este contexto, clasifica las pendientes como más o menos susceptibles de presentar inestabilidad considerando factores como la pendiente, la litología, el grado de fracturación, el grado de meteorización y la orientación de los planos de discontinuidad. Estos factores permiten zonificar áreas con mayor probabilidad de ocurrencia del fenómeno, lo que constituye un paso previo a los estudios de amenaza y riesgo. De esta manera, el estudio no cuantifica directamente el peligro, sino que aporta al conocimiento de las condiciones que predisponen al terreno a presentar desprendimientos de rocas.

Campero (2015) en 'Vulnerabilidad-Riesgo en Carreteras Locales' analiza el nivel de amenaza de áreas de ladera inestable verificando la frecuencia de caída de rocas de la zona inestable:

Alta frecuencia: 1 evento por año, en 10 años;
Frecuencia media: 2 eventos en 50 años;
Baja frecuencia: 1 evento en 50 años o ninguno.

Otro punto a considerar para el análisis es la energía del impacto de rocas desprendidas de la zona estable, basada tanto en la velocidad como en el volumen del material que cae. Para concluir la evaluación de amenazas, al igual que la Ecuación (1) que es un estudio de la distribución de las intensidades:

$$FAS=(FTPS)(FLPS)(FDPS) \qquad Ec. \quad (1)$$

Donde:
FAS: es la evaluación de la amenaza sísmica
FTPS: es el factor de amenaza por tipo de suelo

FLPS: es la amenaza potencial de licuefacción
FDPS: es el factor de amenaza por deformación permanente del suelo.

Se consideran amenazas sísmicas bajas aquellos valores de (FAS) que sean inferiores a 2, moderadas entre 2 y 4, y altas iguales o superiores a 4.

Cees *et al.* (2008) proponen una metodología para la evaluación de la amenaza por desprendimientos de rocas que se organiza en tres pasos. El primero es la identificación de la amenaza, que consiste en determinar el escenario de inestabilidad más probable mediante la caracterización del macizo rocoso, la localización de nichos de desprendimiento y la estimación de volúmenes de roca involucrados. El segundo paso es el análisis de la trayectoria, en el cual se delimitan las áreas potencialmente afectadas por el tránsito de bloques de roca. Dependiendo de la escala de trabajo, se aplican métodos simplificados o simulaciones numéricas trajectográficas, obteniéndose parámetros como la velocidad, la altura de rebote, la energía cinética, la probabilidad de paso y la probabilidad de detención. Finalmente, en la evaluación de la amenaza, se integran la probabilidad temporal de ocurrencia, la probabilidad espacial de impacto y la magnitud definida a partir de la energía de impacto. Este enfoque es coherente con lo planteado por Corominas *et al.* (2003) en el Principado de Andorra y con los tres pasos sugeridos por Suárez (1998) para la gestión del riesgo: definición del alcance, identificación de la amenaza y estimación del riesgo.

Según Howald *et al.* (2017), en su metodología, se centran en el análisis de riesgos y consta de tres pasos:

a) Identificación de la amenaza: esto implica determinar el escenario de inestabilidad más probable, lo que requiere caracterizar la masa de rocas (a través de estudios geomecánicos, calidad de la roca, etc.), con aplicación de herramientas digitales como sistemas de información geográfica, procesamiento digital de imágenes, fotogrametría digital y sistemas de posicionamiento global. Las bases de datos de inventario de deslizamientos de tierra se han vuelto más accesibles para muchos países y algunas ahora son accesibles a través de Internet. Un inventario de deslizamientos de tierra integral se considera esencial para cuantificar tanto la amenaza como el riesgo de deslizamientos de tierra.

b) En cuanto a los factores ambientales utilizados en la identificación de la amenaza de deslizamientos de tierra, hay una tendencia creciente a depender de capas de datos fácilmente disponibles de fuentes como Modelos Digitales de Elevación e imágenes de satélite. En contraste, se presta menos énfasis a capas de datos que requieren investigaciones detalladas en el campo. El artículo revisa las tendencias en la recopilación de información espacial relacionada con factores ambientales, centrándose en aspectos como Modelos Digitales de Elevación, geología, suelos, geomorfología, uso del suelo y elementos en riesgo, como se puede ver en la FIGURA 1 (Cees, 2008).

c) La zonificación de la amenaza de desprendimientos de rocas es esencial para garantizar la seguridad de las comunidades asentadas al pie de pendientes potencialmente inestables. Esta zonificación puede incluir el efecto de medidas de protección cuando las restricciones de uso de la tierra puedan no ser suficientes para mitigar los peligros. La efectividad real de las medidas debe evaluarse para asegurarse de que puedan cumplir su función, especialmente en aquellos casos en los que las medidas puedan haber estado instaladas en un sitio dado durante años. Este artículo evalúa la efectividad de las medidas de protección contra desprendimientos de rocas y cómo la zonificación de la amenaza puede influir en su correcto funcionamiento. El enfoque presentado se divide en cuatro etapas principales, que incluyen un procedimiento de dos pasos para evaluar la efectividad tanto de las protecciones existentes como de las nuevas. Se basa en una base de datos bastante completa de protección contra desprendimientos de rocas construida para el cantón de Vaud en Suiza, y en las Directrices Federales Suizas para la

zonificación de amenazas; sin embargo, todo el marco metodológico propuesto y las consideraciones relacionadas podrían en principio extenderse a cualquier otro contexto regional o nacional en el que se utilice una combinación de intensidad y frecuencia para evaluar las amenazas de desprendimientos de rocas.

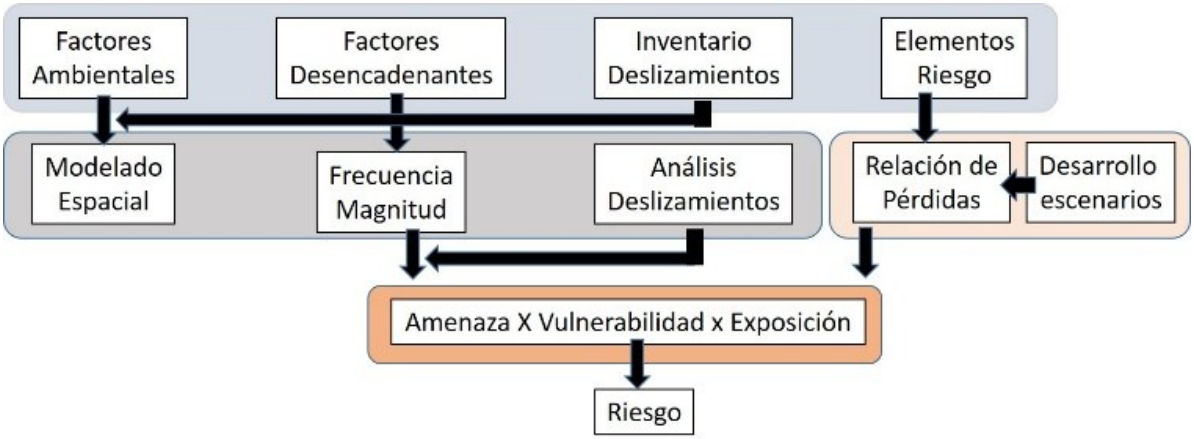


FIGURA 1. Esquema metodológico, modificado de Cees (2008)

2.2 Vulnerabilidad de la vía.

Para complementar el análisis de las diferentes metodologías en la revisión bibliométrica del análisis de riesgos, se examinan propuestas de vulnerabilidad. Por ejemplo, Arango y Echeverri (2014) determinan la vulnerabilidad, que corresponde al grado de pérdida potencial de determinado elemento o grupo de elementos, causada por la ocurrencia de un fenómeno natural de cierta magnitud en un conjunto de elementos, dentro de un rango de pérdida del 0% al 100%. En casos de vulnerabilidad en carreteras, se debe tener en cuenta la cantidad de tráfico vehicular (vehículos/día). Se establece la relación entre la amenaza y la vulnerabilidad para determinar el riesgo presente en las carreteras.

Según Finlay *et al.* (1997), la vulnerabilidad puede estimarse empíricamente mediante valores adimensionales entre 0 y 1, definidos a partir de información histórica sobre daños y respuesta ante eventos pasados. Este tipo de aproximaciones, aunque dependientes de la experiencia en el manejo de la amenaza, constituyen una forma inicial de cuantificación de la vulnerabilidad. En contraste, los enfoques actuales incorporan criterios físicos y estructurales, considerando la tipología constructiva y las condiciones locales de emplazamiento. Amigó *et al.* (2005) realizan un análisis de carreteras, teniendo en cuenta el Tráfico Promedio Diario (TPD) de vehículos que circulan en cada segmento de la carretera. También se refiere a la probabilidad de impacto en vehículos, que depende del TPD y se clasifica en rangos de flujo según el sector de estudio.

Suárez (1998), por su parte, retoma los valores de vulnerabilidad propuestos por Finlay *et al.* (1997) para el caso de Hong Kong, aplicándolos al análisis del riesgo asociado a movimientos en masa. En su propuesta, el riesgo se escala de acuerdo con el grado de exposición de los elementos y se zonifican las áreas con riesgo crítico. Posteriormente, Anguas (2012) desarrolla una matriz de evaluación de vulnerabilidad, como se muestra en las TABLAS 1A, 1B, 2, 3 y 4, y clasifica la vulnerabilidad de la siguiente manera:

- ✓ Baja: Bajo tráfico vehicular, los conductores no son conscientes de las fallas.
- ✓ Media: Tráfico vehicular considerable, los conductores necesitan reducir la velocidad

en presencia de la falla y hay daños menores a las estructuras cercanas.

- ✓ Alta: Tráfico vehicular considerable, los conductores necesitan reducir la velocidad con frecuencia debido a la presencia de fallas y las estructuras cercanas muestran cambios en la verticalidad y otras características.
- ✓ Muy alta: Tráfico vehicular continuo, los conductores se detienen por completo en presencia de fallas y hay daños significativos a las estructuras cercanas.

TABLA 1A. Valores de vulnerabilidad: personas en al aire libre

Caso	Rango	Valor	Comentarios
Golpeado por roca	0,1-0,7	0,50	Puede verse afectado rara vez muerte
Cubierto por flujo detritos	0,8-1,0	1,00	Muerte por sofoco
No cubierto	0,1-0,5	0,10	Alta probabilidad de sobrevivir

TABLA 1B. Valores de vulnerabilidad: personas en vehículo

Caso	Rango	Valor	Comentarios
Cubierto por flujo detritos	0,9 – 1,0	1,00	Muerte
Golpeado por roca	0,0 – 0,3	0,30	Alta probabilidad de vivir

TABLA 2. Vulnerabilidad en infrastructuras

Caso	Rango	Valor	Grado	
Estructuras intactas	0 %	0,00	I	Muy Bajo
Daños locales	1-25 %	0,25	II	Bajo
Daños que se pueden reparar	26-50 %	0,50	III	Medio
Daños que no se pueden reparar	51-75 %	0,75	IV	Alto

TABLA 3. Vulnerabilidad social o humana

Caso	Rango	Valor	Grado	
Sin personas afectadas	0 %	0,00	I	Muy Bajo
Se requiere evacuación de personas	1-25 %	0,25	II	Bajo
Alerta de personas puede continuar	26-50 %	0,50	III	Medio
50% de las personas pueden verse afectadas	51-75 %	0,75	IV	Alto
Personas muertas 50% o más de afectación	76-100 %	1,00	V	Muy Alto

Campero (2015) en 'Vulnerabilidad-Riesgo en Carreteras Locales' sigue una metodología general para el análisis de vulnerabilidad. Involucra la investigación y recopilación bibliográfica de información básica, luego el estudio de los mecanismos de ocurrencia del evento para determinar los factores involucrados. La información se analiza y clasifica según la evaluación de la amenaza o la vulnerabilidad. Siguiendo estas fases, se lleva a cabo el desarrollo

de planes, lo que permite la mitigación radical de los riesgos presentes.

Después del análisis de la amenaza, se realiza la evaluación de los niveles de amenaza en áreas inestables de laderas.

Para hacer esto, es necesario evaluar la frecuencia de ocurrencia en la zona inestable:
Alta Frecuencia: 1 evento por año en 10 años
Frecuencia Media: 2 eventos en 50 años
Baja Frecuencia: 1 evento en 50 años o ninguno

TABLA 4. Vulnerabilidad económica

Caso	Rango	Valor	Grado	
Sin interrupciones de actividades económicas	0 %	0,00	I	Muy Bajo
Corta interrupción de actividades económicas. Menos de un día	1-25 %	0,25	II	Bajo
Corta interrupción de actividades económicas. Menos de un semana	26-50 %	0,50	III	Medio
Larga interrupción de actividades	51-75 %	0,75	IV	Alto
Interrupción permanente	76-100%	1,00	V	Muy Alto

La metodología de Cees *et al.* (2008) se enfoca en el análisis de la vulnerabilidad de los elementos en riesgo. El nivel de vulnerabilidad (típicamente en la escala de 0 a 1) se puede definir como el grado de pérdida esperada dentro del área afectada por la amenaza. Esta vulnerabilidad se puede evaluar para diferentes tipos de elementos en riesgo, como población, edificaciones, estructuras de ingeniería, infraestructuras, patrimonio ambiental e histórico, servicios públicos, y actividades económicas. Para hacer esto, se requiere conocimiento de las propiedades cinemáticas de los bloques de roca que caen y, en el caso de elementos estructurales, las propiedades geométricas y mecánicas de la estructura.

TABLA 5. Valores asignados basados en el nivel de Amenaza

Peligro	Puntos
Alto	4
Medio	3
Bajo	2
Muy Bajo	1

2.3 Riesgo

Hernández y Ramírez (2016) identifican al riesgo como el producto de la amenaza, la vulnerabilidad física y la probabilidad de ocurrencia, y da como resultado el parámetro RVF (riesgo asociado a vulnerabilidad física).

Amigó *et al.* (2005) calcula un valor de riesgo según la Ecuación 2 basado en la amenaza y vulnerabilidad del segmento de carretera estudiado (TABLA 5 y TABLA 6, respectivamente), y tomando en consideración la TABLA 7 como elemento de análisis final para el cálculo definido del riesgo sectorizado por rangos cuantitativos el riesgo.

$$R = (A)x(V) \qquad \text{Ec. (2)}$$

TABLA 6. Valores asignados en función del número de vehículos

Vulnerabilidad IDM	Flujo de Vehículos	Valor ación
Muy Alto	>15 000	5
Alto	10 000 – 15 000	4
Medio	5 000 – 10 000	3
Bajo	1 000 – 5 000	2
Muy Bajo	<1 000	1

Para el análisis de la amenaza, se utiliza el método RHSR, dependiendo de la historia de las carreteras según observaciones en el sitio, clasificando el nivel de amenaza del área bajo estudio según la TABLA 7.

Tabla 7. Riesgo, Vulnerabilidad y Amenaza (%)

		Peligro			
		100,00	75,00	50,00	25,00
Vulnerabilidad	100,00	100,00	75,00	37,50	9,38
	75,00	75,00	56,25	37,50	18,75
	50,00	50,00	37,50	25,00	12,50
	25,00	25,00	18,75	12,50	6,25
		Riesgo			

Amigó *et al*. (2005) analizan el riesgo en cada segmento de carretera mediante el cruce de los valores de amenaza y vulnerabilidad, obteniendo valores que varían entre 1 y 20. Con base en estos resultados, el riesgo se clasifica en cinco niveles: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo.

De acuerdo con Suárez (1998), el análisis del riesgo corresponde al uso sistemático de la información disponible para estimar el nivel de riesgo al que están expuestos los individuos, las propiedades o el ambiente frente a una amenaza, e incluye la definición del alcance, la identificación de la amenaza y la estimación del riesgo. Por su parte, la evaluación del riesgo, según Fell *et al*. (2008), consiste en determinar si los riesgos estimados son tolerables y si las medidas de control existentes son adecuadas o requieren mejoras. En este sentido, la valoración del riesgo comprende tanto el análisis como la evaluación.

De manera complementaria, Cees *et al*. (2008) señalan que la estimación del riesgo puede obtenerse combinando la probabilidad del evento, la probabilidad espacial y temporal, la vulnerabilidad y el valor del elemento en riesgo.

Scavia *et al*. (2020), sobre desprendimientos de rocas en entornos montañosos, afirman que son altamente impredecibles y pueden resultar en daños significativos a la sociedad, la infraestructura, la economía y hitos naturales e históricos. Analizar y gestionar el riesgo asociado con los desprendimientos de rocas es un proceso complejo que involucra diversas disciplinas y técnicas. La complejidad surge de la variabilidad de los fenómenos de desprendimientos de rocas en términos de ubicación y tiempo. A pesar de los métodos disponibles para la protección de tierras y la evaluación de riesgos, muchas preguntas aún quedan sin respuesta en cada fase del proceso de evaluación de amenazas y riesgos.

Sazid (2019) investigó la inestabilidad de rocas de granodiorita en una carretera crucial que conecta La Meca y Al-Taif. Ocho sitios vulnerables fueron analizados para el riesgo de desprendimientos de rocas. Las laderas empinadas con rocas fracturadas indicaron inestabilidad. El estudio identificó fallas planares, de cuña y vuelos como las principales causas de la inestabilidad de las rocas. Se modelaron trayectorias y alturas de rebote de las rocas que caen, con el propósito de caracterizar la amenaza por caída de rocas en el sector estudiado, y en conjunto a la vulnerabilidad de la infraestructura se analiza el riesgo. Los hallazgos resaltan la necesidad de medidas preventivas para mitigar los riesgos de desprendimientos de rocas en la zona y pueden ser una referencia para prever riesgos similares en otros lugares.

Ferrari *et al*. (2016) ofrecen una revisión exhaustiva de las metodologías existentes para la análisis de la amenaza de desprendimientos de rocas.

En particular, la revisión se centra en los métodos cualitativos que permiten una

evaluación rápida de la amenaza por desprendimientos de rocas, evitando simulaciones numéricas costosas y prolongadas. Ferrari *et al*. (2016) examinan las metodologías más empleadas en Europa y América del Norte, destacando la coexistencia de enfoques cualitativos y semi-cuantitativos basados en criterios geomorfológicos, estructurales y de exposición.

De su revisión se desprenden tendencias claras hacia la integración de modelos empíricos y numéricos simplificados, así como la incorporación de herramientas SIG para sistematizar los análisis de peligro y exposición. Sin embargo, los autores identifican necesidades relevantes, entre ellas: la falta de estandarización de los parámetros de vulnerabilidad, la escasa validación de resultados frente a eventos observados, y la limitada transferencia de metodologías entre contextos geológicos distintos.

En términos de ventajas, Ferrari *et al*. (2016) subrayan que los métodos cualitativos permiten una rápida priorización de tramos críticos y una aplicabilidad amplia en etapas preliminares de planificación. No obstante, sus principales limitaciones radican en la subjetividad de los criterios utilizados y en la dificultad para cuantificar el riesgo de forma reproducible. Su campo de aplicación más eficaz se encuentra en zonificaciones de amenaza a escala regional y en la evaluación inicial de infraestructuras lineales, como carreteras y ferrocarriles en zonas de montaña..

Toe *et al*. (2018), realizaron un artículo con un enfoque novedoso para evaluar la eficacia de las barreras de protección contra desprendimientos de rocas teniendo en cuenta las diversas condiciones de impacto observadas en entornos naturales. Este enfoque utiliza meta-modelos derivados de resultados de simulaciones de elementos finitos y se centra en un tipo común de barrera contra desprendimientos de rocas. Los autores consideraron seis parámetros de entrada relevantes para las condiciones de impacto del bloque. Se desarrollaron dos meta-modelos, uno evaluando la capacidad de la barrera para detener el bloque o reducir su energía cinética. Los resultados del estudio demuestran que estos meta-modelos son altamente efectivos para replicar con precisión la respuesta de la barrera bajo diversas condiciones de impacto, convirtiéndolos en una herramienta valiosa para el diseño de barreras. Además, al tener en cuenta los efectos de las condiciones de impacto en la predicción de la interacción bloque-barrera, este enfoque se puede combinar con herramientas de simulación de trayectorias de desprendimientos de rocas para mejorar la evaluación cuantitativa del riesgo de desprendimientos de rocas y optimizar estrategias de mitigación.

Coulibaly *et al*. (2019) señalan que las barreras flexibles contra desprendimientos de rocas son estructuras de protección utilizadas para mitigar los riesgos asociados con eventos de desprendimientos de rocas en regiones montañosas. Estas estructuras exhiben un comportamiento mecánico complejo y no lineal cuando se someten a impactos, lo que requiere herramientas de modelado robustas para el análisis estructural. Este artículo presenta un enfoque computacional genérico para analizar barreras contra desprendimientos de rocas. Primero, describe la formulación genérica e implementación numérica en el software *GENEROCK*. Luego, el estudio considera y valida dos modelos de barreras mediante pruebas experimentales a escala real que involucran dos tecnologías de barreras diferentes. Esta investigación numérica proporciona información valiosa sobre el comportamiento de las barreras contra desprendimientos de rocas. Se realizaron simulaciones numéricas exploratorias para resaltar las fortalezas y aplicabilidad del enfoque propuesto. El artículo también explora la influencia de la modelización del efecto de cortina en los resultados de la simulación. Además, investiga los efectos de impactos repetidos en las barreras contra desprendimientos de rocas, arrojando nueva luz sobre el comportamiento y las prácticas de gestión de las barreras. Se emplean métodos de modelado estocástico para examinar cómo la incertidumbre y la variabilidad en la estructura se propagan en su respuesta dinámica.

En regiones montañosas, analizar con precisión el riesgo de desprendimientos de rocas es esencial para reducir las víctimas y los costos. Los métodos actuales de análisis del riesgo de desprendimientos de rocas son limitados, centrándose principalmente en los elementos vulnerables existentes y midiendo el riesgo únicamente en términos de daño esperado. Este estudio presenta un enfoque novedoso que analiza la distribución de daños como una función espacial continua sobre una base individual. La evaluación del riesgo de desprendimientos de rocas se basa en tres factores clave: daño esperado. valor en riesgo (VaR). déficit esperado (ES).

VaR y ES son medidas de riesgo que ofrecen una comprensión más completa del riesgo asociado con eventos extremos y consideran diversas restricciones a corto y largo plazo enfrentadas por las partes interesadas. (Farvacque *et al*., 2021).

El procedimiento propuesto se aplica a la ladera de Le Brocey en los Alpes franceses, un lugar frecuentemente afectado por eventos de desprendimientos de rocas. Este estudio de caso ilustra el potencial del enfoque en la planificación del uso del suelo. Los valores individuales de riesgo obtenidos pueden compararse con umbrales de aceptabilidad para establecer regulaciones de zonificación legalmente sólidas. Además, estos valores permiten la comparación de diferentes estrategias de gestión de riesgos según la tolerancia al riesgo, restricciones presupuestarias o marcos temporales variables. Por lo tanto, este enfoque proporciona herramientas valiosas para la planificación futura del uso del suelo y los procesos de toma de decisiones. También puede adaptarse a otras amenazas, contribuyendo a encontrar el equilibrio óptimo entre seguridad y sostenibilidad (Farvacque *et al*., 2021).

3. Discusión y resultados sobre las tendencias

Algunas metodologías incluyen factores relacionados con la vulnerabilidad de la vía (carretera, la geometría vial y del tráfico, así como la evaluación visual). Otros analizan diversas metodologías de análisis aceptadas a nivel mundial asociadas con riesgos, como la estabilidad cinemática de las pendientes de laderas o taludes y la clasificación de macizos rocosos. El aspecto más importante es cómo llegar a un consenso sobre las diferentes matrices de amenazas, ya que no existe un solo criterio que abarque las condiciones geotécnicas descritas y discriminadas en cada metodología.

Los diversos artículos y libros revisados nos permiten ver los métodos utilizados para mantener la seguridad vial, dependiendo del clima, diversos datos geotécnicos, y teniendo en cuenta los diferentes tipos de terreno para controlar el riesgo que pueden representar los desprendimientos de rocas en diferentes redes viales.

Existen diferentes parámetros determinísticos a considerar en el análisis del riesgo de desprendimientos de rocas. La vulnerabilidad implica parámetros cualitativos ordinales y depende completamente de la percepción del ejecutor del estudio. Por otro lado, la amenaza tiene en cuenta variables mixtas y se centra en la geometría del talud, considerando principalmente la pendiente, inclinación y la altura, asignando rangos para estos parámetros, pero en base a estos datos, asigna un valor cualitativo a la amenaza.

Briones *et al*. (2020), en su artículo 'Investigación sobre Desprendimientos de Rocas: Un Análisis Bibliométrico y Tendencias Futuras', apuntan que los resultados indican una tendencia creciente en las publicaciones anuales sobre desprendimientos de rocas. Este análisis revela los temas principales, países e instituciones influyentes en todo el mundo que han realizado investigaciones relevantes en publicaciones científicas. También muestra las revistas con más publicaciones sobre el tema. Actualmente, los problemas de desprendimientos de rocas en puntos críticos incluyen principalmente el análisis de riesgos, incluyendo la teledetección y el monitoreo de desprendimientos de rocas. Finalmente, este artículo analiza las limitaciones de la investigación actual y propone una dirección futura para nuevas investigaciones.

Para el desarrollo de un sistema confiable y automático de monitoreo de desprendimientos

de rocas, se han combinado técnicas de teledetección como LiDAR o fotogrametría.

En cuanto al análisis de la susceptibilidad y la amenaza, se han aplicado ampliamente algoritmos de aprendizaje automático que permiten identificar zonas propensas a la inestabilidad del talud y estimar la probabilidad de ocurrencia de desprendimientos. El análisis del riesgo -que considera la interacción entre la amenaza, la vulnerabilidad y los elementos expuestos- se desarrolla posteriormente, una vez definida la zonificación de susceptibilidad. Para determinar trayectorias, posibles recorridos y energías de impacto, se ha extendido el uso de modelos numéricos y simulaciones 2D–3D, que permiten estimar los parámetros de peligro requeridos para la posterior evaluación del riesgo (Ferrari *et al*., 2016).

Técnicas basadas en SIG, enfoques físicos y nuevas tecnologías podrían desempeñar un papel significativo en la gestión futura de eventos de desprendimientos de rocas.

Lee *et al*. (2021) se centran en el análisis cuantitativo del riesgo para identificar el nivel de riesgo de desprendimientos de rocas. Se demostró que estrategias de mitigación apropiadas pueden diseñarse según el número de barreras de protección, el intervalo para el mantenimiento periódico y la proporción de cobertura horizontal para reducir el riesgo de diferentes laderas artificiales por debajo de una probabilidad objetiva de falla de taludes. El enfoque mostrado en este estudio puede proporcionar ideas sobre cómo mejorar la gestión general del riesgo para prevenir pérdidas por desprendimientos de rocas, con la instalación de barreras dinámicas en puntos predefinidos.

Li *et al*. (2019), en este caso, tanto la amenaza como la vulnerabilidad son discretas y cuantitativas, y dentro de las amenazas, se considera la velocidad y el volumen de material propenso a causar el daño estudiado, así como la frecuencia de la ocurrencia de los eventos. La vulnerabilidad solo considera la infraestructura vial con parámetros económicos.

Scavia *et al*. (2020) señaló la complejidad de analizar y gestionar los riesgos de desprendimientos de rocas debido a la variabilidad de estos fenómenos en términos de ubicación y tiempo. Ferrari *et al*. (2016) proporcionan una revisión exhaustiva de las metodologías de análisis de la amenaza de desprendimientos de rocas, con un enfoque en métodos cualitativos que permiten un análisis rápido sin simulaciones numéricas costosas y prolongadas, donde persiste una falta de estandarización en la definición de parámetros de vulnerabilidad y exposición.

Toe *et al*. (2018) introdujeron un enfoque para evaluar la eficacia de las barreras de protección contra desprendimientos de rocas, utilizando modelos derivados de resultados de simulaciones de elementos finitos. Estos modelos evalúan la capacidad de las barreras para detener los bloques o reducir su energía cinética.

Coulibaly *et al*. (2019) desarrollaron un enfoque computacional genérico para analizar el comportamiento mecánico de barreras flexibles frente a impactos repetidos de bloques rocosos, mediante modelos numéricos avanzados que reproducen su respuesta dinámica. Este estudio representa una tendencia relevante hacia la simulación detallada de medidas de mitigación como parte del análisis del riesgo, al incorporar no solo la probabilidad del evento, sino también la eficacia estructural de los sistemas de protección. Sin embargo, se evidencia la necesidad de estandarizar criterios de desempeño y validación experimental que permitan comparar resultados entre diferentes configuraciones y condiciones topográficas.

Por su parte, Farvacque *et al*. (2021) propusieron una metodología innovadora para la evaluación del riesgo de desprendimientos, integrando indicadores cuantitativos de toma de decisiones como el Valor en Riesgo (VaR) y el Déficit Esperado (ES). Esta aproximación representa una tendencia emergente hacia la cuantificación probabilística del riesgo residual, orientada a respaldar la planificación territorial y la priorización de intervenciones. No obstante, los autores reconocen que la aplicación práctica de estas métricas requiere bases de datos históricas extensas y modelos de incertidumbre calibrados, lo que plantea una necesidad de mayor disponibilidad de información empírica y

estandarización de umbrales de aceptabilidad del riesgo en contextos aplicados, como las infraestructuras viales.

4. Conclusiones y recomendaciones

Las pautas propuestas en las diversas metodologías sintetizan un procedimiento vital en la vida cotidiana. Contribuyen a mejorar el análisis de riesgos en las redes viales, aportando tanto a la seguridad social como a la economía al reducir el riesgo de daños a la infraestructura. Podemos observar en cada uno de estos métodos las especificaciones técnicas que abordan tanto las pendientes de las laderas como las de los taludes, susceptibles a la inestabilidad.

Los riesgos geológicos relacionados con desprendimientos de rocas pueden ocurrir extensamente en cualquier región del mundo. Cuando estos fenómenos afectan las actividades humanas y las construcciones, el riesgo de accidentes es muy alto. Por lo tanto, las medidas estudiadas en cada una de las metodologías deben tomarse en serio. Se trata de vidas humanas, por lo que la recopilación y análisis de datos deben ser realizados por uno o más expertos, según la magnitud del proyecto vial en estudio. El enfoque de cada una de estas metodologías es establecer una clasificación de riesgos, permitiendo la priorización de las áreas más críticas y la optimización de recursos.

Las diferentes metodologías revisadas abarcan estudios desarrollados en regiones como Andorra, México, Colombia, Perú, Venezuela, China y Corea del Sur. Cada una de ellas se adapta a las condiciones específicas de su entorno, considerando factores climáticos, geológicos y sísmicos particulares. En la mayoría de los países mencionados, los principales factores desencadenantes de los desprendimientos de rocas son la sismicidad y las precipitaciones intensas, los cuales deben ser analizados de manera conjunta al momento de evaluar la amenaza. Asimismo, la acción humana, como las excavaciones en laderas, la construcción de carreteras o la deforestación, puede actuar como un detonante adicional que modifica la estabilidad del talud.

Si bien existen factores comunes entre metodologías -como la geometría de la pendiente y las condiciones geotécnicas y geológicas-, el análisis y la aplicación de cada enfoque dependen de los factores predominantes en la zona de estudio. Por esta razón, se requiere precaución al seleccionar las variables y al definir los umbrales de amenaza y vulnerabilidad, de modo que la metodología se mantenga representativa del contexto local. Una consideración importante es que diversas metodologías pueden complementarse entre sí para lograr un análisis más integral y preciso del riesgo. La combinación de enfoques cualitativos, semi-cuantitativos y numéricos permite integrar tanto la evaluación de la amenaza como la estimación de la vulnerabilidad y la exposición, lo que favorece la definición de prioridades en la gestión del riesgo.

Es relevante destacar que la mayoría de estas metodologías están orientadas a evaluar secciones de la red vial y a proporcionar recomendaciones prácticas para prevenir o mitigar incidentes de desprendimientos de rocas. Así, su aplicación no solo permite identificar tramos críticos, sino también optimizar la planificación de medidas estructurales y no estructurales.

En conjunto, las discusiones y estudios revisados ofrecen una visión integral de la evaluación y gestión del riesgo de desprendimientos en entornos montañosos, haciendo hincapié en la necesidad de armonizar criterios entre metodologías, fortalecer la validación de resultados mediante monitoreo continuo y avanzar hacia modelos predictivos que integren variables geotécnicas, climáticas y antrópicas. Estas tendencias reflejan la evolución hacia sistemas de gestión del riesgo más dinámicos, adaptativos y basados en evidencia.

5. Referencias citadas

AMIGÓ J.; ALTIMIR J.; TORREBADELLA J. y EURO GEOTECNICA S.A. SANT CUGAT DEL VALLÉS. 2005. *Metodología para la determinación del riesgo geológico por caída de bloques rocosos en la red de carreteras de Andorra*. Disponible en: https://euroconsult.ad/Uploads/

ANGUAS, P. 2012. *Metodología para la gestión de cortes carreteros*. Publicación Técnica. Sanfandila. Querétaro, México.

ARANGO, I. y G. ECHEVERRI. 2014. *Desprendimiento de rocas en laderas una guía para la evaluación del riesgo en vías.* Universidad EAFIT Medellín, Colombia. Trabajo de Grado (Maestría).

BELANDRIA N.; FERNÁNDEZ A. y F. BONGIORNO. 2017. "Análisis del riesgo geotécnico en la carretera Tovar-Zea, sector la Roca, estado Mérida, Venezuela". G*eominas*, 45(74): 173-181.

BRIONES B, J.; CARRIÓN-MERO, P.; MONTALVÁN-BURBANO, N. & F. MORANTE-CARBALLO. 2020. "Rockfall research: A bibliometric analysis and future trends". *Geosciences*, 10(10): 403.

CAMPERO J. 2015. *Vulnerabilidad-riesgo caminos vecinales. Gestión del Mantenimiento Distrito Vilcabamba, Perú*. Banco Mundial (1era. Edición). Biblioteca Nacional del Perú.

CEES, J.; CASTELLANOS, E. & L. SEKHAR. 2008. "Spatial data for landslide susceptibility, hazard, and vulnerability assessment: An overview". *Engineering Geology*, 102(3-4): 112-131. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.010

COROMINAS, J.; COPONS, R.; VILAPLANA, J.; ALTIMIR, J. & J. AMIGÓ. 2003. "Integrated landslide susceptibility analysis and hazard assessment in the Principality of Andorra". *Natural Hazards*, 30: 421-435. Disponible en: https://doi.org/10.1023/B:NHAZ.0000007094.74878.d3

COULIBALY, J.; CHANUT, M. A. & S. LAMBERT. 2019. "To-ward a generic computational approach for flexible rockfall barrier modeling". *Rock Mech Rock Eng*, 52: 4.475-4.496. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00603-019-01878-6

FARVACQUE, M.; ECKERT, N.; BOURRIER, F.; CORONA, C.; LOPEZ-SAEZ, J. & D. TOE. 2021. "Quantile based individual risk measures for rockfall-prone areas". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 53. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2020.101932

FELL, R.; COROMINAS, J.; BONNARD, C.; CASCINI, L.; LEROI, E. & W. SAVAGE. 2008. "Guidelines for landslide susceptibility, hazard and risk zoning for land use planning". *Engineering Geology*, 102(3-4). Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2008.03.022

FERRARI, F.; GIACOMINI, A. & K. THOENI. 2016. "Qualitative rock-fall hazard assessment: A comprehensive review of cur-rent practices". *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 49: 2.865-2.922. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00603-016-0918-z

FINLAY, P.; MOSTYN, G. & R. FELL. 1997. "Vulnerability to landsliding". *Geotechnical Society. Quarterly Journal of Engineering Geology*", 1: 307-324.

GUEVARA, R. 2016. "El estado del arte en la investigación: análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos". *Rev Folios*, (44): 165-79.

HERNÁNDEZ Y. & H. RAMÍREZ. 2016. "Risk assessment of physical vulnerability due to hillside and unstable slopes in the cay creek watershed, Ibague, Tolima, Colombia". *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 26(2): 111-128. Disponible en: http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1800

HOWALD, E.; ABBRUZZESE, J. M. & C. GRISANTI. 2017. "An approach for evaluating the role of protection measures in rockfall hazard zoning based on the Swiss experience". *Nat. Hazards Earth Syst. Sci*., 17: 1.127-1.144. Disponible en: https://doi.org/10.5194/nhess-17-1127-2017

DE VALLEJO GONZÁLEZ., L.; FERRER, M.; ORTUÑO, L. y C. OTEO. (2002). *Ingeniería geológica*. Pearson Educación. Madrid, España.

LEE, J.; BARBATO, M. & D. LEE. 2021. "Rockfall hazard analysis based on the concept of functional safety with application to the highway network in South Korea". *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 54(12): 6.633-6.647. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/s00603-021-02490-3

LI, XN.; LING, SX. & C. SUN. 2019. "Integrated rockfall hazard and risk assessment along highways: An example for Jiuzhaigou area after the 2017 Ms 7.0 Jiuzhaigou earth-quake, China". *J. Mt. Sci. 16*, 1.318-1.335. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11629-018-5355-x

LONDOÑO-LINARES, J. 2017. "Cálculo de susceptibilidad a deslizamientos mediante análisis discriminante. Aplicación a escala regional". *DYNA 84*, 201: 278-289. Disponible en: https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.61385

OGURA, A. y E. S. MACEDO. 2002. Procesos y riesgos geológicos. *II Curso internacional de aspectos geológicos de protección ambiental: notas de clases*. Cap. 8, p. 114-137. UNESCO. Montevideo, Uruguay.

SAZID, M. 2019. "Analysis of rockfall hazards along NH-15: a case study of Al-Hada road". *Geo-Engineering,* 10: 1. Disponible en: https://doi.org/10.1186/s40703-019-0097-3

SCAVIA, C.; BARBERO, M.; CASTELLI, M.; MARCHELLI, M.; PEILA, D.; TORSELLO, G. & G. VALLERO. 2020. "Evaluating rockfall risk: Some critical aspects". *Geosciences*, 10(3): 98. Disponible en: https://doi.org/10.3390/geosciences10030098

SUÁREZ, J. 1998. *Deslizamientos y estabilidad en Zonas Tropicales.* Universidad Industrial de Santander. Publicaciones Bucaramanga. Colombia.

TOE, D.; MENTANI, A. & L. GOVONI. 2018. "Introducing metamodels for a more efficient hazard mitigation strategy with rockfall protection barriers". *Rock Mech Rock Eng*, 51: 1.097-1.109. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s00603-017-1394-9

TORRES-HOYER R.; TORRES-HOYER J.; BONGIORNO F.; PEÑA J.; PEÑA O.; GONZÁLEZ L.; ... & W. BARRETO. 2019. "Evaluation of vehicular risk of rockfalls in Rafael Caldera Road, Mérida, Venezuela". *Rev. Téc. Ing. Univ. Zulia. (Volumen Especial)* , (1): 203-208. Disponible en: https://doi.org/10.22209/rt.ve2019a08

URIBE-ROLDAN, J. y P. PÁRAMO. 2013. *La investigación en ciencias sociales: estrategias de investigación Colombia*. Universidad Piloto de Colombia. ISBN: 978-958-8537-25-2.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Temuco, La Araucanía, Chile; noviembre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: septiembre, 2025/ Aceptado: enero, 2026
pp. 342-354 /

Modelo matemático integrado para evaluar resiliencia municipal en gestión de riesgos

ambientales en territorios vulnerables

Modelo matemático integrado para avaliar a resiliência municipal na gestão de riscos ambientais em territórios vulneráveis

Integrated mathematical model for assessing municipal resilience in environmental risk management in vulnerable territories

Juan Pablo Morales Corozo
Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Manabí
Facultad de Ciencias Naturales
Manabí, Ecuador
jpmorales@pucesm.edu.ec

https://orcid.org/0000-0002-4538-4488

Resumen

Este estudio desarrolla un modelo matemático original para estimar la capacidad operativa de los gobiernos autónomos descentralizados municipales en la gestión de riesgos de desastres en Ecuador. El modelo integra cinco factores institucionales esenciales: cumplimiento del marco legal, aplicación normativa, disponibilidad de infraestructura técnica, articulación y gobernanza territorial e inversión presupuestaria. Estos factores se combinan en una estructura multiplicativa, donde la ausencia de uno afecta significativamente la capacidad total. Se incorpora un coeficiente de contexto territorial para ponderar diferencias estructurales, considerando población, administración, exposición a amenazas naturales y vulnerabilidad socioeconómica. La metodología se basa en el análisis normativo de la Constitución, el Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización y la Ley Orgánica de Gestión Integral de Riesgos, complementado con marcos internacionales como el *INFORM Risk Index* y el Marco de Sendai. El modelo fue validado en municipios de Manabí, resultando en una herramienta cuantitativa, replicable y ajustable, orientada a fortalecer la planificación y gestión institucional.
PALABRAS CLAVE: gestión de riesgos; gobiernos municipales; capacidad operativa; contexto territorial; resiliencia municipal.

Resumo

Este estudo desenvolve um modelo matemático original para estimar a capacidade operacional dos governos autônomos municipais descentralizados na gestão de riscos de desastres no Equador. O modelo integra cinco fatores institucionais essenciais: cumprimento do marco legal, aplicação normativa, disponibilidade de infraestrutura técnica, articulação e governança territorial e investimento orçamentário. Esses fatores são combinados em uma estrutura multiplicativa, onde a ausência de um deles afeta significativamente a capacidade total. É incorporado um coeficiente de contexto territorial para ponderar diferenças estruturais, considerando população, administração, exposição a ameaças naturais e vulnerabilidade socioeconômica. A metodologia baseia-se na análise normativa da Constituição, do Código Orgânico de Organização Territorial, Autonomia e Descentralização e da Lei Orgânica de Gestão Integral de Riscos, complementada por marcos internacionais como o Índice de Risco INFORM e o Marco de Sendai. O modelo foi validado em municípios de Manabí, resultando em uma ferramenta quantitativa, replicável e ajustável, orientada para fortalecer o planejamento e a gestão institucional.
PALAVRAS-CHAVE: gestão de risco; governos municipais; capacidade operacional; contexto territorial; resiliência municipal.

Abstract

This study develops an original mathematical model to estimate the operational capacity of decentralized municipal governments in disaster risk management in Ecuador. The model integrates five essential institutional factors: compliance with the legal framework, regulatory enforcement, availability of technical infrastructure, territorial coordination and governance, and budgetary investment. These factors are combined in a multiplicative structure, where the absence of one significantly affects the total capacity. A territorial context coefficient is incorporated to weight structural differences, considering population, administration, exposure to natural hazards, and socioeconomic vulnerability. The methodology is based on a regulatory analysis of the Constitution, the Organic Code of Territorial Organization, Autonomy, and Decentralization, and the Organic Law on Comprehensive Risk Management, complemented by international frameworks such as the INFORM Risk Index and the Sendai Framework. The model was validated in municipalities in Manabí, resulting in a quantitative, replicable, and adjustable tool aimed at strengthening institutional planning and management.
KEYWORDS: risk management; municipal governments; operational capacity; territorial context; municipal resilience.

1. Introducción

La gestión integral del riesgo constituye un proceso sistemático, multidimensional y transversal, orientado a la identificación, análisis, reducción y monitoreo de amenazas que comprometen la seguridad humana, los activos materiales y la estabilidad de los sistemas ambientales. Su finalidad es minimizar los impactos adversos de eventos naturales, tecnológicos o antrópicos mediante la formulación e implementación de estrategias preventivas, correctivas y reactivas, basadas en evidencia científica y sustentadas en análisis técnico riguroso. En este marco, la resiliencia de los ecosistemas clave para la conservación de la biodiversidad y la provisión de servicios ecosistémicos emerge como un componente crítico para el desarrollo sostenible. Sin embargo, la efectividad de estos procesos no depende únicamente del diseño técnico, sino también de la robustez del entramado normativo e institucional que permite su articulación operativa. En consecuencia, el fortalecimiento de capacidades institucionales y marcos regulatorios coherentes resulta indispensable para garantizar intervenciones eficaces y sostenibles en escenarios de riesgo creciente y de complejidad territorial.

En las últimas décadas, el incremento sostenido en la frecuencia e intensidad de eventos extremos ha evidenciado la urgencia de consolidar marcos regulatorios integrales, coherentes y articulados, capaces de abordar de forma sistémica las múltiples dimensiones del riesgo ambiental y social. En el caso de Ecuador, previo al terremoto de 2016, la arquitectura jurídica en materia de gestión del riesgo presentaba un alto grado de fragmentación y carecía de una institucionalidad claramente definida, a pesar de la existencia de mandatos constitucionales específicos. Las normativas vigentes no contemplaban de manera suficiente todas las fases del ciclo de gestión del riesgo: prevención, preparación, respuesta y recuperación, mientras que las competencias asignadas a las entidades responsables se caracterizaban por ambigüedad normativa y solapamientos funcionales. Este vacío estructural se vio agravado por la creación o modificación de organismos mediante decretos ejecutivos, en contravención al principio de legalidad, que exige una base legislativa formal para la conformación institucional (Cahueñas, 2018).

Rosero (2018) señala que las limitaciones en la implementación efectiva del enfoque de gestión del riesgo en Ecuador no solo responden a vacíos normativos, sino también a debilidades estructurales en los procesos de toma de decisiones durante situaciones de emergencia. En particular, la escasa capacidad técnica de los actores institucionales para sustentar intervenciones necesarias frente a amenazas y desastres pone en evidencia una desconexión crítica entre el conocimiento científico disponible y su aplicación operativa en contextos de riesgo (CEPAL, 2020). A ello se suma la ambigüedad en la definición de competencias y funciones entre los niveles de gobierno nacional, regional y local lo que obstaculiza la articulación con los procesos de planificación territorial, afectando tanto la coherencia espacial como la continuidad temporal de las estrategias de intervención (Cahueñas, 2018; Torres y Salguero, 2020). Esta fragmentación institucional y técnica compromete la incorporación efectiva de criterios de resiliencia ambiental y limita las capacidades adaptativas del sistema territorial.

Como respuesta a las deficiencias normativas e institucionales evidenciadas durante diversos eventos adversos, el Estado ecuatoriano promulgó la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, mediante Registro Oficial Suplemento 488 del 30 de enero de 2024. Esta legislación establece un marco normativo integral para regular las fases de prevención, preparación, respuesta y recuperación ante desastres, incorporando un enfoque territorial, transversal y basado en derechos. No obstante, pese al avance que representa esta nueva arquitectura legal, la respuesta ambiental ante amenazas y desastres continúa evidenciando una alta vulnerabilidad estructural de los ecosistemas. La pérdida acelerada de cobertura vegetal reflejada en la deforestación de más de 1,1 millones de hectáreas entre 1985 y 2023,

incluyendo aproximadamente 981.000 hectáreas de bosque, ha incrementado la fragilidad ecológica del país (Arévalo, 2024). Asimismo, la ocupación de zonas de alto riesgo y la degradación de cuencas hidrográficas han intensificado los impactos de eventos extremos como incendios forestales, deslizamientos e inundaciones.

En 2024, Ecuador enfrentó la sequía más severa registrada en las últimas seis décadas, evento que desencadenó más de 5.000 incendios forestales y afectó aproximadamente 40.000 hectáreas de territorio nacional (Delcas, 2024). Las provincias de Azuay y Loja fueron las más gravemente impactadas, lo que motivó la declaración de emergencia nacional por un período de 60 días (Arévalo, 2024). Estos incendios, en su mayoría provocados por la combinación entre estrés hídrico extremo y actividades humanas, particularmente prácticas agropecuarias y cambios de uso de suelo, generaron la pérdida de cobertura vegetal estratégica, afectando gravemente la biodiversidad y disminuyendo la capacidad de provisión de servicios ecosistémicos esenciales (Maldonado y Simbaña, 2024). Paralelamente, los deslizamientos causados por lluvias intensas en diversas regiones provocaron pérdidas humanas, desapariciones y daños materiales considerables, lo que puso en evidencia la fragilidad de las estructuras organizativas ante perturbaciones recurrentes (Montilla *et al*., 2024; Lalbay, 2024). Estos eventos reafirman la necesidad de fortalecer la resiliencia territorial y la gobernanza ambiental.

En este escenario, resulta imprescindible analizar la efectividad de la recientemente aprobada Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, no solo desde una perspectiva jurídica o institucional, sino en función de su capacidad real para fortalecer la resiliencia ambiental y mitigar los impactos ecológicos derivados de eventos extremos, cada vez más frecuentes e intensos. Factores como el cambio climático, la urbanización descontrolada y la progresiva degradación de ecosistemas han intensificado la vulnerabilidad territorial, lo que subraya la necesidad de contar con un marco normativo verdaderamente operativo, que promueva una gestión de riesgos basada en principios preventivos, adaptativos y con un enfoque ecosistémico (Amaratunga *et al*., 2023). En el contexto latinoamericano, diversos estudios advierten que los marcos legales suelen presentar fortalezas formales, pero enfrentan dificultades en su implementación práctica debido a vacíos institucionales, limitados procesos de descentralización y escasa articulación intersectorial (Lavell y Maskrey, 2014; Troncoso, 2024).

Una evaluación rigurosa de la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres en Ecuador es fundamental para identificar vacíos normativos, barreras operativas y oportunidades de mejora, particularmente en la articulación entre la normativa nacional, la planificación territorial y la gestión ambiental sostenible. La efectividad de esta legislación debe medirse por su capacidad para traducirse en políticas y acciones concretas en los territorios más vulnerables, incorporando mecanismos de gobernanza multinivel, participación comunitaria y protección de ecosistemas estratégicos (Corozo *et al*., 2023; Moloney *et al*., 2025). Asimismo, es necesario evaluar su desempeño ante escenarios de riesgo acumulativo y multiamenaza, considerando eventos recientes como incendios forestales, sequías prolongadas y deslizamientos que han afectado ecosistemas clave (Cabrera y Bolívar, 2022; Zappa Alvarado, 2022). Esta investigación propone desarrollar un modelo integrador para evaluar la capacidad operativa y la efectividad en la implementación de la Ley, cuantificando su impacto sobre la resiliencia ambiental y territorial, y la gestión sostenible de ecosistemas. El modelo buscó identificar y ponderar barreras operativas, vicios institucionales y factores críticos que condicionan la aplicación efectiva, especialmente en zonas con alta vulnerabilidad ecológica y limitada capacidad institucional local.

2. Materiales y métodos

Este estudio adoptó un enfoque metodológico cuantitativo, explicativo y analítico, orientado al desarrollo de un modelo matemático para

estimar la capacidad operativa de los gobiernos autónomos descentralizados municipales en la gestión de desastres. La formulación del modelo se sustentó en referencias internacionales reconocidas, como el *INFORM Risk Index* (UE, 2025) que evalúa la interacción entre exposición, vulnerabilidad y capacidad institucional (Bosher, 2023; Shafiq *et al*., 2025). Se incorporaron además los principios de análisis sistémico de resiliencia propuestos por Haimes (2009), quien define la resiliencia como una propiedad emergente del sistema, resultado de la interdependencia funcional de sus componentes.

Se consideraron también los sistemas de indicadores integrados desarrollados por el Banco Interamericano de Desarrollo, orientados a facilitar comparaciones regionales y apoyar la toma de decisiones en políticas públicas de reducción del riesgo (Cardona, 2005). A nivel nacional, el modelo se fundamentó en el análisis normativo de tres cuerpos legales: la Constitución de la República del Ecuador, el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización y la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres. Asimismo, se integraron insumos técnicos generados por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, los cuales identifican componentes esenciales para la gestión local, tales como institucionalidad, planificación territorial, inversión específica y análisis de vulnerabilidad.

El proceso metodológico contempló la construcción de un índice compuesto, construido a partir de cinco dimensiones clave como son el cumplimiento jurídico, implementación de políticas locales de gestión de riesgo, infraestructura operativa, articulación territorial e inversión presupuestaria. Cada dimensión fue organizada mediante indicadores normativos y técnicos extraídos de los marcos legales mencionados, validados a través de revisión documental y entrevistas técnicas a funcionarios municipales. La estructura de índices respondió a enfoques metodológicos ya aplicados de amenazas múltiples (Aitsi-Selmi *et al*., 2015; Hussain *et al*., 2021; Sharfi y Yamagata, 2016). La definición de variables e indicadores se realizó mediante el análisis de los tres cuerpos normativos mencionados, agrupándolos en ejes de análisis institucional. Cada dimensión fue operacionalizada con base a experiencias internacionales como *Disaster Resilience Scorecard* de UNDRR (2021) y el *Local Government Self-Assessment Tool* (LG-SAT), y estudios recientes sobre gobernanza local y medición de desempeño institucional en América Latina y el Caribe (BID, 2024; Khazai *et al*., 2018).

Además, se diseñó un coeficiente de contexto territorial integrado que permitió ajustar el índice de capacidad operativa en función de las condiciones estructurales de cada municipio. El coeficiente incorporó variables como el tamaño del gobierno municipal, el nivel de exposición a amenazas naturales y la vulnerabilidad socioeconómica, siguiendo criterios de probabilidad y diferenciación territorial. Su formulación respondió a propuestas metodológicas previas orientadas a capturar desigualdades estructurales en gestión del riesgo (Sudmeier *et al*., 2015; Wang *et al*., 2020). Esta estrategia permitió asegurar la compatibilidad entre municipios heterogéneos, sin distorsionar la centralidad de los componentes.

La muestra estuvo compuesta por 22 municipios de la provincia de Manabí, seleccionados mediante muestreo intencional, considerando su diversidad territorial, historial de exposición a amenazas y nivel de información disponible. Los datos fueron recolectados a través de revisión documental de planes de desarrollo y ordenamiento territorial, presupuestos municipales, entrevistas a técnicos locales. El procesamiento y análisis de datos se realizó mediante hojas de cálculo en Excel y el programa SPSS, permitiendo calcular el índice final, clasificar los municipios según su nivel de capacidad operativa y analizar la sensibilidad del modelo ante variaciones de cada componente.

3. Construcción de un índice compuesto de manejo de riesgos

La construcción del modelo matemático del Índice Compuesto de Manejo de Riesgos surge de la necesidad de representar de forma cuantitativa la capacidad real de los territorios

para responder y recuperarse frente a desastres de origen natural o antrópico. Este esfuerzo busca integrar en una sola estructura las dimensiones técnicas, operativas y territoriales, así como los factores estructurales y normativos que determinan el comportamiento del sistema municipal ante eventos adversos. Para garantizar la solidez metodológica y el anclaje jurídico del modelo, se realizó un análisis sistemático del marco legal ecuatoriano vigente, centrado en tres instrumentos clave: la Ley Orgánica para la Gestión Integral del Riesgo de Desastres, la Constitución de la República del Ecuador y el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización. La lectura estructural y funcional de estos cuerpos legales permitió identificar los elementos esenciales que rigen el deber, alcance y responsabilidad de los gobiernos locales en la gestión del riesgo.

La formulación del Índice Compuesto de Gestión del Riesgo (ICGR) se fundamenta en la premisa de que la capacidad municipal para anticipar, responder y recuperarse ante desastres depende de la concurrencia simultánea de condiciones institucionales, normativas, técnicas y territoriales. Estas condiciones fueron identificadas mediante un análisis exhaustivo del marco jurídico ecuatoriano y se sintetizan en los cinco componentes críticos presentados en la TABLA 1, la cual constituye el sustento legal y funcional del modelo. La estructura normativa de la Constitución, el Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD) y la Ley Orgánica de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (LOGIRD) permitió delimitar con claridad el alcance de cada dimensión, y justificar su incorporación como elementos indispensables del sistema municipal de gestión del riesgo.

Los cinco factores: cumplimiento legal, implementación normativa, infraestructura técnica, gobernanza y articulación institucional, e inversión preventiva representan dimensiones estructurales cuya ausencia compromete la funcionalidad del sistema. Su pertinencia se corroboró mediante un análisis estructural comparativo, el cual evidenció que estos componentes constituyen las condiciones mínimas requeridas para que un municipio opere de manera eficaz ante amenazas naturales o antrópicas. Este proceso de identificación conceptual y jurídica se describe detalladamente en la TABLA 1, donde se muestran las correspondencias normativas específicas que respaldan cada factor del modelo. En esta etapa se confirmó, además, que los cinco componentes no son independientes en un sentido funcional, sino interdependientes, lo que impone la necesidad de una estructura matemática que capture dicha interdependencia sin permitir compensaciones artificiales.

TABLA 1. Factores críticos y su relación con los instrumentos legales.
Fuente: elaboración propia

Factor C_i	**Descripción**	**Constitución del Ecuador**	**Código Orgánico de Ordenamiento Territorial, Autonomía y Descentralización (COOTAD)**	**Ley Orgánica de Gestión Integral de Riesgo de Desastres (LOGIRD)**
Capacidad institucional y operativa C_1	Se refiere a la existencia de unidades de gestión de riesgos, protocolos, personal técnico y articulación interinstitucional	Art. 264, Art. 389	Art. 140	Art. 9, Art. 10, Art. 11, Art. 12, Art. 21

Continuación tabla 1

Nivel de exposición territorial C_2	Considera la ubicación geográfica, condiciones ambientales, y concentración de población o infraestructura en zonas de riesgos	Art. 389, Art. 390	Art. 140	Art. 9, Art. 10, Art. 11, Art. 12, Art. 15, Art. 16, Art. 22
Grado de vulnerabilidad estructural y social C_3	Evalúa las condiciones socioeconómicas, hábitat, servicios básicos, fragilidad de la infraestructura y desigualdad social	Art. 389,	Art. 54, Art. 140	Art. 11, Art. 12, Art. 13
Planificación territorial con enfoque de riesgos C_4	Incluye la existencia y actualización de planes de desarrollo y ordenamiento territorial y su alineación con la gestión de riesgos	Art. 389, Art. 390	Art. 140	Art 10, Art. 21, Art. 22
Inversión preventive C_5	Se refiere a la asignación presupuestaria específica y sostenida para acciones de prevención, mitigación y preparación	Art. 389, Art. 390	Art. 60, Art. 140	Art. 19

A partir de estos fundamentos, se evaluaron diversas alternativas de agregación para los cinco componentes normalizados. Se descartaron los modelos aditivos, incluidos los lineales ponderados, debido a su incapacidad para representar adecuadamente la lógica de condiciones necesarias propia de los sistemas de gestión del riesgo: mejoras en una dimensión no compensan la ausencia crítica en otra. En consecuencia, se adoptó una estructura multiplicativa ponderada, consistente con modelos internacionales de medición de resiliencia, riesgo y desempeño institucional. La formulación matemática final del índice se expresa como:

$$ICGR = \left(\prod_{i=1}^{5} C_i^{w_i} \right) CTI, \qquad \sum_{i=1}^{5} w_i = 1, \quad w_i \geq 0$$

Donde los componentes $C_i \in [0,1]$ representan las dimensiones definidas en la TABLA 1, y los pesos w_i modulan su contribución relativa. Para este estudio se adoptó el criterio de neutralidad metodológica, asignando pesos iguales ($w_i = 0{,}20$), lo cual asegura que cada dimensión tenga la misma influencia base en el índice.

Cada componente C_i se construyó a partir de indicadores institucionales y territoriales, normalizados mediante técnicas min–max, proporciones directas, escalas ordinales o transformaciones previas en función de su naturaleza estadística. Con el fin de evitar nulificaciones artificiales del producto por limitaciones en la medición, se aplicó un umbral mínimo técnico $\varepsilon = 10^{-4}$, de modo que $C_i = max\,(C_i, \varepsilon)$. Esta decisión metodológica permite distinguir entre ausencia funcional real (valor 0 conceptual) y ausencia por ruido o resolución de datos, mejorando la estabilidad del índice sin alterar su lógica interna.

La estructura multiplicativa garantiza que el modelo exprese la lógica sistémica de condiciones necesarias: si un municipio presenta un valor $C_i = 0$ en alguna de las dimensiones esenciales, el índice completo $ICGR = 0$. Este comportamiento, lejos de ser un efecto técnico

indeseado, es un reflejo directo de la realidad institucional: la ausencia total de planificación, infraestructura mínima, marco normativo operativo o inversión preventiva anula la capacidad real de gestión del riesgo. En términos interpretativos, un valor cero indica fallas estructurales insalvables, independientemente de los avances parciales en otros componentes.

Sin embargo, evaluar exclusivamente con base en los cinco componentes institucionales podría introducir sesgos comparativos al analizar municipios con condiciones territoriales heterogéneas. Por ello, se incorporó un coeficiente de corrección exógeno denominado Constante Técnica Inicial (CTI), cuya función es ajustar el índice de acuerdo con la estructura territorial, demográfica y socioeconómica de cada municipio. Esta variable opera como un modulador externo que reconoce diferencias inherentes que no dependen del desempeño institucional. Su formulación se expresa como:

$$CTI = 0{,}75 + 0{,}5\,\frac{F_{tamaño} + F_{exposición} + F_{vulnerabilidad}}{3}$$

donde cada factor estructural se normalizó en el rango [0,1]. El rango resultante $CTI \in [0.75, 1{,}25\,]$ asegura que el contexto territorial influya en el índice sin dominarlo ni distorsionar las comparaciones intermunicipales. Esta decisión metodológica, coherente con los principios de índices globales como INFORM y ND-GAIN, permite integrar de forma transparente la heterogeneidad estructural entre municipios con escalas, amenazas y vulnerabilidades muy distintas.

Finalmente, la integración del componente multiplicativo y el ajuste contextual permitió construir un modelo matemático robusto, coherente con la teoría de sistemas complejos, metodológicamente defendible y jurídicamente fundamentado. La TABLA 1 vuelve a ser clave en esta fase, pues proporciona la estructura normativa que justifica la selección de variables y su organización interna dentro del índice. El resultado es un indicador capaz de diferenciar con precisión entre municipios que carecen de condiciones estructurales básicas y aquellos que, aun en contextos adversos, muestran avances institucionales significativos.

La formulación final del ICGR refleja la probabilidad conjunta ajustada de que un municipio disponga simultáneamente de las condiciones necesarias para una gestión adecuada del riesgo, integrando desempeño institucional, estructura normativa y contexto territorial en una métrica sintética comparable, reproducible y empíricamente sólida.

LA FIGURA 1 evidencia patrones diferenciados en el desempeño municipal de gestión del riesgo dentro de la provincia de Manabí, revelando una distribución heterogénea del ICGR entre los 22 cantones analizados. Los valores obtenidos muestran una clara jerarquización territorial, donde municipios con mayor capacidad institucional, infraestructura técnica consolidada e inversión preventiva sostenida alcanzan niveles superiores del índice, mientras que aquellos con debilidades normativas y alta vulnerabilidad estructural presentan valores significativamente más bajos. Este comportamiento es consistente con la estructura multiplicativa del modelo, en la cual la falta de una dimensión crítica, especialmente planificación territorial o inversión, limita el crecimiento del índice incluso cuando otros componentes muestran avances. Asimismo, la dispersión observada sugiere que el contexto territorial ajustado mediante la CTI influye de manera moderada pero perceptible, favoreciendo a cantones con menor exposición relativa y penalizando a aquellos con vulnerabilidades persistentes. La figura confirma, en suma, que el desempeño institucional en la gestión del riesgo en Manabí responde tanto a capacidades técnicas instaladas como a condiciones estructurales del territorio, lo que subraya la necesidad de intervenciones diferenciadas según los perfiles de riesgo identificados.

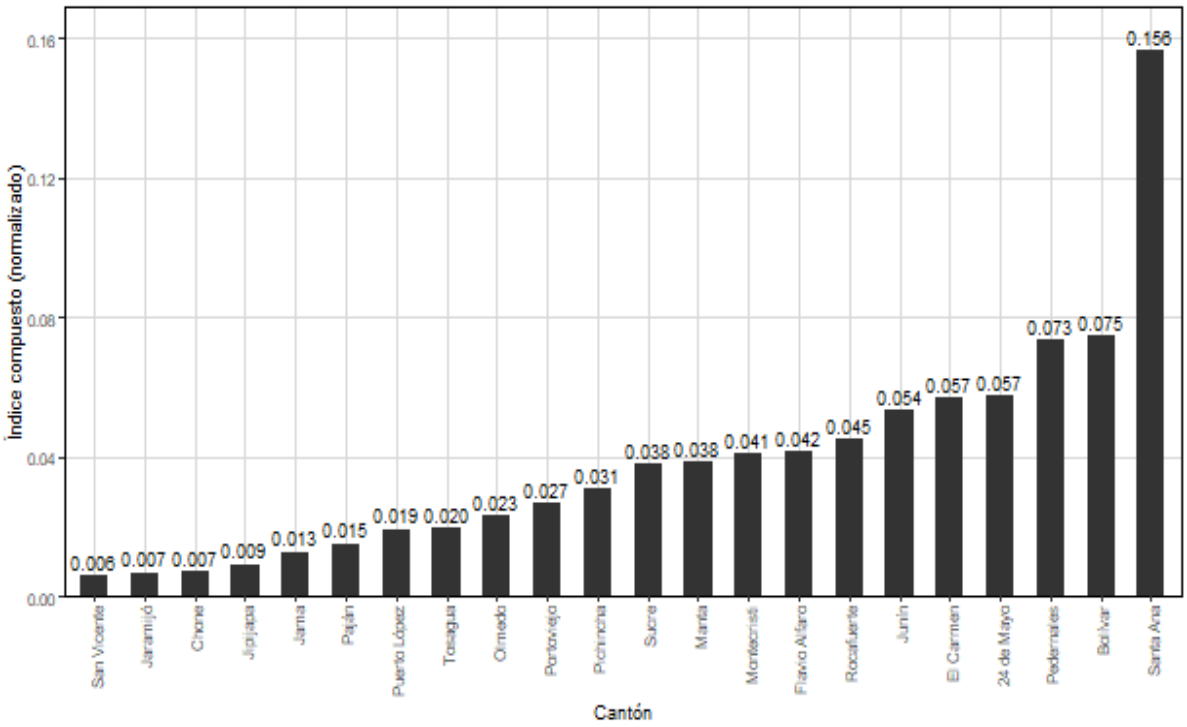


FIGURA 1. Índice Compuesto de Gestión del Riesgo en los cantones de Manabí.
Fuente: elaboración propia

Además de las diferencias territoriales observadas, la interpretación del índice requiere considerar la naturaleza de los indicadores que componen cada dimensión del modelo. El cumplimiento legal se evaluó a partir de la existencia, vigencia y nivel de actualización de ordenanzas, protocolos de actuación y reportes oficiales vinculados a la gestión del riesgo. La infraestructura técnica integró variables como disponibilidad de unidades operativas, sistemas de monitoreo, equipamientos básicos y personal especializado. La dimensión de inversión preventiva se construyó mediante la proporción del presupuesto municipal destinada a prevención, mantenimiento de obras y fortalecimiento institucional. Finalmente, la gobernanza y articulación interinstitucional incluyó mecanismos de coordinación, participación en comités, interoperabilidad administrativa y capacidad de ejecución. Cada uno de estos componentes explica parte de la heterogeneidad observada entre cantones.

4. Conclusiones

El modelo matemático desarrollado en esta investigación constituye una herramienta analítica robusta para estimar la capacidad operativa de los gobiernos autónomos descentralizados municipales en la gestión de riesgos de desastres, integrando componentes institucionales, normativos, técnicos y presupuestarios mediante una estructura multiplicativa que penaliza la ausencia de cualquier dimensión clave. La incorporación del Coeficiente de Contexto Territorial Integrado introduce un ajuste equitativo que permite valorar la influencia del tamaño poblacional, la exposición a amenazas y la vulnerabilidad socioeconómica, promoviendo comparaciones más justas entre municipios heterogéneos (Cardona *et al.*, 2012; Comiskey, 2024). Esta formulación, basada en marcos como el *INFORM Risk Index* y el *Sendai Framework Monitor*, adapta estándares internacionales a la realidad ecuatoriana y ofrece un instrumento práctico para evaluar desempeño institucional, orientar

políticas públicas y fortalecer la resiliencia territorial

El análisis comparativo con modelos desarrollados en Ecuador evidencia que, si bien existen aproximaciones institucionales y metodológicas que abordan la gestión desde una perspectiva multifactorial como índices elaborados por Planifica Ecuador, la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias o estudios territoriales municipales, la ecuación obtenida en esta investigación representa una innovación metodológica sustantiva. Su aporte radica en operacionalizar una lógica multiplicativa que penaliza fuertemente cualquier debilidad estructural, visibilizando la dependencia sistémica entre dimensiones clave como normativa, infraestructura y gobernanza. A su vez el CTI introduce una corrección contextual que hace justo el análisis entre municipios estructuralmente desiguales, algo que los modelos tradicionales no han logrado representar con suficiente precisión. En este sentido, el modelo no solo se enmarca en la tradición ecuatoriana de análisis institucional del riesgo, sino que la expande hacia una propuesta matemática replicable y validable empíricamente para orientar políticas de gestión diferencial del riesgo en territorios vulnerables.

5. Agradecimientos

El autor expresa su agradecimiento a la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, sede Manabí, por el respaldo institucional brindado durante el desarrollo de esta investigación. Asimismo, reconoce el valioso aporte de los técnicos municipales que participaron en las entrevistas, quienes compartieron información clave sobre la gestión local del riesgo de desastre. Este trabajo no hubiera sido posible sin la colaboración activa de los gobiernos autónomos descentralizados municipales de la provincia de Manabí, cuya apertura y compromiso fortalecieron la validez empírica del modelo propuesto. Finalmente, agradece a los evaluadores anónimos por sus observaciones críticas que construyeron significativamente al mejoramiento del manuscrito.

6. Referencias citadas

AITSI-SELMI, A.; EGAWA, S.; SASAKI, H.; WANNOUS, C. & V. MURRAY. 2015. "The Sendai framework for disaster risk reduction: Renewing the global commitment to people's resilience, health, and well-being". *International Journal of Disaster Risk Science*, 6(2): 164-176. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s13753-015-0050-9

AMARATUNGA, D.; ANZELLINI, V.; GUADAGNO, L.; HAGEN, J. S.; KOMAC, B.; KRAUSMANN, E.; ... & M. WOOD. 2023. *United Nations Office for Disaster Risk Reduction Regional Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2023: Europe and Central Asia* [Report]. UN Office for Disaster Risk Reduction. Disponible en: https://www.undrr.org/report/rar-2023-europe-and-central-asia

AREVALO, A. 2024. "Balance ambiental de Ecuador: Sequías y la amenaza de la minería ilegal marcaron el 2024". *Noticias ambientales*. Disponible en: https://es.mongabay.com/2024/12/balance-ambiental-ecuador-sequias-amenaza-mineria-ilegal-marcaron-2024/

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID). 2024. *Asociaciones público-privadas resilientes*. Disponible en: https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/

BOSHER, L. 2023. "Disaster risk management terms and concepts". En: *Routledge Handbook on Cultural Heritage and Disaster Risk Management*. Routledge.

CABRERA, P. y E. BOLÍVAR. 2022. *Comportamiento histórico de los incendios forestales en el cantón Loja, provincia Loja, Ecuador, en el periodo 2011-2020*. Universidad Estatal del Sur de Manabí, Ecuador. Trabajo de Pregrado, Disponible en: http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/4043

CAHUEÑAS, H. 2018. "Sin ley ni organismo técnico: La institucionalidad de la gestión de riesgo de desastres en la respuesta al terremoto de 2016 en Ecuador". *Foro: Revista de Derecho*, 30: 51-66.

CARDONA, O. D. 2005. *Sistema de indicadores para la gestión del riesgo de desastre: Programa para América Latina y el Caribe: Informe técnico principal*. Disponible en: http://www.crid.or.cr/

CARDONA, O. D.; VAN AALST, M. K.; BIRKMANN, J.; FORDHAM, M.; GREGOR, G. M.; ROSA, P.; ... & F. THOMALLA. 2012. "Determinants of risk: Exposure and vulnerability". En: *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation: Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, pp. 65-108. Cambridge University Press. Disponible en: Disponible en: https://doi.org/10.1017/CBO9781139177245.005

CEPAL. 2020. *La emergencia del cambio climático en América Latina y el Caribe: ¿Seguimos esperando la catástrofe o pasamos a la acción?* Disponible en: https://www.cepal.org/es/publicaciones/

COMISKEY, C. 2024. "Disaster preparedness, rapid assessment, response, recovery, and foresight: Responding to unplanned events and emerging threats". En: C. COMISKEY (Ed.), *Addiction Research and Evaluation: Addressing Key Challenges for Policy and Practice*, pp. 85-101. Springer Nature. Switzerland. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-031-65917-1_6

COROZO, J. P. M.; CAMPOS, A. & M. F. C. MARTÍNEZ. 2023. "Gobernanza de la gestión de riesgos de desastres en el cantón Gonzalo Pizarro, Ecuador". *AXIOMA,* 1(28). Disponible en: https://doi.org/10.26621/ra.v1i28.860

DELCAS, M. 2024. "En Ecuador, la peor sequía en 60 años provoca incendios y escasez de electricidad". *Le Monde*. Disponible en: https://www.lemonde.fr/planete/article/2024/11/20/en-equateur-la-pire-secheresse-depuis-soixante-ans-entraine-incendies-et-penuries-d-electricite_6405125_3244.html

HAIMES, Y. Y. 2009. "On the definition of resilience in systems". *Risk Analysis*, 29(4): 498-501. Disponible en: https://doi.org/10.1111/j.1539-6924.2009.01216.x

HUSSAIN, M. T.; JAVAID, M.; ALI, U.; RAZA, A. & M. N. ALAM. 2021. "Comparing Zinc Oxide-and Zinc Silicate-Related Metal-Organic Networks via Connection-Based Zagreb Indices". *Journal of Chemistry, 2021*, 1–16. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2021/5066394

KHAZAI, B.; ANHORN, J. & C. G. BURTON. 2018. "Resilience performance scorecard: Measuring urban disaster resilience at multiple levels of geography with case study application to Lalitpur, Nepal". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31: 604-616. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2018.06.012

LALBAY, D. F. 2024. *Impacto de las precipitaciones en la estabilidad de taludes en los Andes del Sur del Ecuador*. Trabajo de Pregrado. Ecuador. Disponible en: http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27096

LAVELL, A. & A. MASKREY. 2014. "The future of disaster risk management". *Environmental Hazards*, 13(4): 267-280. Disponible en: https://doi.org/10.1080/17477891.2014.935282

MALDONADO, A. y J. S. SIMBAÑA. 2024. *Evaluación de la resiliencia del sistema de transmisión de Ecuador ante incendios forestales*. Universidad Técnica de Cotopaxi. Trabajo de Pregrado. Ecuador. Disponible en: https://repositorio.utc.edu.ec/handle/123456789/12258

MOLONEY, K.; BILLINGSLEY, G. J.; JEONG, B. G.; SANABRIA-PULIDO, P.; THORNTON, T. E. & E. ZEEMERING. 2025. *The Routledge Handbook on Crisis, Polycrisis, and Public Administration*. Taylor & Francis.

MONTILLA, A. DE J.; MORA PISCO, C. I.; DURÁN VASCO, M. E. y F. R. PASTRÁN CALLES. 2024. "Contribución al estudio de la geografía climática del Ecuador continental". *Revista Ciencia UNEMI*, 17(44): 237-248.

ROSERO, Á. R. 2018. *Inclusión de la Gestión del Riesgo de Desastres en los diferentes niveles de GAD del Ecuador considerando la relación entre el marco legal existente y prácticas populares tradicionales*. Universidad Andina Simón Bolívar. Trabajo de Grado (Maestría). Ecuador. Disponible en: http://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/6238

SHAFIQ, Y.; MUHAMMAD, A.; NOOR, S.; KUMAR, K.; CHHIPA, U. A.; VALENTE, M.; ... & P. PHAM. 2025. "The modification of risk assessment ranking when considering the female population and children in the INFORM risk index for selected countries". *Scientific Reports*, 15(1): 26527. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41598-025-10490-4

SHARFI, A. & Y. YAMAGATA. 2016. "Principles and criteria for assessing urban energy resilience: A literature review". *Renewable and sustainable energy reviews*, 60: 1654-1677. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.028

SUDMEIER, K.; FRA, U.; GARSCHAGEN, M.; ESTRELLA, M.; RENAUD, F. G. & M. JABOYEDOFF. 2015. "Opportunities, incentives and challenges to risk sensitive land use planning: Lessons from Nepal, Spain and Vietnam". *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 14: 205-224. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2014.09.009

TORRES, L. E. S. y R. E. R. SALGUERO. 2020. "Evaluación social de las competencias de gestión de riesgos de un municipio en Ecuador". *RECIMUNDO*, 4(4): 411-433. Disponible en: https://doi.org/10.26820/recimundo/4.(4).octubre.2020.411-433

TRONCOSO, H. F. 2024. *Gobernanza y resiliencia en desastres socionaturales: Estudio comparativo en América Latina y el Caribe (1906-2022)*. Trabajo de Grado (Maestría). Oviedo, España. Disponible en: https://digibuo.uniovi.es/dspace/handle/10651/75659

UNIÓN EUROPEA (UE). 2025. *INFORM - Global, open-source risk assessment for humanitarian crises and disasters*. Disponible en: https://drmkc.jrc.ec.europa.eu/inform-index

UNDRR. 2021. *Disaster resilience scorecard for cities | Making cities resilient*. Disponible en: https://mcr2030.undrr.org/disaster-resilience-scorecard-cities

WANG, P.; QIAO, W.; WANG, Y.; CAO, S. & Y. ZHANG. 2020. "Urban drought vulnerability assessment – A framework to integrate socio-economic, physical, and policy index in a vulnerability contribution analysis". *Sustainable Cities and Society*, 54: 102004. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.102004

ZAPPA ALVARADO, C. A. 2022. *Análisis de la severidad de incendios forestales en la Reserva Ecológica Los Ilinizas*. Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil. Trabajo de titulación de Ingeniería Ambiental. Disponible en: https://cia.uagraria.edu.ec/

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Manabí, Ecuador; julio de 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: julio, 2025/ Aceptado: noviembre, 2025
pp. 355-367 /

Agricultura familiar y pobreza en municipios indígenas

en el estado de Puebla, México

Agricultura familiar e pobreza em municípios indígenas no estado de Puebla, México

Family farming and poverty in indigenous municipalities in the Puebla State, Mexico

Benito Ramírez Valverde
Colegio de Postgraduados Campus Puebla.
Santiago Momoxpan
San Pedro Cholula. Puebla, México
bamirez@colpos.mx; benito.ramirez@gmail.com

https://orcid.org/0000-0003-2482-5667

Resumen

El objetivo fue analizar las actividades agrícolas y las condiciones de pobreza de las familias cafetaleras, así como la perspectiva de continuar con el cultivo. La metodología se basó en una encuesta a 108 productores de los municipios indígenas de Cuetzalan y Huehuetla, Puebla, México. Los resultados muestran que los productores se dedican al cultivo de café, complementado con otros como maíz. Realizan sus actividades agrícolas en condiciones de minifundio extremo, con un promedio de 1,44 ha, bajo el régimen de propiedad privada. Los rendimientos obtenidos son reducidos y la gran mayoría vende su producto sin darle valor agregado. Ante esta situación, el 78,7% de los entrevistados afirmaron que son pobres y esta percepción de pobreza está relacionada con la superficie cultivada. Sin embargo, a pesar de las condiciones adversas, el 99,1% de los campesinos piensa continuar cultivando café.
PALABRAS CLAVE: campesino; condiciones de vida; familia; desigualdad; café.

Resumo

O objetivo foi analisar as atividades agrícolas e as condições de pobreza das famílias cafeicultoras, bem como a perspectiva de continuar com o cultivo. A metodologia baseou-se em uma pesquisa aplicada a 108 produtores dos municípios indígenas de Cuetzalan e Huehuetla, Puebla, México. Os resultados mostram que os produtores se dedicam ao cultivo de café, complementado por outras culturas como o milho. Eles realizam suas atividades agrícolas em condições de minifúndio extremo, com uma média de 1,44 ha, sob o regime de propriedade privada. Os rendimentos obtidos são reduzidos e a grande maioria vende seu produto sem agregar valor. Diante dessa situação, 78,7% dos entrevistados afirmaram ser pobres, e essa percepção de pobreza está relacionada com a superfície cultivada. No entanto, apesar das condições adversas, 99,1% dos camponeses pretendem continuar cultivando café.
PALAVRAS-CHAVE: camponês; condições de vida; família; desigualdade; café.

Abstract

The objective was to analyze the agricultural activities and poverty conditions of coffee-producing families, as well as their perspective on continuing with cultivation. The methodology was based on a survey administered to 108 producers from the indigenous municipalities of Cuetzalan and Huehuetla, Puebla, Mexico. Results indicate that producers are dedicated to coffee cultivation, complemented by other crops such as corn. They carry out their agricultural activities under conditions of extreme minifundium, with an average of 1,44 hectares, under a private property regime. The yields obtained are low, and the vast majority sell their product without adding value. Faced with this situation, 78,7% of the interviewed individuals affirmed they are poor, and this perception of poverty is related to the cultivated area. However, despite the adverse conditions, 99,1% of the farmers intend to continue cultivating coffee.
KEYWORDS: peasant; living conditions; family; inequality; coffee.

1. Introducción

La agricultura familiar reviste gran importancia para América Latina y, específicamente en México, es fuente de alimentación, trabajo y recursos económicos para millones de familias campesinas. La agricultura familiar, se define como: "*el modo de vida y trabajo agrícola practicado por hombres y mujeres de un mismo núcleo familiar, a través de unidades productivas familiares. Su fruto es destinado al consumo propio o al trueque y comercialización, pudiendo provenir de la recolección, agricultura, silvicultura, pesca, artesanía o servicios, en diversos rubros, tales como el hortícola, frutícola, forestal, apícola, pecuario, industrial rural, pesquero artesanal, acuícola y de agroturismo.*" (FAO y Parlatino 2017: 43).

Sobre la agricultura familiar en México existen diversas opiniones y enfoques. De acuerdo con Jarquin *et al*. (2017), en México se ha presentado una disminución en la producción agrícola, lo que atribuyen a una crisis de la agricultura familiar. Otros autores hacen notar la importancia de la agricultura familiar, al afirmar que este tipo de agricultura contribuye a la seguridad alimentaria (Piza *et al*., 2016). La agricultura familiar campesina, de acuerdo con Blanca-Bautista *et al*. (2024) es fundamental para el medio rural, ya que aporta a la erradicación del hambre, la obtención de ingresos y empleos, producir alimentos para la familia y preservar la biodiversidad.

En relación con este tipo de agricultura y las condiciones de vida de quienes lo practican, Chonchol (2012) menciona que el mayor número de pobres rurales en América Latina se encuentra formado por las comunidades indígenas campesinas, que practican una agricultura familiar. En el caso de México, Huato *et al*. (2014) hacen hincapié en la agricultura familiar de subsistencia, porque sus practicantes son productores con pequeñas superficies, baja disponibilidad de los medios de producción, la mayor parte de la producción destinada al autoconsumo, y se encuentran en pobreza alimentaria. Para reducir los niveles de pobreza que se presentan en el medio rural, es necesario incrementar la productividad de las unidades de producción agrícola familiar (Santiago-Martínez *et al*., 2023). Pérez (2023) considera que, en la erradicación del hambre y la pobreza, la agricultura familiar juega un papel importante. En forma similar se manifiesta Ramírez-Juárez (2022) quien considera que la pobreza se produce y reproduce en agricultura familiar, pero la producción agroalimentaria que proporciona este tipo de agricultura es determinante para la soberanía alimentaria.

Pérez-López y Mazzotti (2022) mencionan que, en México, con datos del censo agropecuario, se encuentran más de 5,4 millones de unidades económicas rurales y que el 81,3% corresponde a unidades de agricultura familiar, pero que solamente poseen el 8,8% del total de la superficie agrícola.

El resultado del censo agropecuario 2022 (INEGI, 2023) muestra que en el país existen 4.629.134 unidades de producción agropecuarias activas, donde 3.333.708 productores trabajan en su unidad de producción, con la participación de 5.987.903 familiares que laboran sin recibir salario; el 46,3% de los productores y productoras se consideran indígenas.

Robles (2017) menciona que la mayoría de las unidades de producción son menores de 5 hectáreas y tienen gran importancia por las siguientes razones: produce gran parte de nuestros alimentos, principalmente maíz y frijol; generan la mayor parte del empleo agropecuario; y abastecen en forma importante a la agroindustria.

Cervantes-Herrera *et al*. (2016) afirman que la mayoría de las unidades productivas son familiares y han recibido pocos apoyos por parte del gobierno, por lo que, por elemental justicia social, es necesario dirigir programas de apoyo hacia este tipo de agricultura.

Por su parte, Ramírez-Juárez (2022), menciona la permanencia de la agricultura familiar, a pesar de las condiciones impuestas por el modelo

neoliberal. En un sentido similar, Cervantes-Hernández *et al.* (2016) afirman que la persistencia de la agricultura familiar campesina, en gran parte, se debe al empleo de tecnologías tradicionales.

En el caso del café, Bartra (2012) caracteriza a los productores como agricultores familiares, en condiciones de pobreza, en su mayoría indígena, con pequeñas superficies de tierra que va de 0,5 a 3 hectáreas y practican adicionalmente otros cultivos para autoconsumo.

El objetivo del trabajo fue analizar las actividades agrícolas y las condiciones de vida de las familias cafetaleras, así como la perspectiva de continuar la producción campesina, en los municipios indígenas de Huehuetla y Cuetzalan del Progreso, estado de Puebla, México.

2. Materiales y métodos

El estudio se realizó en los municipios citados y ubicados en la Sierra Norte del Estado de Puebla. Para obtener la información se realizó una encuesta entrevistando a 56 y 52 productores de café respectivamente, para un total de 108 entrevistados en los dos municipios.

De acuerdo con el censo de población 2020, el municipio de Cuetzalan tenía 49.864 habitantes, el 69,37% de la población hablaba una lengua indígena, siendo el 99,5% de los habitantes, hablantes de náhuatl y, en el caso de Huehuetla, con una población de 17.082 habitantes, de los cuales, el 84,52% hablaban una lengua indígena, siendo el 98,6% el totonaco (INEGI, 2021).

La base de la economía para la región de Cuetzalan son las actividades primarias, que se realizan de manera tradicional, donde destaca el café y cultivos anuales como maíz y frijol (Alvarado *et al.,* 2006). En el caso de Huehuetla, la agricultura es la principal actividad económica, donde el café y el maíz ocupan la mayor parte de la superficie municipal, y como segunda actividad se encuentra la ganadería y la explotación de recursos forestales (Apodaca *et al.,* 2020). La ubicación de los municipios se presenta en la FIGURA 1.

Para el análisis se utilizó estadística descriptiva, así como pruebas estadísticas paramétricas y no paramétricas: prueba de t, prueba exacta de Fisher, prueba de chi cuadrada, prueba de Mann-Whitney y regresión logística. El nivel de significancia empleado fue de 0,05 para todas las pruebas.

3. Resultados y discusión

Respecto a las características de la familia, se encontró que los entrevistados presentaban una edad madura, con un promedio de 55,54 años de edad (s= 14,139), con un mínimo de 24 años y el campesino de mayor edad entrevistado contaba con 92 años de edad.

Los años de escolaridad cursados por los productores de los dos municipios del estudio es bajo, donde el 80,7% tiene como escolaridad máxima el nivel de primaria, situación que se presenta en ambos municipios. Es importante resaltar que un amplio grupo de productores no tuvo acceso a la escuela.

Estos resultados coinciden con los encontrados en una investigación con cafetaleros en el municipio de Huehuetla donde el promedio de edad de los productores fue de 55 años y cinco de escolaridad (Apodaca *et al.,* 2023), y para el caso de Cuetzalan se encontró una edad promedio de los cafetaleros de 56 y escolaridad promedio de 5,6 años de asistencia la escuela (Benítez-García *et al.*, 2015).

Respecto al estado civil, la mayoría de los entrevistados contaba con pareja, ya sea casados (70,6%) o viviendo en unión libre (12,8%), un 7,3% manifestó encontrarse en condición de viudez, 1,8% no proporcionó información y solamente el 11,5% eran solteros. De los entrevistados, el 77,1% fueron de sexo masculino y el restante 22,9% de los que dieron la información de las familias campesinas correspondían a mujeres.

La mayoría de los entrevistados manifestaron laborar el campo; sin embargo, por las condiciones socioeconómicas de la familia, se ven obligados a realizar otro tipo de trabajos, entre estos podemos mencionar emplearse como jornaleros, fabricación de artesanías, empleados públicos, y comerciantes, entre otros.

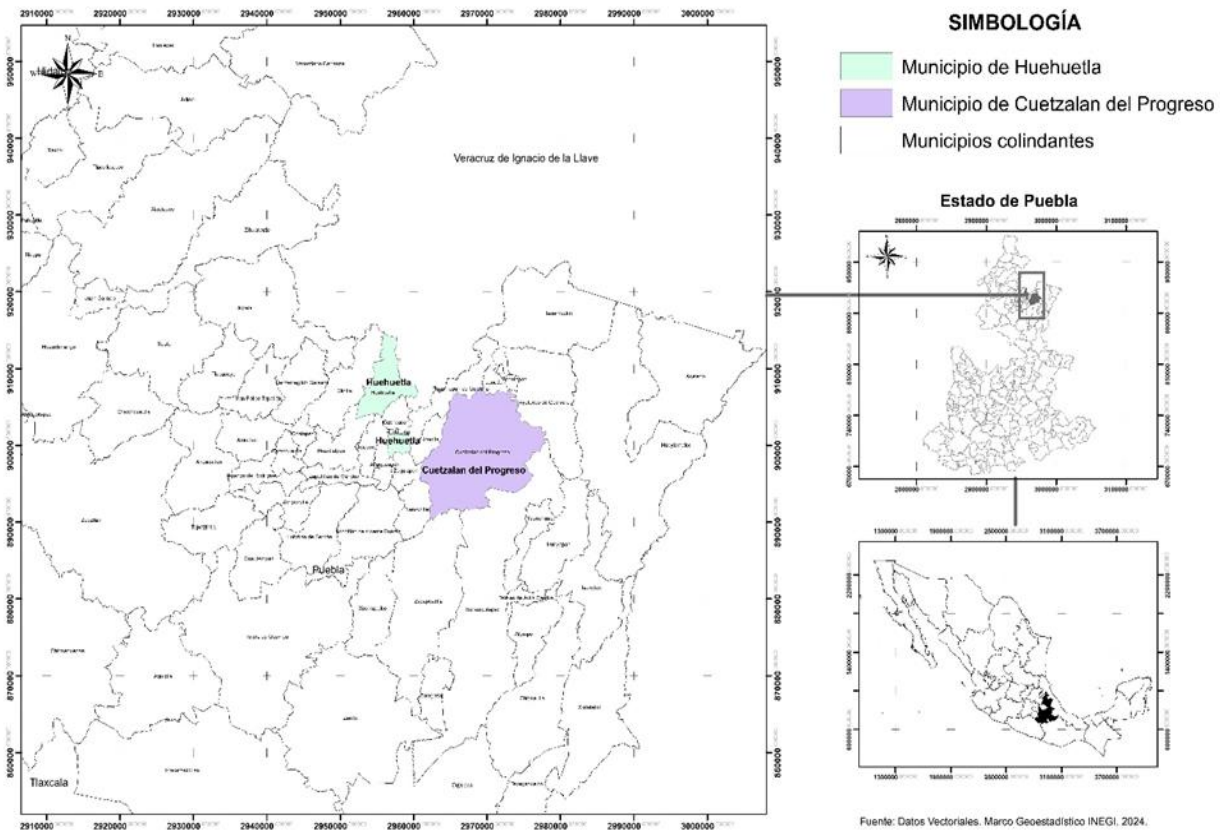


FIGURA 1. Ubicación geográfica de los municipios de Cuetzalan y Huehuetla, Puebla, México
Fuente: elaboración propia

3.1 Pueblos originarios y pobreza

Los dos municipios pertenecen a la categoría de indígenas y la inmensa mayoría habla una lengua originaria, solamente el 8,3% tenían al español como lengua materna. En el municipio de Huehuetla está presente el pueblo totonaco con el 93% de los entrevistados que hablan esta lengua, 1,8% totonaco náhuatl y 5,3% manifestaron que su lengua es el español. En el caso de Cuetzalan, el 86,5% hablan náhuatl, 1,9% totonaco y el 11,5% se comunican a través del español. Entonces, en este estudio se refleja la presencia de los pueblos originarios de nuestro país.

Las condiciones de vida de las familias campesinas son muy precarias y en ese sentido el 78,7% de los entrevistados afirmaron ser pobres. En el caso de Huehuetla, el 83,9% considera que su familia se encontraba en condiciones de pobreza y para el municipio de Cuetzalan, 73,1% de los entrevistados manifestó estar en esa situación, sin que se manifestara diferencia estadística entre los dos grupos (χ^2= 1,894; p= 0,24). Esta medición sobre pobreza desde la percepción de los productores, coincide con la cuantificación oficial, donde se encontró que para el año 2020 el municipio de Huehuetla tenía el 83,21% de su población en condiciones de pobreza y en Cuetzalan se estimó en 82,4% (Gobierno de Puebla, 2020). Este resultado confirma que existe una relación entre pobreza y pueblos indígenas. Esta asociación también se manifiesta con el cultivo de café, que se realiza por campesinos en condiciones de pobreza y deben de optimizar sus recursos para obtener ingresos que les permita subsistir como familia (Flores y Solís, 2025).

La falta de alimentos es la manifestación más terrible de la pobreza. De los entrevistados solamente el 38,1% manifestó que su familia realiza tres comidas al día y, la mayoría (61,9%) afirmó que solamente realiza dos comidas al día. Al comparar los dos municipios, encontramos diferencia estadística (χ^2= 8,726; p= 0,003), donde se presenta una situación más grave en el municipio de Huehuetla, en el que el 75% de las familias realiza solo dos comidas, es decir solamente una de cada cuatro familias hacia tres comidas diarias; mientras que en Cuetzalan, el 46,9% hacia dos comidas al día y el restante 53,1% afirmaron consumir sus alimentos en tres ocasiones diarias.

Al cuestionar a los productores sobre el número de comidas realizadas al día, de acuerdo con su autopercepción de pobreza, se encontró el resultado que se presenta la TABLA 1.

TABLA 1. Número de comidas que realizan al día las familias campesinas en los municipios de acuerdo a su autodefinición de pobreza. Fuente: elaboración propia con datos de trabajo de campo

Municipio	Pobre	¿Número de comidas que realizan al día?				Total		Significancia
		Dos	%	Tres	%			
Huehuetla	Sí	37	80,4	9	19,6	46	100	
	No	4	44,4	5	55,6	9	100	
	Total	41	74,5	14	25,5	55	100	0,031
Cuetzalan	Sí	19	54,30	16	45,70	35	100	
	No	4	28,60	10	71,40	14	100	
	Total	23	46,90	26	53,10	49	100	0,094
Municipios en estudio	Sí	56	69,1	25	30,9	81	100	
	No	8	34,8	15	65,2	23	100	
	Total	64	61,5	40	38,5	104	100	0,003

Se puede observar que la mayoría de los productores que se consideran en condiciones de pobreza de los dos municipios, solo el 69,1% hacen dos comidas al día; en cambio, los que consideran que tienen mejor posición socioeconómica (34,8%) consumen dos alimentos al día, mostrando este resultado diferencia estadística (χ^2= 8,932; p=0,003) entre los que se consideran pobres y los que no se encuentra en esa situación. Al hacer el análisis de pobreza y consumo de alimentos diarios, se encontró que los productores que se consideran pobres presentan mayor proporción de consumir dos comidas al día, , presentándose esta situación en ambos municipios en estudio. Este resultado resalta el alto nivel de pobreza en estos dos municipios que afecta fuertemente la alimentación familiar.

3.2 Producción de café

La totalidad de los entrevistados son productores de café y se complementan con otros cultivos, como es el maíz, utilizado básicamente para el autoconsumo. Respecto a la tenencia de la tierra, por razones históricas, se encuentra bajo el régimen de propiedad privada, con la totalidad de los productores de Huehuetla y el 96,2% de los productores de Cuetzalan, con el 3,8% restante bajo tenencia ejidal.

En los dos municipios, los productores realizan sus actividades agrícolas en condiciones de minifundio con un promedio de 1.4356 ha (s=1,86), con un mínimo de poco más de un

décimo de hectárea y un máximo encontrado de 12,5 ha. En el municipio de Huehuetla el promedio de hectáreas sembradas con café fue de 1.3198 (s= 1,86) y el de Cuetzalan fueron 1.5625 ha (s= 1,86), sin que mostraran diferencia estadística (t= -0,679; p= 0,49). Los productores de café cuentan con solamente una pequeña porción de tierra para obtener su subsistencia. Esta situación de minifundio se refleja en bajos ingresos e impacta en las condiciones de vida de las familias campesinas.

El rendimiento general fue de 1.133,17 kilogramos por hectárea (s= 1610,536) de café cereza. En el municipio de Huehuetla, el promedio fue de 1.473,75 kg/ha y en Cuetzalan de 742,94 kg/ha, mostrando diferencia estadística (t= 2,348; p= 0,021) entre los dos municipios. Ramírez y Juárez (2008) en un estudio anterior encontraron que el rendimiento en Cuetzalan fue de 1.178,64 kilogramos por hectárea y en Huehuetla de 1.502,3 kg/ha. Aunque se observa mayor rendimiento en Huehuetla, la producción sigue siendo muy reducida y la gran mayoría vende su producto sin darle valor agregado, por lo que el aporte económico para la familia es muy bajo (TABLA 2).

TABLA 2. Superficie y rendimiento de café cereza en el municipio de Huehuetla y Cuetzalan, de acuerdo con la autodefinición de pobreza. Fuente: elaboración propia a partir del trabajo de campo

Municipios	**Pobre**	**Superficie (ha)**	**Significancia**	**Rendimiento (kg/ha)**	**Significancia**
Huehuetla	Sí	1,0368		1380,13	
	No	2,889		2050	
	Total	1,3345	0,006	1491,78	0,377
Cuetzalan	Sí	1,3974		784,38	
	No	2,0107		642,29	
	Total	1,5625	0,297	742,94	0,566
Municipios en estudio	Sí	1,198		1123,73	
	No	2,3543		1193,13	
	Total	1,4443	0,008	1139,38	0,857

La superficie promedio cultivada en los dos municipios por productor fue de 1,44 hectáreas, aunque puede observarse que los productores que se asumen como pobres, tienen menor superficie (1,198 hectáreas) que aquellos que no asumen esta condición (2,354 ha) y se encontró diferencia estadística entre los dos grupos (t=-2,715; p=0,008), por lo que la superficie dedicada a la agricultura por parte de los productores es un factor determinante en la condición de pobreza de las familias campesinas.

Al hacer el análisis por municipio, se encontró en Huehuetla el mismo resultado, diferencia significativa entre los dos grupos (t=2,884; p=0,006) con una superficie de 1,04 ha en los que se consideran pobres, menor que la superficie del otro grupo (2,89 ha), que afirman no se encuentran en esa situación. En el caso del municipio de Cuetzalan, se encontró que el promedio entre los que se consideran pobres es de 1,39 hectáreas y 2,01 ha en el grupo no pobres, donde a pesar de la discrepancia no se encontró diferencia estadística entre los dos grupos (t=-1,055; p=0,297). Este resultado coincide con el encontrado en otro estudio en Cuetzalan, donde se obtuvo una superficie promedio de 1,88 hectáreas, con una mínima de 0,25 y una máxima de 10 (Benítez *et al*., 2015). Para el caso de Huehuetla, Ortega *et al*. (2010) mencionan que los productores tienen un minifundio extremo con una superficie de 1,83 ha en promedio. Estos resultados nos muestran que,

si bien la superficie es un factor determinante en la designación de pobre, presenta variaciones a nivel municipio.

Para el caso de los rendimientos de café cereza (FIGURA 2), el promedio general es de 1.138,38 kg/ha, con rendimientos muy similares para cada uno de los dos grupos, con 1.123,73 kg para el grupo de los que se consideran pobres y de 1.193,13 para la otra categoría. Al comparar estadísticamente estos dos grupos se encontró que no existe diferencia significativa (t= -0,18; p=0,857). Este resultado nos muestra que el rendimiento por hectárea no es determinante para que las familias se consideren en condición de pobreza. Al hacer el análisis por municipio, se encontraron mayores rendimientos en Cuetzalan, aunque en ninguno de los dos municipios se presentaron diferencias estadísticas entre los rendimientos obtenidos por los productores que se consideran pobres, con aquellos que no se consideran en esa situación, como puede observarse en la TABLA 2. Este resultado nos confirma que los rendimientos por hectárea pueden presentar diferencias entre municipios; sin embargo, no muestran discrepancias estadísticas de acuerdo a su condición de pobreza.

El conocer cuál es el conjunto de variables determinantes para que un producto defina su familia como pobre, se procedió a realizar una regresión logística, donde la variable dependiente es si se considera pobre o no. Se probaron diferentes variables: municipio, superficie total, presencia de siniestros, rendimiento, aplicación de fertilizantes, valor agregado el café, y venta de café cereza. Para la selección de las variables que podrían ser determinantes, se usó el método hacia delante de Wald. El resultado después de desechar las variables que no fueron significativas quedó de la siguiente forma (TABLA 3):

TABLA 3. Estimadores del modelo de regresión logística.
Fuente: elaboración propia

Variables	B	Error estándar	Wald	gl	Sig.	Exp(B)
Superficie (ha)	0,297	0,14	5	1	0,034	1
Constante	-1,744	0,36	23	1	0	0,175

La única variable que resultó significativa fue la superficie total, por lo que, en este minifundio extremo, la tenencia de una pequeña superficie más puede significar para los productores la diferencia entre considerarse pobres o no.

Este resultado coincide con lo planteado por Rodríguez y Forero (2021) en un estudio sobre agricultura familiar, donde menciona que la disponibilidad de tierra es determinante para la generación de ingresos para superar la pobreza rural, donde los productores con pequeñas cantidades de tierra se ven muy limitados para superar la línea de pobreza. Ante las condiciones de minifundio y las crisis periódicas de precios del café, Ortega *et al*. (2010) consideran que el cultivo no asegura la subsistencia de las familias cafetaleras.

La tenencia de pequeñas superficies sembradas de café y el bajo rendimientos trae como consecuencia reducidos ingresos por la venta de café. Ramírez y Juárez (2008) encontraron que la mayoría de los cafeticultores de estos dos municipios estaban en condiciones de pobreza y esta se relaciona con el ingreso total obtenido de la venta de café; los productores que se consideran pobres tenían un ingreso menor por la venta del producto de su cultivo. Por otra parte, González (2018) en un estudio en el estado de Hidalgo, menciona que los campesinos indígenas cafetaleros se encuentran en pobreza debido a que el ingreso obtenidos por la actividad cafetalera es insuficiente para salir de las difíciles condiciones de vida en que se encuentran y con una alternativa propone dar al café valor agregado.

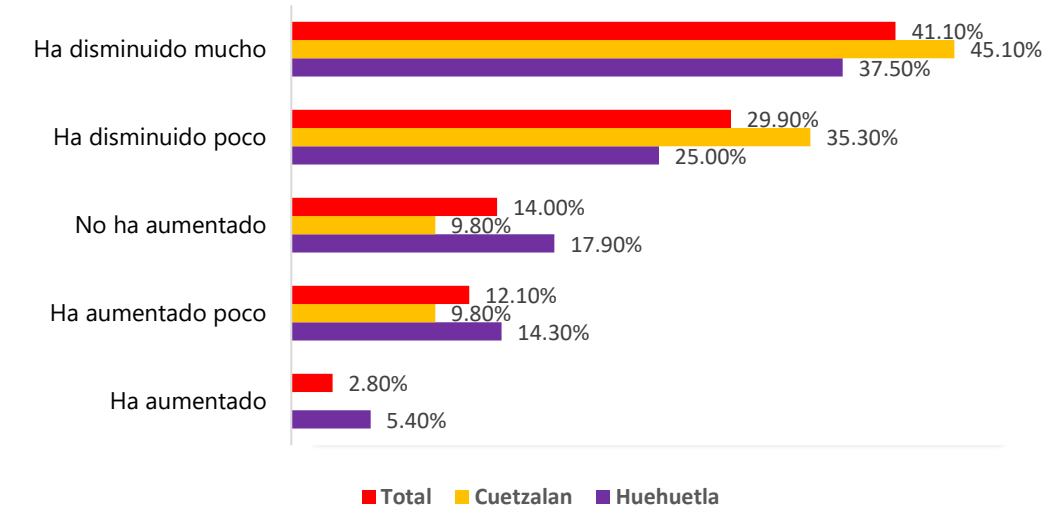


FIGURA 2. Comportamiento de rendimiento de café cereza en los últimos cinco años, de acuerdo a la percepción del productor, en los municipios de Cuetzalan y Huehuetla (%).
Fuente: elaboración propia a partir de trabajo de campo

El 41,1% de los productores menciona que su rendimiento ha decrecido mucho en los últimos cinco años y el 29,9%, que ha disminuido poco, por lo que la mayoría de los cafeticultores mencionaron una disminución el rendimiento de su cultivo. Solamente el 14,9% ha manifestado que su producción por hectárea ha aumentado.

Al analizar el comportamiento del rendimiento en los últimos cinco años en los municipios de Huehuetla y Cuetzalan, se observa el mismo comportamiento y no se encontró diferencia estadística (U de Mann-Whitney=1665,5; p=0,118), donde se encontró que en ambos municipios la mayoría de los productores de café han visto disminuidos sus rendimientos a través de los años. Esto está en concordancia con el comportamiento del rendimiento del cultivo en el país en los últimos años.

Las causas de la disminución son variadas y en un estudio realizado por Jaramillo *et al*. (2022) mencionan que el 95% de los productores de café en el municipio de Cuetzalan redujeron sus rendimientos en aproximadamente 30% como consecuencia del cambio climático, además de otros problemas como precios bajos de café, falta de asistencia técnica, y alto costo de los insumos, entre otros.

Existe un gran número de problemas en el proceso productivo del café en la región de estudio, siendo los principales la lluvia en primer lugar, seguido por el bajo rendimiento y las sequías. Además, se presentan una serie de problemas con menor frecuencia como son plagas, malezas, enfermedades, vientos, granizadas y heladas. En la agricultura que depende del temporal, es frecuente la presencia de siniestros que afectan el cultivo y que se presentan periódicamente. En el caso de los dos municipios del estudio, se preguntó si hubo presencia de algún siniestro que impactara su producción de café en los últimos cinco años y la mitad de los productores afirmaron que padecieron un siniestro. En el caso de Huehuetla, el 46,4% manifestaron que su cultivo sufrió daño por esa causa, siendo que en el municipio de Cuetzalan un poco más la mitad (54,2%) padecieron por esta misma causa. La proporción de productores que tuvieron algún siniestro en los dos municipios fue muy similar sin que se

presentara diferencia estadística (χ^2= 0,619; p=0,555) entre ellos. Los principales siniestros que se manifiestan en el municipio son heladas, vientos, inundaciones y sequía.

Esto implica que los productores de café cultivan pequeñas superficies, por lo que obtienen producciones reducidas y aunado a esto, la presencia de siniestros que se presentan periódicamente y merman aún más sus reducidos ingresos. Los problemas a los que se enfrentan los cafeticultores en la región afectan su producción, pero lo que se cultiva es su principal fuente de ingresos. La opinión de los productores con relación a la rentabilidad del cultivo se presenta en la TABLA 4.

TABLA 4. Opinión de los entrevistados sobre la rentabilidad de la producción de café en los municipios de Huehuetla y Cuetzalan, Puebla. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de campo

¿Actualmente qué tan rentable considera la producción de café?	**Municipio**				**Total**	
	Huehuetla		**Cuetzalan**			
	F	%	F	%	F	%
Muy buen negocio	9	16,1	1	2,0	10	9,4
Buen negocio	19	33,9	12	24,0	31	29,2
Regular	24	42,9	29	58,0	53	50,0
Mal negocio	4	7,1	7	14,0	11	10,4
Muy mal negocio	0	0	1	2,0	1	0,9
Total	56	100	50	100	106	100

Los productores, a pesar del cultivo en pequeñas superficies, los siniestros que afectan la producción, las caídas de los precios internacional del café, los rendimientos y los costos de producción, así como el precio del café cereza, piensan que es rentable seguir produciendo café, la mitad de ellos considera que es un negocio regular, 38,6% lo ve como un negocio exitoso y solamente el 11,3% opina que es un mal negocio. En ese sentido, los productores siguen considerando el café como una opción viable que permite obtener recursos para la familia.

Al hacer la comparación entre municipios, se encontró que la mitad de los productores de Huehuetla lo consideraban un buen o muy buen negocio y sólo el 7,1% mal o muy mal negocio; en cambio en el municipio de Cuetzalan sólo una cuarta parte (26%) de los productores tenía una visión exitosa de la producción de café como negocio, y un 16% como una empresa con resultados económicos negativos. Estos resultados muestran una diferencia estadística (U de Mann-Whitney=1876,5; p=0,002), entre los municipios, donde se observa que el municipio Huehuetla, los productores tienen una posición más positiva sobre el cultivo de café en la generación de ingresos y este resultado es lógico cuando observamos que el rendimiento del cultivo de café en este municipio fue casi el doble que el obtenido en Cuetzalan.

Los productores de café de estos dos municipios, se encuentran en difíciles condiciones de vida, minifundio reducido producción ingresos con ese cultivo; sin embargo, casi la totalidad (99,1%) de los cafeticultores de los dos municipios piensa continuar cultivando este rubro. Por municipio, los resultados muestran que la totalidad de los hogares del municipio de Huehuetla y el 98% en Cuetzalan continuarán con la producción del aromático.

4. Conclusiones

Los productores de café de los municipios de Huehuetla y Cuetzalan practican una agricultura familiar campesina y pertenecen a los pueblos originarios de nuestro país. El café es el producto

agrícola principal, aunque también siembran otros cultivos como maíz, dedicado principalmente al autoconsumo. La producción de café se realiza en condiciones de minifundio extremo, y rendimientos reducidos, que generan los ingresos, bastante limitados, para la subsistencia familiar. Esta situación se refleja en sus condiciones de pobreza. Los resultados muestran que, desde la perspectiva de los productores, su ubicación en condición de pobreza está determinada por la variable superficie sembrada. Los productores consideran que la superficie sembrada de café es un factor determinante en la condición de pobreza de las familias campesinas.

Las familias productoras de café se encuentran en pobreza, que afecta fuertemente las condiciones de vida, impactando en la alimentación, donde se encontró en las familias consideradas pobres, una reducción en la cantidad de alimentos consumidos.

A pesar de la problemática regional en la producción de café, como lo reducido de los predios, que los rendimientos del cultivo se han venido reduciendo a través del tiempo, los precios bajos y la presencia de siniestros, los cafeticultores consideran que el cultivo es rentable y la inmensa mayoría de los productores afirman que continuaran cultivando café, demostrando la persistencia de la agricultura familiar campesina.

5. Referencias citadas

ALVARADO, M.; LOZANO, F.; MARTÍNEZ, M.Á. y J. A. COLMENERO. 2006. "Usos y destinos de los suelos en la región de Cuetzalán, Puebla, México". *Investigaciones Geográficas,* (59): 43-58. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/ [Consulta: febrero, 2025].

APODACA, C.; JUÁREZ, P.; RAMÍREZ, R. y A. MÉNDEZ. 2023. "Estrategias de adaptación campesina ante la variabilidad climática. Caso del café, municipio de Huehuetla, Estado de Puebla, México". *Revista Geográfica Venezolana*, 64(1): 73-84. Disponible en: http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/regeoven/ [Consulta: junio, 2025].

APODACA, C.; JUÁREZ, J. P.; RAMÍREZ, B.; DÍAZ, R.; RODRÍGUEZ, F. J. y V. VÁZQUEZ. 2020. "La alimentación familiar de pequeños productores de café y variabilidad climática en Huehuetla, Puebla, México". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 17(2): 375-396. Disponible en: https://doi.org/10.22231/asyd.v17i2.1350 [Consulta: febrero, 2025].

BARTRA, A. 2012. "Cómo sobrevivir al mercado sin dejar de ser campesino El caso de los pequeños productores de café en México". *Veredas. Revista del Pensamiento Sociológico*, 2: 181-191. Disponible en: https://www.aacademica.org/armando.bartra/44 [Consulta: marzo, 2025].

BENÍTEZ-GARCÍA, E.; JARAMILLO-VILLANUEVA, J. L.; ESCOBEDO-GARRIDO, S.; y S. MORA-FLORES. 2015. "Caracterización de la producción y del comercio de café en el Municipio de Cuetzalan, Puebla". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 12(2): 181-198. Disponible en: https://revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/147/91 [Consulta: febrero, 2025].

BLANCA-BAUTISTA, M.; OCAMPO-FLETES, I.; JUÁREZ-SÁNCHEZ, J. P.; HERRERA-CABRERA, B. E.; PÉREZ-RAMÍREZ, E. & P. SÁNCHEZ-MORALES. 2024. "Peasant family farming multifunctionality index (PFFMI): Case study, municipality of Calpan, Puebla". *Revista de Geografía Norte Grande*, (87): 1-24. Disponible en: https://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022024000100111 [Consulta: mayo, 2025].

CERVANTES-HERRERA, J.; CRUZ-LEÓN, A.; PÉREZ-FERNÁNDEZ, Y. y G. TORRES-CARRAL. 2016. "Saberes y tecnologías tradicionales en la pequeña agricultura familiar campesina de México". *Revista de Geografía Agrícola*, (57): 7-20. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/757/75749288011.pdf [Consulta: mayo, 2025].

CHONCHOL, J. 2012. "Globalización, pobreza y agricultura familiar". *RURIS* (Campinas, Online), 2(1). Disponible en: https://doi.org/10.53000/rr.v2i1.667 [Consulta: junio, 2025].

FLORES, M. de L. y M. K. SOLÍS. 2025. "Transformaciones en las cadenas del café orgánico: perspectiva de los caficultores en la Frailesca". *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*. Disponible en: https://chakinan.unach.edu.ec/index.php/chakinan/article/view/1313 [Consulta: junio, 2025].

GOBIERNO DE PUEBLA. 2020. *Medición de la pobreza municipal en el Estado de Puebla*. Disponible en: https://ceigep.puebla.gob.mx/docs/boletines/coneval-2020-2.pdf [Consulta: febrero, 2025].

GONZÁLEZ, A. 2018. "Café y pobreza en los productores Otomí-Tepehua: crisis del desarrollo rural frente al neoliberalismo". *Cimexus*, 13(2): 27-42. Disponible en: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6816489 [Consulta: mayo, 2025].

HUATO, M. Á.; ARENAS, O. R.; RAMÍREZ-VALVERDE, B.; REYES, L. L.; LEZAMA, C. P. y A. CRUZ. 2014. "Agricultura familiar y seguridad alimentaria entre productores de maíz de temporal en México". *Agroecología*, 9: 89-99. Disponible en: https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300611 [Consulta: abril, 2025].

INEGI. 2023. *Censo Agropecuario 2022, Resultados Definitivos*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/ [Consulta: febrero, 2025].

INEGI. 2021. *Panorama sociodemográfico de Puebla 2020: Censo de Población y Vivienda 2020*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/ [Consulta: febrero, 2025].

JARAMILLO-VILLANUEVA, J. L.; GUERRERO-CARRERA, J.; VARGAS-LÓPEZ, S. y Á. BUSTAMANTE-GONZÁLEZ. 2022. "Percepción y adaptación de productores de café al cambio climático en Puebla y Oaxaca, México". *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(1). Disponible en: https://era.ujat.mx/index.php/rera/article/view/3170 [Consulta: junio, 2025].

JARQUÍN, N. H.; CASTELLANOS, J. A. y D. M. SANGERMAN-JARQUÍN. 2017. "Pluriactividad y agricultura familiar: retos del desarrollo rural en México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(4): 949-963. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/ [Consulta: mayo, 2025].

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN y LA AGRICULTURA (FAO); PARLAMENTO LATINOAMERICANO y CARIBEÑO (PARLATINO). 2017. *Ley Modelo de Agricultura Familiar del PARLATINO. Bases para la formulación de leyes y políticas públicas en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile. Disponible en: https://openknowledge.fao.org/ [Consulta: febrero, 2025].

ORTEGA, A.; RAMÍREZ, B.; CASO, L.; RAMÍREZ, J.; ESPINOZA, G. y J. MORETT. 2010. "Transformación de la estructura agraria en un municipio indígena productor de café en un contexto de crisis. Estudio de caso en Huehuetla, Puebla, México". *Región y Sociedad*, 22(48). Disponible en: https://doi.org/10.22198/rys.2010.48.a436 [Consulta: mayo, 2025].

PÉREZ, M. del P. 2023. "Inversión pública en el sector agropecuario: participación de la agricultura familiar en la seguridad alimentaria". *Revista Alfa*, 7(20): 474-481. Disponible en: https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.230 [Consulta: junio, 2025].

PÉREZ-LÓPEZ, O. y G. MAZZOTTI. 2022. "El concepto de agricultura familiar y sus implicaciones en las políticas públicas en México". *Textual*, (80): 133–156. Disponible en: https://doi.org/10.5154/r.textual.2022.80.05 [Consulta: junio, 2025].

PIZA, C.; PALACIOS, L.; PULIDO, N. y R. J. DALLOS. 2016. "Agricultura familiar: una alternativa para la seguridad alimentaria". *Conexión Agropecuaria,* 6(1): 13-25. Disponible en: https://revista.jdc.edu.co/index.php/conexagro/article/view/52 [Consulta: junio, 2025].

RAMÍREZ-JUÁREZ, J. 2022. "Seguridad alimentaria y la agricultura familiar en México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 13(3): 553-565. Disponible en: https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/ [Consulta: mayo, 2025].

RAMÍREZ, B. y J. P. JUÁREZ. 2008. "Opciones económicas y productivas de reestructuración de las unidades indígenas de producción de café ante la crisis agrícola: Estudio en la Sierra Nororiental de Puebla, México". *Perspectivas Sociales*, 10(2): 115-138. Disponible en: http://eprints.uanl.mx/8724/1/art5%20%282%29.pdf [Consulta: febrero, 2025].

ROBLES, H. 2017. "La pequeña agricultura campesina y familiar: construyendo una propuesta desde la sociedad". *EntreDiversidades*, 1(7): 46-83. Disponible en: https://doi.org/10.31644/ED.7.2016.a02 [Consulta: junio, 2025].

RODRÍGUEZ, C. S. y J. FORERO. 2021. "El impacto de los ingresos generados por la agricultura familiar en la superación de la pobreza de los campesinos colombianos". *Papel Político*, 26. Disponible en: https://doi.org/10.11144/Javeriana.papo26.iiga [Consulta: junio, 2025].

SANTIAGO-MARTÍNEZ, G. M.; RODRÍGUEZ-ORTIZ, G.; CASTAÑEDA-HIDALGO, E.; HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, B. R.; LOZANO-TREJO, S. y D. L. DÍAZ-GARCÍA. 2023. "Indicadores de innovación y productividad en unidades de producción agrícola familiar: sur de México". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 20(4): 488-503. Disponible en: https://doi.org/10.22231/asyd.v20i4.1556 [Consulta: mayo, 2025].

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Puebla, México; julio, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: septiembre, 2025/ Aceptado: febrero, 2026
pp. 368-381 /

Avance en la comprensión de los terremotos de enero de 1674 en Venezuela:

¿qué nos dice la información histórica y paleo-sismológica?

Avanços na compreensão dos terremotos de janeiro de 1674 na Venezuela:
o que nos dizem as informações históricas e paleo-ssismológicas?

Advances in understanding the earthquakes of January 1674 in Venezuela:
what does historical and paleo-seismological information tell us?

Christl Palme de Osechas[1], Reina Aanguren[2], José Choy[2], Luis Alberto Ramírez Méndez y Miguel Alvarado[4]

[1] Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario 'Rafael Rangel', Trujillo, Venezuela
[2] Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias, Laboratorio de Geofísica, Mérida, Venezuela
[3] Universidad de Los Andes, Facultad de Humanidades y Educación, Escuela de Historia, Mérida, Venezuela
[4] Universidad de Los Andes, Facultad de Ingeniería, Escuela de Geología, Mérida, Venezuela
cpalme56@gmail.com; arangurenreina@gmail.com; jose.e.chaoy@gmail.com;
luisramirez811@gmail.com; alvaradom78@gmail.com

Palme de Osechas: https://orcid.org/0009-0006-8649-0638
Aranguren: https://orcid.org/0009-0000-5027-0920
Choy: https://orcid.org/0009-0002-1387-3217
Ramírez: https://orcid.org/0000-0001-7014-8105
Alvarado: https://orcid.org/0009-0002-0321-3119

Resumen

Los terremotos ocurridos en enero de 1674 forman parte de los eventos sísmicos de mayor magnitud registrados históricamente en la región andina de Venezuela. En el siglo XXI, investigaciones paleosismológicas, sismológicas y geomorfológicas han permitido avances sustanciales en la comprensión de estos eventos, complementados por estudios sobre sus impactos socioeconómicos.

La revisión documental confirma la ocurrencia de dos sismos destructivos: el primero tuvo lugar la noche del 12 de enero, con daños localizados en Mérida y posible percepción intensa en Trujillo; el segundo, ocurrido la tarde del 16 de enero, constituyó el evento principal, generando daños significativos en Mérida y Gibraltar (edo. Mérida), Trujillo (edo. Trujillo) y El Tocuyo (edo. Lara). La distribución espacial de las réplicas sentidas abarcó desde Lagunillas de Mérida hasta El Tocuyo, lo que sugiere que estos sismos fueron mayores de lo que se había estimado previamente.

PALABRAS CLAVE: terremoto histórico 1674; falla de Boconó; región andina.

Resumo

Os terremotos ocorridos em janeiro de 1674 fazem parte dos eventos sísmicos de maior magnitude registrados historicamente na região andina da Venezuela. No século XXI, pesquisas paleossismológicas, sismológicas e geomorfológicas permitiram avanços substanciais na compreensão desses eventos, complementados por estudos sobre seus impactos socioeconômicos.

A revisão documental confirma a ocorrência de dois terremotos destrutivos: o primeiro ocorreu na noite de 12 de janeiro, com danos localizados em Mérida e possível percepção intensa em Trujillo; o segundo, ocorrido na tarde de 16 de janeiro, constituiu o evento principal, gerando danos significativos em Mérida y Gibraltar (est. Mérida), Trujillo (est. Trujillo) y El Tocuyo (est. Lara). A distribuição espacial dos réplicas sentidos abrangeu desde Lagunillas de Mérida até El Tocuyo, o que sugere que esses terremotos foram maiores do que se havia estimado anteriormente..

PALAVRAS-CHAVE terremoto histórico 1674; falha de Boconó; região andina.

Abstract

The January 1674 earthquakes rank among the highest-magnitude seismic events historically documented in Venezuela`s Andean region. In the 21st century, paleoseismological, seismological, and geomorphological research have deepened understanding of these events, while studies of their socioeconomic impact have further broadened the picture.

Documentary review confirms the occurrence of two destructive earthquakes: the first took place on the night of January 12, causing localized damage in Mérida and possibly being strongly felt in Trujillo; the second, on the afternoon of January 16, was the main event, causing severe damage in Mérida and Gibraltar (state of Mérida), Trujillo (state of Trujillo), and El Tocuyo (state of Lara). The spatial distribution of aftershocks from Lagunillas de Mérida to El Tocuyo suggests that both events together were stronger than previously thought.

KEYWORDS: historic earthquake 1674; Boconó fault; Andean region.

1. Introducción

Los terremotos de enero de 1674 fueron unos de los sismos de mayor magnitud que han ocurrido en los Andes de Venezuela. Esos eventos fueron precedidos y sucedidos por numerosos temblores, algunos de ellos bastantes fuertes. Los temblores se iniciaron en diciembre de 1673, por esta razón algunos investigadores hablan de los temblores de 1673 y 1674, aunque los eventos principales ocurrieron en enero de 1674. El objetivo del presente trabajo fue reunir los resultados de las diferentes investigaciones para obtener una visión más amplia de lo que aconteció. Además, se discute sobre la distribución espacial de las réplicas y cómo esta repercute sobre la interpretación de los posibles procesos de ruptura de la falla de Boconó.

Este evento no había sido reseñado en los primeros listados y catálogos, como el de Febres (1931), de Fiedler (1961, 1972) o de Cluff y Hansen (1969). Esto posiblemente se debe a que los temblores y terremotos fueron solo una de las catástrofes que afectó la región en estos años del siglo XVII. Los documentos de la época hablan de muchas calamidades como inundaciones, ataque de los motilones e invasiones de los piratas (de la Peña y Gaviria D, 1711 consultado en Samudio, 1984).

En este sentido, la primera mención sobre este evento la realizó Centeno-Grau en su catálogo de 1969, donde anotó: "*Fuertes temblores en Trujillo. Se inundaron terrenos*." (1969: 228). Más adelante, Grases (1980) publicó en su catálogo una transcripción de un documento clave escrito en Trujillo el 23 de enero de 1674 por el Vicario Vilchez y Narvaes. Grases estima un epicentro (9,33°N y 70,64°W), pero no estima magnitud.

Posteriormente, Samudio (1984) publicó un documento de 1711, que menciona los terremotos del final de 1672 y principio de 73 (seguramente sea un error, ya que es el único documento que cita estos años) como causa de la destrucción de las haciendas de cacao en la región de Gibraltar y el valle del Chama (FIGURA 1).

En 1990, Palme publicó un trabajo sobre los daños de este evento, fundamentado solamente en documentación de Trujillo, el cual hace referencia a la ciudad de Trujillo y el valle del rio Pocó. Rojo (1998) habla de las repercusiones económicas y sociales que tuvieron los sismos en toda la jurisdicción de ese estado. Luego en 1999, en el catálogo de Grases, *et. al.*, se aportaron otros documentos históricos. Samudio, en ese mismo año, presentó una rica documentación sobre las consecuencias de los sismos para la población de Mérida.

Palme y Altez (2002) unieron la información disponible acerca de Mérida y Trujillo, y procedieron a estimar algunas intensidades, partiendo de la suposición de que solo hubo un evento principal, ocurrido en la tarde del 16 de enero de 1674. A estas intensidades se aplicó el algoritmo de Bakun & Wentworth (1997) y se obtuvo un centro de intensidades de 8.8 - 9.0ºN y 70.8 – 71.0ºW con una magnitud de 6,6 – 7,0 MI.

A partir el año 2002 se han realizado numerosas investigaciones acerca de diferentes aspectos de los eventos sísmicos estudiados en este trabajo. Principalmente, las investigaciones sismotectónicas de Audemard y su grupo (Audemard 1997, 2009 y 2014; Audemard *et al* 1999 y 2008), han aportado una nueva perspectiva, ya que asociaron definitivamente al terremoto del 16 de enero de 1674 a una ruptura de la falla de Boconó.

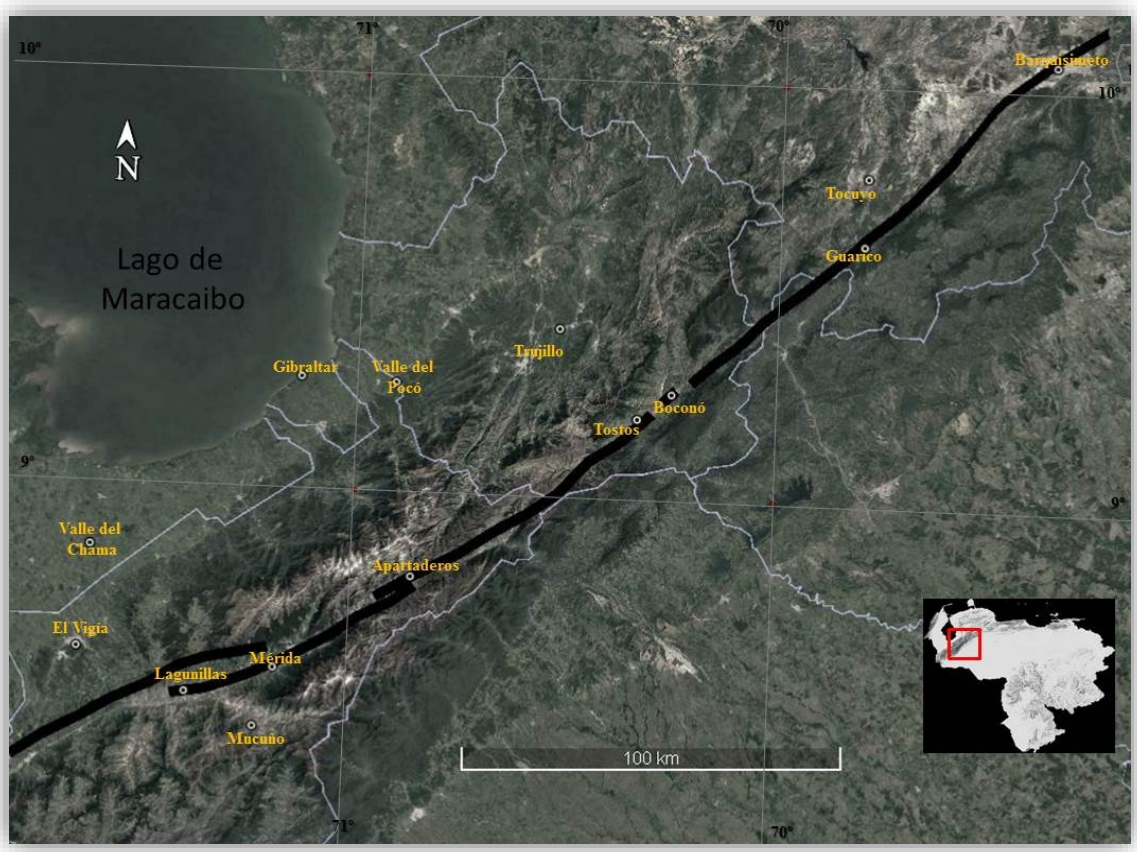


FIGURA 1. Se muestra el área de estudio y de los sitios citados en el texto. Las líneas negras indica la traza de la falla de Boconó (Audemard, 2014). Imagen Landsat/Copernicus (junio, 2025)

2. Marco conceptual

Los terremotos se originan por el desplazamiento de fallas tectónicas, las cuales son fracturas en la corteza terrestre, cuya extensión está directamente relacionada con la magnitud del evento (Wells y Coppersmith, 1994). Por ejemplo, un sismo de magnitud 7 en una falla de desplazamiento horizontal, rumbo deslizante, suele generar una ruptura de aproximadamente 50 km. Por otra parte, en general, la fractura no rompe la totalidad de la falla, sino un segmento de la misma. En consecuencia, para que ocurra un terremoto de gran magnitud, se requiere una falla de longitud considerable. Los grandes eventos suelen ir seguidos de réplicas: temblores de menor magnitud que ocurren en la misma región debido al reajuste de los esfuerzos corticales, y que pueden sucederse durante horas, semanas o incluso años después del sismo principal.

Una característica fundamental de los terremotos es su periodicidad, o tiempo de recurrencia, que depende de la configuración tectónica regional y, en el caso de sismos destructores, puede oscilar entre décadas y milenios. Para estudiar estos fenómenos, la sismología histórica analiza documentos antiguos con el fin de evaluar el grado de los daños en localidades específicas y asignar valores de intensidad. Esta intensidad disminuye conforme aumenta la distancia al foco o epicentro, debido a la atenuación de las ondas sísmicas. La interpretación de la distribución espacial de las intensidades, mediante el uso de isosistas o métodos estadísticos como el de Bakun & Wentworth (1997), permite estimar la ubicación y la magnitud del evento. La precisión de la estimación de estos datos está condicionada, principalmente, por la cantidad de información disponible. Es de hacer notar, que los

métodos históricos no determinan epicentros, sino centros de intensidades, ya que el término de epicentros es de la sismología instrumental.

Complementariamente, la paleosismología se enfoca en el estudio de terremotos preinstrumentales, mediante la observación de irregularidades geológicas en las capas superficiales. Una técnica común es la excavación de trincheras que atraviesan la traza de una falla, permitiendo identificar alteraciones en la sedimentación vinculadas a grandes eventos sísmicos. Al combinar estos hallazgos con métodos de datación, se obtiene un registro cronológico que abarca desde hace miles de años hasta la actualidad.

En los sismos en que coinciden la paleosismología y la sismología histórica se integran los resultados de ambos para ofrecer una visión más completa. La relevancia de estas investigaciones radica en su capacidad para estimar los tiempos de recurrencia, un insumo crítico para la evaluación de la amenaza sísmica en cualquier región.

3. Estudios sobre diferentes aspectos de los eventos sísmicos

3.1 Rasgos estructurales de la falla de Boconó y los sismos de 1674

La falla de Boconó es el rasgo estructural más importante de los Andes venezolanos, ampliamente estudiado (Alvarado *et al.*, 2015). Esta falla fue clasificada por Rod (1956) como una falla rumbo-deslizante dextral, descrita posteriormente en numerosos trabajos (Schubert, 1980, 1982; Soulas, 1985; Ferrer, 1988; Audemard *et al.*, 1999; Alvarado *et al.*, 2008). Audemard (2014); propuso cinco segmentos para su trazo, basados en cartografía geomorfológica para investigaciones paleosísmicas mediante trincheras (FIGURA 2).

Entre estos estudios, dos evidenciaron rupturas superficiales asociadas al sismo de 1674:

- ✓ La trinchera Quinanoque (Alvarado *et al.*, 2008), ubicada en el segmento Boc-b (Mucuchies), (Audemard, 2014), que se extiende desde la cuenca de tracción de Lagunillas (donde se localiza la trinchera) hasta la región de Apartaderos (estado Mérida). En ambos límites, la falla presenta relevos transtensivos que forman cuencas de tracción (FIGURA 2).
- ✓ La trinchera Mesa del Caballo (Audemard *et al.*, 2008), ubicada en el extremo suroeste del segmento Boc-c (Audemard, 2014). Allí, la falla genera un relevo transtensivo con el segmento Boc-b, formando la cuenca de tracción de Apartaderos (Audemard *et al.*, 1999).

Con base a los datos de Mesa del Caballo, Audemard *et al.* (2008) reinterpretaron la trinchera Morro de Los Hoyos (Audemard, 1999), ubicada en el extremo noreste del segmento Boc-b, inicialmente asociada al sismo de 1812, los nuevos hallazgos, junto con registros históricos de daños (Palme y Altez, 2002), sugirieron que la ruptura corresponde al sismo de 1674.

Por otra parte, en el segmento Boc-d (de Boconó hasta Barquisimeto) se excavaron dos trincheras cerca de la población Guaríco al sur de El Tocuyo, una muy cerca de la otra (Audemard, 2014), (FIGURA 2). La interpretación paleosísmica dio como resultado, en una de las trincheras, que el evento más reciente fue en 1630 con un margen de error de 330 años y, en la otra trinchera, se obtuvo para el evento más joven el año 1705 con un error de 215 años. De acuerdo a este autor, los sismos que serían candidatos para estos eventos serían los terremotos de 1674, 1736 y 1801.

A partir de estas investigaciones quedó el consenso que la falla de Boconó fue el origen de los grandes terremotos de 1674. En su publicación de 2014 Audemard plantea que hubo dos grandes terremotos, uno que rompió el segmento Boc-b y que ocurrió el 8 de diciembre de 1673, y otro que rompió Boc-c que ocurrió el 16 de enero de 1674. Este punto se discutirá más adelante. Por otra parte, los resultados obtenidos en la trinchera de Quinanoque permitieron relacionar los conocidos fenómenos de movimientos de masa en el cerro de San Antonio de Mucuñó con los terremotos de 1674.

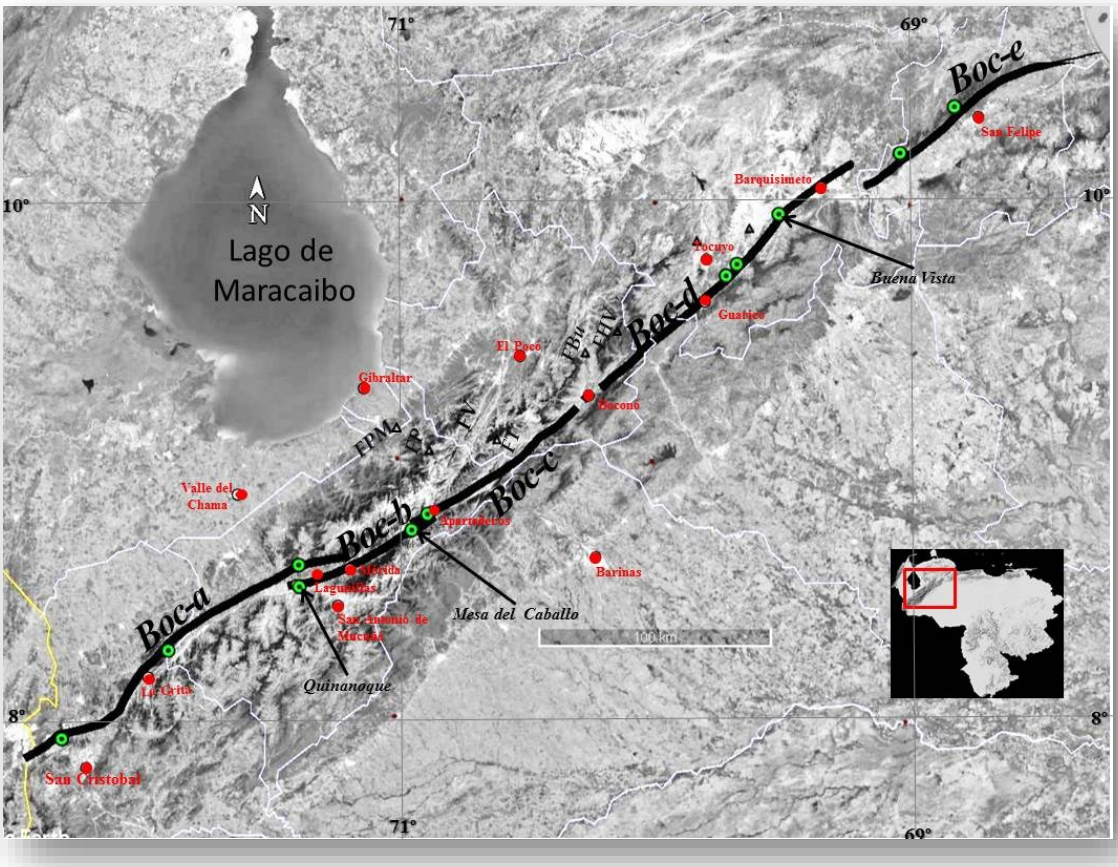


FIGURA 2. Las líneas negras indican los segmentos de la traza de la falla de Boconó. **FP** falla de Piñango, **FV** falla de Valera, **FT** falla de Tuñame, **FB** falla de Burbusay, **FHV** falla de Hato Viejo, **FPM** Falla de Piedemonte. Los puntos verdes marcan los sitios de las trincheras y se identifican con nombre las trincheras citadas en el texto (Audemard, 2014). Imagen Landsat/Copernicus (junio, 2025)

3.2 Relación entre la mudanza de San Antonio de Mucuñó y los sismos de 1674

San Antonio de Mucuñó era un pueblo de doctrina, ubicado aproximadamente a 20 km al sureste de Lagunillas, en una zona geomorfológicamente inestable de la Sierra Nevada de Mérida. En 1692, los naturales agregados a ese poblado solicitaron ser reubicados debido a terremotos, los rigurosos inviernos y la aparición y reactivación de grandes grietas y fisuras que afectaban a una parte significativa de la ciudad (Villafañe y Nadal, 2004: 177) "*... por lo delesnable que es el citio del bolconoso e incomodo, y expuesto a graves peligros de las vidas con la frecuencia de terremotos y benidas de aguaseros...*".

Laffaille *et al*. (2010) presentaron un estudio exhaustivo sobre los movimientos de masa observados en San Antonio de Mucuñó; estos autores plantean que se originaron por unos sismos muy grandes, seguidos por otros más pequeños y sumados a las condiciones lluviosas. Estos sismos grandes, según la documentación histórica, tendrían que haber ocurrido entre 1621 (fecha de fundación de San Antonio) y 1692 (fecha de la solicitud de reubicación), el terremoto más probable cercano al sitio de Mucuñó, y con la fuerza suficiente para provocar una devastación masiva, es el de 1674. Además, estos autores asocian esos fenómenos con los resultados encontrados por Alvarado *et al*. (2008) en la trinchera de Quinanoque.

Por otra parte, la complejidad tectónica de la zona (Alvarado, 2008) sugiere un escenario propicio para la generación de secuencias sísmicas. Un ejemplo destacado es la tormenta

sísmica de 2015, cuyo evento principal alcanzó una magnitud Mw 5.3 y fue seguido por 962 réplicas (Mw entre 1.0 y 5.1), (Martínez *et al*., 2020).

3.3 Investigaciones sobre los desastres de 1674 en la zona Sur del Lago de Maracaibo

Existe una extensa documentación histórica acerca de los efectos de estos sismos en la zona sur del lago de Maracaibo. En este sentido, Ramírez y Aranguren (2016) publicaron una investigación sobre como los sismos afectaron la infraestructura y la economía de esta zona, destruyendo las siembras de cacao, que constituía la principal fuente de ingresos de los habitantes de Mérida y Trujillo. La zona afectada, de acuerdo con los documentos, fue desde el valle del río Pocó (Cabildo de Trujillo, 1686) hasta el valle del río Chama (Francisco, 1684), (FIGURA 1).

Ramírez y Aranguren (2016) aclaran la secuencia de los sucesos: los eventos sísmicos fuertes, de enero, produjeron grandes movimientos de masa en la zona montañosa, que represaron los cauces de los ríos. Luego, por el inicio de las lluvias, probablemente en marzo, se formaron lagunas de obturación, cuyos diques se desplomaron, presumiblemente por la presión del agua y las réplicas, ocasionando inundaciones que dañaron las haciendas de cacao ubicadas en la parte llana entre piedemonte y el lago. Por su parte, Altez *et. al*., 2005 y Altez, 2016 analizan las consecuencias socioeconómicas en la década de1670 en la región.

3.4 Huellas geomorfológicas de los terremotos de 1674 en el valle alto del río Chama

En el tramo noreste del segmento Boc-b, Laffaille y Ferrer (2009) realizaron un estudio geomorfológico, con el objetivo de buscar rasgos que pudieran asociarse a los efectos cosísmicos de los eventos de 1673 y 1674. La zona estudiada fue el valle alto del río Chama (entre Mérida y el páramo de Mucuchies), ubicado al sur de donde se presentaron los mayores daños por efectos cosísmicos (FIGURA 1).

En esa investigación se logró identificar alrededor ocho sitios con evidencias geomorfológicas (movimientos de masa, lagunas de obturación y/o aludes). Por ejemplo, se localizaron dos sitios en el valle de la quebrada Mifafi con evidencias de formación de lagunas de obturación por deslizamientos, que pueden atribuirse a estos terremotos. Sin embargo, no se pudo realizar dataciones para asociarlos a estos sismos. Además, Laffaille y Ferrer no encontraron evidencias documentales, después de exhaustivas búsquedas en los archivos históricos de Mérida. Los autores lo atribuyen a la escasez de documentación debido a la reducida de población en esta zona en el siglo XVII.

3.5 Relación de atenuación para la región de los Andes

Con el fin de estimar los parámetros sísmicos de los grandes terremotos de los Andes venezolanos Palme *et al*. (2005b) desarrollaron una ecuación de atenuación para el occidente y el centro de Venezuela. Determinaron los coeficientes de una relación lineal entre intensidad, magnitud y distancia, utilizando sismos instrumentales superficiales del siglo XX.

Palme *et al*. (2005a) aplicaron esta ecuación al evento de 1674, usando el algoritmo de Bakun & Wentworth (1997) obteniendo para este evento: el centro de intensidades (70.8º OE y 8.95º N) y la magnitud (7.4 ± 0.6). Comparando estos resultados con los de Palme y Altez (2002) se encuentra una diferencia relativamente grande en la magnitud, esto se debe a que en el trabajo del 2002 se utilizó una ley de atenuación originalmente desarrollada para California, que conduce a magnitudes ligeramente menores. De todos modos hay que hacer notar, que el error de estos resultados es grande porque se utilizaron solamente 5 puntos de intensidades.

4. ¿Hubo un sismo grande o varios más pequeños?

4.1 Análisis de la documentación histórica sobre la secuencia de los terremotos

Audemard (2014) analiza la segmentación de la falla de Boconó y considera que en 1673 y 1674 hubo dos sismos de magnitud de aproximadamente 7, que rompieron uno el segmento Boc-b y el otro el segmento Boc-c, en lugar de un solo evento grande que rompería

ambos segmentos. El primero de estos sismos ocurriría el 8 de diciembre de 1673 y el otro el 16 de enero de 1674.

La cuidadosa lectura de los documentos históricos de los que se disponían antes, y otros, que recientemente se han conseguido, nos arrojan nuevas luces a este asunto: En una correspondencia del Cabildo de Mérida del 24 de abril de 1674 (Herrera *et al.,* 1674: 698) se dice lo siguiente:

- ✓ *"…esta ciudad pues en me/dio de tantos temblores de tierra aunque permitió/ fueron dos bien horrorosos**, el uno a los doce /de enero viernes** en la noche y el otro a los / **8iez y seis del dicho mes**, a las tres de la tarde/ no peligró ninguna persona quando fueron de/ tan gran estrago que hoy no ay templo en que / se celebre el culto divino sino en ramadas/ de paxa aviendo quedado la ciudad casi arra/sada y sin edificios con mui poca esperaça de/ volverse a edificar…".*

Es decir, entre todos los temblores no se menciona el del 8 de diciembre, pero si es claro que hubo dos que fueron destructores en la ciudad de Mérida, el del 12 de enero en la noche y el del 16 de enero a las 3 de la tarde, aunque no se sabe cuál de los dos fue más fuerte en esta ciudad.

- ✓ Por otra parte, la relación del Vicario Vilchez y Narvaes del 23 de enero de 1674 (Vilchez y Narvaes, 1674: 8) de Trujillo dice lo siguiente[1]: *"…Empezaron a coger fuerza a los ocho de diciembre a las cuatro de la mañana que hubo uno tan excesivo que causó mucha inquietud a esta ciudad repitiéronse más templados hasta los días de enero **que hubo otro a las diez de la noche tan entero y continuado que se reconoció en él que la ira de Dios nos amenazaba, mandé abrir la Iglesia parroquial…** porque se continuaban y repetían algunos pequeños…luego a los diez y seis a las tres y media de la tarde hubo otro temblor tan grande y mayor que el otro que si no se postraron se rindieron todos los templos casas fuertes y demás de la ciudad…".*

De acuerdo con ese testimonio, en Trujillo el único temblor que causó destrucción fue el 16 de enero a las tres y media de la tarde. Hubo otro temblor muy fuerte un día de enero a las 10 de la noche, pero este no causó daños materiales. Muy probablemente este temblor es el mismo que causó daños en Mérida el día 12 de enero en la noche.

- ✓ En una carta fechada el 18 de enero de 1674 en El Tocuyo (Albarrán F, 1674: 12) se dice: *"„…en menos de dos días habrá habido más de treinta y algunos tan grandes que juzgamos todos quedase destruida del todo esta ciudad…".* Es decir, El Tocuyo fue fuertemente afectado por temblores a partir del 16 de enero. Esta información se confirma en un documento del 21 de abril de 1674 emitido en Trujillo por el Obispo (citado por Grases 1980). Otro documento que refiere los daños en El Tocuyo, está fechado en 1683, publicado en Las Encomiendas, del Archivo Nacional de la Nación, tomo II (1930).
- ✓ De San Antonio de Gibraltar tenemos el siguiente testimonio de Juan de Sevilla Guerrero del 10 de septiembre de 1674, folio 78: *"…esta ciudad de San Antonio de Xibraltar, su término y jurisdicción por su magestad = certifico onde más convenga **que en diez y seis del mes de henero de este presente año de setenta y quatro día martes por la tarde entre los rigurosos temblores y terremotos de tierra** que dios nuestro señor fue servido de ynviarnos y por nuestros pecados fue uno de los más recios y horrorosos este dicho día además de los antecedentes que hubo y han continuado hasta el dia de oy…".*

La expresada carta permite conocer que también en el puerto de Gibraltar, el temblor más fuerte fue el del 16 de enero de 1674 por la tarde. De esa forma, se disponen de testimonios que, coinciden en señalar que el temblor del 16 como el más fuerte y más destructor en Mérida, Gibraltar, Trujillo y El Tocuyo.

A partir de estos documentos se puede concluir que si hubo dos terremotos como dice Audemard (2014): uno el 12 de enero probablemente a las 10 de la noche que, podría haber roto el segmento Boc-b (de Lagunillas a Apartaderos), ya que causó fuertes daños en Mérida, pero no en Trujillo, aunque se sintió fuertemente. Y el segundo terremoto, que fue

más grande porque causó destrucción en Mérida, Gibraltar, Trujillo y El Tocuyo y podría haber roto el segmento Boc-c (de Apartadero a Boconó) y, por lo menos parcialmente, el segmento Boc-d (de Boconó hasta Barquisimeto) por los fuertes daños en El Tocuyo.

Posiblemente, la intensidad asignada a El Tocuyo en 2002 por Palme y Altez fue algo subestimada (VI MKS) porque no solamente se cayeron pedazos de la iglesia de San Francisco sino que todas las iglesias (Santo Domingo, San Francisco y la Parroquial) sufrieron daños, además se desplomaron algunas casas. (Fernández, 1683; Albarán, 1674 y Gil, 1678 consultado en Dávila, V, 1929).

4.2 Ejemplo reciente de una ruptura multi-evento

El comportamiento multi-evento en fallas rumbo-deslizante segmentadas está documentado globalmente. Aki (1979) explica que las heterogeneidades estructurales (o 'barreras'), causadas por variaciones en la resistencia del material o por complejidades geométricas, generan rupturas discontinuas, dando lugar a grandes sismos con epicentros distintos e intervalos temporales cortos.

Un ejemplo reciente es el evento sísmico doble del 6 de febrero de 2023 en Turquía y Siria, donde las fallas cercanas Anatolia del Este y Sürgû/Çardak produjeron sismos de M7.8 y M7.5, respectivamente, con solo 9 horas de diferencia (Melgar, 2023). Este caso ilustra cómo dos rupturas en trazas distintas pueden ocurrir en secuencia rápida.

Los sismos del 12 y 16 de enero de 1674, cuyas rupturas superficiales se identificaron en los segmentos contiguos Boc-b y Boc-c de la falla de Boconó, podrían interpretarse como eventos múltiples. El primer sismo habría actuado como disparador del segundo, siendo la cuenca de tracción de Apartaderos una barrera estructural que modularía este proceso.

5. Consideraciones geográficas de las réplicas

Richter (1955, citado por Das y Henry, 2001) fue el primero en asociar claramente la ubicación de las réplicas de un sismo con el área de ruptura de la falla. Importantes estudios que relacionan la magnitud de un sismo con la longitud de ruptura usaron la distribución espacial de las réplicas tempranas para definir la longitud de ruptura (Wells y Coppersmith, 1994 y Das y Henry, 2001). Hoy en día se obtiene el área de ruptura por métodos de inversión de sismogramas. El avance en la instrumentación sismológica permite también precisar las localizaciones de los epicentros de las réplicas (Das y Henry 2003).

Das y Henry (2003) indican tres lugares donde se producen las réplicas: (1) La actividad más intensa en la mayoría de los casos es en los extremos de la ruptura. (2) Se producen a lo largo de todo el plano de falla y son más fuertes donde haya una acumulación de los esfuerzos. (3) Se producen también en sitios fuera del plano de falla en dirección perpendicular a ella, ahí las réplicas suelen ser más débiles y preferiblemente se producen sobre planos de fallas preexistentes.

En el caso específico del sismo de 1674, llama poderosamente la atención la cantidad de réplicas que ocurrieron los primeros dos días en la región de El Tocuyo como se mencionó arriba. Los documentos históricos hablan de tres lugares con una elevada actividad sísmica:

- ✓ El Tocuyo. La actividad de las réplicas más fuerte fue en la región, como se dijo anteriormente, se reporta más de 30 temblores fuertes en los dos días después del terremoto del 16 de enero. Estos sismos tuvieron sus epicentros en los alrededores de El Tocuyo, que pudieron originarse en las fallas cercanas como Hato Viejo (FIGURA1). Si fueran sismos que ocurrieron en otros lugares de la falla de Boconó, por ejemplo entre Apartaderos y Boconó, estos se hubiesen sentido aún más fuertes en Trujillo. Pero en el detallado reporte de Vilchez y Narvaes (1674) se habla solo de un temblor fuerte a las 9 de la noche el día 16 de enero en Trujillo. Esto hace pensar que las réplicas de El Tocuyo se relacionan con el extremo noreste de la ruptura de la falla de Boconó. El punto más cercano a El Tocuyo, sobre la falla, está cerca de Guaríco. Esto significa que el evento sísmico más reciente encontrado en la trinchera (La Primavera) cerca de Guaríco

(FIGURA 2) podría atribuirse al evento sísmico del 16 de enero de 1674 (Audemard, 2014).

- ✓ Región de San Antonio de Mucuñó. Allí, en un lapso de 20 años (de 1672 hasta 1692) los repetidos temblores con sus consecuencias cosísmicas fueron tan fuertes que la población vio la necesidad de mudar el pueblo (Laffaille *et al*., 2010). El cerro de San Antonio de Mucuñó se ubica aproximadamente a 20 km de Lagunillas donde, de acuerdo a los resultados de las excavaciones de las trincheras, se encontraba el extremo suroeste de la ruptura del sismo.
- ✓ Región Sur del Lago de Maracaibo y Trujillo. Los testigos de esta zona hablan de horrorosos temblores y terremotos que duraron por lo menos hasta septiembre (Sevilla, 1674). Como se explicó arriba, los temblores se manifestaron sobre todo por los movimientos de masa que produjeron las consecuentes inundaciones. La zona norte de la falla de Boconó tiene muchas fallas (falla de Valera, Piñango, Tuñame, Burbusay, Hato Viejo y Piedemonte...), (FIGURA 2) y por lo tanto es propicia a que ocurrieran réplicas.

Adicionalmente, se plantea otra hipótesis de que fallas secundarias próximas a la falla de Boconó pudieron activarse como respuesta a los sismos mayores generados en su traza principal. Evidencias recientes derivadas del monitoreo instrumental (Hamling *et al*., 2017) respaldan este mecanismo, al documentar rupturas superficiales en fallas secundarias localizadas a 15-20 km de las estructuras principales.

6. Relación entre longitud de ruptura y magnitud

Wells y Coppersmith (1994) establecieron, por análisis de regresión, una relación entre la magnitud de momento y la longitud de ruptura para diferentes tipos de sismos.

Aplicando esta relación a la falla de Boconó (la cual es rumbo-deslizante) se obtiene:

- ✓ Para una longitud de ruptura de superficie de 70 km una magnitud de 7,2 ± 0,3. Esto corresponde a la longitud del segmento Boc-b (entre Lagunillas y Apartaderos).
- ✓ Para una longitud de ruptura en superficie de 150 km, que correspondiente a la distancia aproximada entre Apartaderos y Guaríco, se obtiene una magnitud de 7,6 ± 0,3.

En comparación de este resultado con el valor de la magnitud publicada por Palme *et al*. (2005a), para el evento del 16 de enero de 1674 (7.4 ± 0.6) se encuentra una coincidencia razonable entre estos resultados, considerando la escasez de información histórica por lo despoblado de este territorio.

7. Conclusiones

Si bien quedan todavía muchas cuestiones abiertas, se puede afirmar con bastante certeza lo siguiente:

- Los terremotos del enero de 1674 se originaron por rupturas de la falla de Boconó.
- Fueron dos sismos destructores, uno el 12 de enero en la noche y el otro el 16 de enero en la tarde. El evento principal fue el del 16 de enero que casó daños en Mérida, Gibraltar, Trujillo y El Tocuyo. El evento del 12 de enero causó daños solo en Mérida; en Trujillo posiblemente fue sentido fuertemente. Por otra parte, el evento del 8 de diciembre de 1673 no causó daños en sitio ningún.
- El patrón de las réplicas que se extienden de San Antonio de Mucuñó hasta El Tocuyo, conjuntamente con los resultados de las excavaciones de las trincheras, demuestra que la ruptura de la falla de Boconó se propagó en dos eventos, probablemente, desde Lagunillas hasta cerca El Tocuyo.
- Se puede pensar, que el evento del 12 de enero se debió a una ruptura del segmento Boc-b y el evento grande del 16 de enero por ruptura del segmento Boc-c y parte (o todo) de Boc-d. - Hay coincidencia razonable entre la magnitud encontrada por evaluación de intensidades (Palme *et al*. 2005a) y por la longitud de ruptura obtenida en este trabajo.
- Es necesario continuar investigando la documentación histórica para afinar el alcance de la ruptura en el noreste de la falla de Boconó, específicamente los documentos de Tostós, El Tocuyo, Barquisimeto, etc.

8. Nota

[1] En la publicación de Palme y Altez (2002) se cometió un error al citar a Vilchez y Narvaes (1674).
En Vilchez y Narvaes se dice: "*hasta los días de enero que hubo otro a las diez de la noche",* y no como cita esta publicación: "*que el temblor de enero ocurrió el día 10 de enero a las 10 de la noche*".

9. Referencias citadas

AKI, K. 1979. "Characterization of barriers on an earthquake fault." *Journal of Geophysical Research*, 84(B11): 6.140-6.148.

ALBARRÁN, F. 1674. *Carta al Obispo*. Archivo General de Indias. Audiencia de Santo. Domingo, Legajo 218.

ALTEZ R.; PARRA I. y A. URDANETA. 2005. "Contexto y vulnerabilidad de San Antonio de Gibraltar en el siglo XVII: una coyuntura desastrosa". *Boletín de la Academia Nacional de la Historia*, 181-209.

ALTEZ, R. 2016. *Historia de la vulnerabilidad en Venezuela: siglo XVI-XIX*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Universidad de Sevilla. Madrid, España.

ALVARADO M.; AUDEMARD F.; LAFFAILLE J.; OLLARVES R. & L. RODRÍGUEZ. 2008. Paleoseismic investigation on the Boconó fault between Las González and Estanques, Mérida Andes, Venezuela. *7th International Symposium on Andean Geodynamics*, (37-40). Extended Abstracts.

ALVARADO, M.; CANTOS G.; PÉREZ, E. y F. AUDEMARD. 2015. "Cartografía neotectónica de la falla de Boconó entre Tabay y la Toma, Mérida-Venezuela". *Boletín de Geología*, 37(2): 47-55.

ARCHIVO NACIONAL DE VENEZUELA. 1930. *Encomiendas*. Tomo II: 172 y 410. Caracas, Venezuela.

AUDEMARD, F. 2014. "Segmentación sismogenética de la falla de Boconó a partir de investigaciones paleosísmicas por trincheras, Venezuela occidental: ¿Migración de la ruptura hacia el noreste en tiempo históricos?". *Revista de la Asociación Geológica Argentina*, 71 (2): 247-259.

AUDEMARD, F. 2009. Información de detalles segmentación sismogenética de la falla de Boconó a partir de investigaciones paleosísmicas por trincheras, *Resúmenes V Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica*. (25-28 junio).

AUDEMARD, F. 1997. "Holocene and historical earthquakes on the Boconó fault system, southern Venezuelan Andes: trench confirmation". *Journal of Geodynamics*, 24(1-4): 155-167.

AUDEMARD, F.; COSTA, C.; COWAN, H.; DIEDERIX, H.; FERRER, C.; MACHETTE, M.; OKUMURA, K. & D. PANTOSTI. 1999. "Trench investigation along the Mérida section of the Boconó fault". *Tectonophysics*, 308(1): 1999

AUDEMARD, F.; OLLARVES R.; BECHTOLD M. & H. DIEDERIX. 2008. "Trench investigation on the main strand of the Boconó fault in its central section, at Mesa del Caballo, Mérida Andes, Venezuela". *Tectonophysics*, 459(1): 38-53.

BAKUN, W. & C. WENTWORTH. 1997. "Estimating earthquake locations and magnitudes from seismic intensity data". *Bull. Seismol. Soc. Am*., 87: 1.502-1.521.

CABILDO DE TRUJILLO. 1686. *Informaciones.* Archivo General de Indias Audiencia de Santo Domingo, legajo 202. Traducción Hermano Nectario María.

CENTENO-GRAU, M. 1969. *Estudios sismológicos*. Biblioteca de la Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Caracas, Venezuela.

CLUFF, L & W. HANSEN. 1969. *Seismicity and seismic-geology of Northwestern Venezuela*. Volume I. Evaluation. Woodward-Clyde & Associates. Informe presentado a la Compañía Shell de Venezuela.

DAS, S. & C. HENRY. 2003. "Spatial relation between main earthquake slip and its aftershock distribution". *Reviews of Geophysics*, 41: 1.013-1.036.

DAS, S. & C. HENRY. 2001. "Aftershock zones of large shallow earthquakes: fault dimensions, aftershock area expansion and scaling relations". *Geophys. J. Int.*, 147: 272-293.

DÁVILA, V. 1929. *Declaración de José Antonio Gil de la Hita*. Encomiendas. Tomo II. Editorial Caracas Tipografía Americana, Archivo Nacional. Venezuela.

FEBRES, T. 1931. *Cronicón sísmico de los Andes Venezolanos*. Archivo de Historia y Variedades. Tomo II, pp. 146-151. Editorial Sur América. Caracas, Venezuela.

FERNÁNDEZ, F. 1683. *Ciudad de Nuestra Señora de la Pura y Limpia Concepción del Tocuyo*. Encomienda. Tomo II. Publicado: Encomiendas Tomo II. 1930, Editorial Caracas Tipografía Americana, Archivo Nacional. Venezuela.

FERRER, C. 1988. *Una revisión sobre las características geológicas de un segmento de la zona de fallas de Boconó: Sector Tabay-Estanques, Estado Mérida*. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad de Los Andes. Venezuela. Trabajo de Grado (Maestría).

FIEDLER, G. 1972. La liberación de energía sísmica en Venezuela, volúmenes sísmicos y mapas de Isosistas. *IV Congreso Geológico Venezolano*, 2.441-2.462. Caracas, Venezuela.

FIEDLER, G. 1961. Áreas afectadas por terremotos en Venezuela. *III Congreso Geológico Venezolano*, 1.791-1.810. Memoria. Editorial Sucre, Caracas, Venezuela.

FRANCISCO, A. 1684. *Informaciones*. Archivo General de Indias Audiencia de Santo Domingo, legajo 202. Traducción Hermano Nectario María.

GRASES, J. 1980. *Investigación sobre los sismos destructores que han afectado el centro y occidente de Venezuela, anexo documentales*. INTEVEP. Caracas, Venezuela.

GRASES, J.; ALTEZ, R. y M. LUGO. 1999. *Catálogo de sismos sentidos o destructores Venezuela 1530/1998*. Academia de Ciencias Físicas, Matemáticas y Naturales. Facultad de Ingeniería. Universidad Central de Venezuela. Caracas, Venezuela.

HAMLING, I.; HREINSDÓTTIR, S.; CLARK, K.; ELLIOTT, J.; LIANG, C.; FIELDING, E. & M. STIRLING. 2017. "Complex multifault rupture during the 2016 M 7.8 Kaikōura earthquake, New Zealand". *Science*, 356(6334): 7194.

HERRERA, J.; FERNÁNDEZ, M.; FLORES T. y J. TORO. 1674. *Correspondencia del Cabildo de Mérida sobre los temblores de tierra*. Archivo General de la Nación (Santa Fe de Bogotá). Sección Colonia. Milicias y Marina. T. 137. Orden 129.

LAFFAILLE, J. y C. FERRER. 2009. Posibles huellas geomorfológicas de los terremotos de 1673 y 1674 en los Andes de Mérida. *V Jornadas Venezolanas de Sismología Histórica*, Resúmenes: 94-95. (Julio 18-20).

LAFFAILLE, J.; AUDEMARD, F. y M. ALVARADO. 2010. "San Antonio de Mucuñó, Mérida Andes, Venezuela: Relocation of a doctrine town following the 1674 earthquake". *Ancient Earthquakes*, 471: 1-8.

MARTÍNEZ, A. I.; RENDÓN, H.; SCHMITZ, M.; BARRIOS, I. y L. ALVARADO. 2020. "Recálculo de la magnitud de momento del enjambre sísmico de Lagunillas (Estado Mérida, Venezuela) del 2015-2016". *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 34(2).

MELGAR, D. & C. ALTUNTAS. 2023. "Sub- and super-shear ruptures during the 2023 M7.8 and M7.6 earthquakes in SE Türkiye". *Seismica Report*, 23: 1-10.

PALME, C 1990."Los terremotos de 1674 y 1775 en Trujillo". *Acta Científica*, 41(4): 260-268.

PALME, C y ALTEZ, R. 2002. "Los terremotos de 1673 y 1674 en los Andes venezolanos". *Interciencia*, 27(5): 220-226.

PALME, C. 1990. "Los terremotos de 1673 y 1674 en Trujillo". *Acta Científica Venezolana*, 41(4): 260-268.

PALME, C.; CHOY, J. y MORANDI, M. 2005a. "Re-evaluación de las intensidades de los grandes sismos históricos de la región de la cordillera de Mérida utilizando el método de Bakun & Wentworth". *Revista Geográfica Venezolana*, Número especial, 233-253.

PALME, C.; MORANDI, M. y J. CHOY. 2005b. "Determinación de una relación lineal entre Intensidad, Magnitud y Distancia Epicentral para el Occidente de Venezuela". *Interciencia,* 30(4): 195-204.

RAMÍREZ, L. y R. ARANGUREN. 2016. "Los efectos de los sismos de 1673-1674 en el sur del lago de Maracaibo". *Revista Historia, Terremotos y Tsunamis en nuestra América*, 6(9): 95-126.

ROD, E. 1956. "Strike faults of northern Venezuela". *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, 40(3): 457-476.

ROJO, Z. 1998. "Proceso económico-social de Trujillo en el siglo XVII y los movimientos sísmicos". *Revista Geográfica Venezolana*, 39(1-2): 107-125.

SAMUDIO, E. 1999. "Conmoción en Mérida andina: Los sismos de 1673-1674". *Revista Fermentum*, 9(25): 261-284.

SAMUDIO, E. 1984. *Las haciendas del colegio San Francisco Javier de la compañía de Jesús en Mérida 1628-1767*. Editorial Arte, Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela

SCHUBERT, C., 1982. "Cuencas de tracción en los Andes merideños y en las montañas del Caribe, Venezuela". *Acta Científica Venezolana,* 33: 389-395.

SCHUBERT, C., 1980. "Morfología neotectónica de una falla rumbo-deslizante e informe preliminar sobre la falla de Boconó, Andes merideños". *Acta Científica Venezolana,* 31: 98-111.

SEVILLA, J. 1674. *Autos fechos en razón de la mayordomía del hospital de Jesús Nazareno en la ciudad de Gibraltar*. Archivo General Nacional de Bogotá, Misceláneos T. 149. F. 78r-v.

SOULAS, J. 1985. Neotectónica y del flanco occidental de los andes de Venezuela, entre 70°30´ y 71°00´W (fallas de Boconó, Valera, Tuñame, Piñango y del Piedemonte). *VI Congreso Geológico Venezolano*. Ministerio de Geología y Minas, 2687-2711. Memorias

VILCHEZ y J. NARVAES. 1674. *Vicario eclesiástico de Trujillo al Obispo de Venezuela*. Archivo General de Indias. Sección Audiencia de Santo Domingo, legajo 218.

VILLAFAÑE, M. y A. NADAL. 2004. "Mudanza del pueblo de San Antonio de Mucuñó para otro sitio más apropiado en tierras de la Encomienda del Capitán Alonso de Toro Holguin, en el Valle de Acequias, 1692". *Procesos Históricos*. *Revista de Historia y Ciencias Sociales*, 177-237.

WELLS, D. & K. COPPERSMITH. 1994. "New empirical relationships among magnitude, rupture length, rupture width, rupture area, and surface displacement". *Bulletin of the Seismological Society of America,* 84(4): 974-1.002.

Sitios web:

Los documentos históricos citados pueden ser consultados en:
http://www.sismicidad.ciens.ula.ve/

Lugar y fecha finalización del artículo:
Mérida, Venezuela; septiembre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 382-400 /

Competitividad del cultivo de rosa

en invernadero en Puebla, México

Competitividade do cultivo de rosa em estufas em Puebla, México

Competitiveness of greenhouse rose cultivation in Puebla, Mexico

Sandra Cordero García[1], José Pedro Juárez Sánchez[1], Benito Ramírez- Valverde[1], José Arturo Méndez Espinoza[1] y José Aurelio Cruz de los Ángeles[2]

[1] Colegio de Postgraduados Campus Puebla, Santiago Momoxpan, municipio de San Pedro Cholula estado de Puebla, México

[2] Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, estado de Puebla, México

cordero.sandra@colpos.mx; pjuarez@colpos.mx; bramirez@colpos.mx; jamendez@colpos.mx; pepjac52@hotmail.com

Cordero: https://orcid.org/0000-0002-5317-1642
Juárez: https://orcid.org/0000-0001-8417-1752
Ramírez: https://orcid.org/0000-0003-2482-5667
Méndez: https://orcid.org/0000-0002-9733-4175
Cruz de los Ángeles: https://orcid.org/0000/0002-8682-366X

Resumen

La región de San Martín Texmelucan, Puebla cuenta con los factores climáticos y edafológicos favorables para la producción de rosa (*Rosa spp*.). El objetivo de la investigación fue conocer la competitividad de la producción de rosas en condiciones de invernadero en esta región. Se aplicó un cuestionario, y se construyó un índice para medir la competitividad. Se encontró que los invernaderos grandes son altamente competitivos (0.717) y los medianos y pequeños medianamente competitivos (1.46). La diferencia entre grupos se observó en la innovación, en parte de las labores culturales y en el tamaño de los invernaderos. Ambos tipos de invernadero tuvieron una relación beneficio costo favorable superior a 1.4 y esta aumenta conforme se incrementa la superficie. Se concluye que se puede incrementar su competitividad mediante la innovación, capacitación y acceso a créditos dirigidos a los eslabones de la cadena productiva.

PALABRAS CLAVE: floricultura; innovación; mercado; rentabilidad; tecnología.

Resumo

A região de San Martín Texmelucan, em Puebla, apresenta condições climáticas e de solo favoráveis para a produção de rosas (*Rosa spp*.). O objetivo desta pesquisa foi determinar a competitividade da produção de rosas em estufas nessa região. Foi aplicado um questionário e construído um índice para mensurar a competitividade. As estufas de grande porte apresentaram alta competitividade (0,717), enquanto as de médio e pequeno porte apresentaram competitividade moderada (1,46). As diferenças entre os grupos foram observadas em relação à inovação, a algumas práticas de cultivo e ao tamanho da estufa. Ambos os tipos de estufa apresentaram uma relação custo-benefício favorável, superior a 1,4, e essa relação aumentou com o aumento da área da estufa. Conclui-se que sua competitividade pode ser aumentada por meio de inovação, capacitação e acesso a créditos direcionados aos elos da cadeia produtiva.

PALAVRAS-CHAVE: floricultura; inovação; mercado; rentabilidade; tecnologia.

Abstract

The San Martín Texmelucan region of Puebla has favorable climatic and soil conditions for rose (*Rosa spp*.) production. The objective of this research was to determine the competitiveness of rose production under greenhouse conditions in this region. A questionnaire was administered, and an index was constructed to measure competitiveness. Large greenhouses were found to be highly competitive (0.717), while medium and small greenhouses were moderately competitive (1.46). The differences between the groups were observed in innovation, some cultivation practices, and greenhouse size. Both types of greenhouses had a favorable benefit-cost ratio greater than 1.4, and this ratio increased with larger greenhouse areas. Se concluye que su competitividad se puede incrementar mediante la innovación, capacitación y acceso a créditos dirigidos a los eslabones de la cadena productiva.

KEYWORDS: floriculture; innovation; market; profitability; technology.

1. Introducción

La agricultura es una actividad económica que puede desarrollarse tanto en extensiones reducidas como grandes (Murphy, 2012), y en ellas se siembra una diversidad de cultivos. Aporta a escala mundial el 4% del Producto Interno Bruto (PIB) y en los países en desarrollo asciende a más del 25% (Banco Mundial, 2020). De acuerdo con la FAO *(Food and Agriculture Organization*), en 2023 se destinó el 38% de la superficie de la tierra para la siembra de cultivos, concentrándose fundamentalmente en China (500Mha), Estados Unidos de América (400Mha), Australia (350Mha) y Brasil (238Mha), (Index, 2018). En México, en 2022 se destinaron 32,1 millones de hectáreas para la producción [Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2023)], de las cuales, el 26% poseen riego y el 84% dependieron de la lluvia (INEGI, 2024). Esta actividad contribuyó con el 3,1% del PIB anualmente y empleó aproximadamente a 6,4 millones de personas [Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2024)].

Entre la diversidad de cultivos sembrados esta la floricultura como una actividad dentro de la rama de la horticultura encargada de producir flores y plantas ornamentales con fines comerciales (Morsigue *et al*., 2012). Sus beneficios económicos a escala mundial ascendieron a 8.725 millones de dólares y su crecimiento fue del 12% anual [International Trade Centre (ITC, 2022)], abarca 120 países, de los cuales, Países Bajos es el principal exportador de flores en Europa; en América destacan Estados Unidos de Norte América, Canadá, Colombia, Ecuador, Brasil, y México (Martsynovska, 2011). En África sobresale Etiopía y Sudáfrica y, en Asia, China es el mayor productor seguido de Japón.

En México emerge en la década de los 90s, por su clima y suelos ricos en nutrientes, disponibilidad de mano de obra y por tener un mercado próximo (Estados Unidos), (Tejada y Arévalo, 2012). Su producción se desarrolla en 22 mil hectáreas, genera 188 mil empleos directos, 50 mil eventuales y 1 millón de trabajos indirectos (Ramírez y Avitia, 2018). Con respecto al cultivo de rosa (*Rosa spp*.) se desarrolla principalmente en el estado de México (856 hectáreas), Puebla (389), Morelos (125), produciendo 9 millones 226 mil 998 gruesas (SIAP, 2020a). En el estado de Puebla, sus productores se concentran en 50 municipios con 4.921 hectáreas sembradas, de las cuales, 3.151 se producen en invernadero y el resto bajo cielo abierto. Tanto en la región de Atlixco y San Martín Texmelucan, destacan por producir rosa con 379 hectáreas cultivadas, generando más de 70,81 millones de dólares [Secretaría de Desarrollo Rural (SDR), 2020)]. Su producción en invernadero se realiza en 229 hectáreas y 150 a cielo abierto y producen 655 mil 905 gruesas, posicionando su producción en segundo lugar a escala nacional (SIAP, 2020b). Se exporta, el 10% de su producción (Ramírez y Avitia, 2017); el resto se comercializa en mercados locales y en la central de abastos de Iztapalapa (Ciudad de México), Huixcolotla y la capital del estado de Puebla), (Benítez, 2015).

Aunque la región posee los factores climáticos y edafológicos necesarios para la producción de rosa, sus floricultores poseen baja infraestructura en sus invernaderos, así como escasa tecnología debido a los altos costos de producción (Molina *et al*., 2017), a lo que agrega falta de mano de obra especializada, limitada superficie de tierra y bajo potencial productivo (Morett y Cosío, 2017). El objetivo de la investigación fue conocer la competitividad del cultivo de rosa (*Rosa spp*.) en los invernaderos de San Martín Texmelucan. Se plantea la hipótesis que los floricultores de San Martín Texmelucan tienen una baja competitividad en su producción como consecuencia de su baja tecnificación en estructuras de invernadero, escasa mano de obra especializada y reducida proporción de tierras.

1.1 Competitividad en el cultivo de rosa (*Rosa spp.*)

En el marco de la globalización económica el sector rural demanda parámetros alineados a la productividad y competitividad y, para incrementar la última, se deben formar y mantener ventajas competitivas que garanticen

una posición estable en busca de minimizar el impacto negativo de las amenazas ambientales y los riesgos internos (Bukhtiyarova *et al*., 2020). Aquí, la competitividad se determina por factores que incluyen inversiones de capital humano, innovaciones, infraestructura, instituciones y apertura comercial (Medeiros *et al*., 2020). Entonces, la competitividad está presente en los procesos productivos de las empresas para generar estrategias que favorezcan la rentabilidad a partir de la innovación y sustentabilidad (Porter, 1985). Aquí, la innovación tiene tres categorías: desde el carácter social y las capacidades humanas; la transformación productiva y tecnológica; y el desarrollo productivo (Cardona y Escobar, 2012).

Su importancia en la floricultura es aumentar la competitividad (Camacho y Resenos, 2006) a través de técnicas, diseños, fabricación o el uso de un nuevo proceso de fabricación o equipamiento y actividades comerciales y la venta de productos novedosos (Edwards, 2018). Pero, esta depende de factores como los costos de producción, precios de los insumos y de los factores de producción, de los precios de venta en los mercados (Rodríguez *et al*., 2013). La innovación incluye nuevas variedades, técnicas de producción, promoción a través del marketing y aspectos organizacionales (Rindfleisch y Moorman, 2001) siendo que las estrategias competitivas son clave en los mercados, ya que las empresas contienden para posicionar su producto y, para que sean exitosas, deberán contar con recursos y capacidades y con su entorno, estructura y organización (Castro, 2010).

En el proceso productivo del cultivo de rosa de corte es imprescindible identificar los factores de producción y comercialización que cumplan con la demanda y calidad y para ello, requiere de nuevas técnicas competitivas. Aquí adquiere relevancia la Teoría de los Recursos y Capacidades (TRC) para identificar los factores de interés en los recursos, relacionados con el conocimiento, reputación, competencias, transferencia del conocimiento y con los procesos de creación (Barreto, 2010). Al aludir a los recursos se hace referencia a los activos que dispone una empresa para desplegar su estrategia competitiva (Guerras y Navas, 2022) y estos pueden ser terrenos, edificios, maquinaria, equipos informativos, materias primas, etc., así como los recursos financieros destacando el capital, reservas y acciones. Pero también contempla el capital humano que involucra conocimientos, experiencia, capacidades, habilidades, y los no humanos (patentes, marca, organización), (Guerras y Navas, 2022).

Los recursos humanos hacen referencia a las capacidades y habilidades formadas por la práctica y la experiencia, y el conocimiento se obtiene a partir de la educación y especialización de las personas (Touriñan, 2022); por ello es que las habilidades, conocimientos y atributos impactan directamente en el trabajo productivo (Belmonte y Fernández, 2021). Para impulsar los recursos y capacidades se requiere de capital para la producción, mediante financiamiento público o privado (Ghezzi, 2021).

También en la competitividad existen factores que influyen en las externalidades de las empresas, es el caso de la infraestructura social (energía, transporte, telecomunicaciones, servicios tecnológicos), infraestructura física (puentes, caminos, carreteras, etc.), así como aspectos macroeconómicos y político-institucional (Medeiros *et al*., 2020). Ya que, de acuerdo con Blázquez *et al*. (2006), el bienestar o desarrollo puede verse frenado por el tamaño de la empresa, el acceso al conocimiento, la zona geográfica, debilidades en infraestructura y mano de obra poco calificada, tecnología y créditos. La competitividad en la agricultura es un desafío para posicionarse en los mercados globales, y generar beneficios entre los diversos actores de la población y transformar la economía rural en la medida en que la dimensión ambiental y la sostenibilidad del empleo del capital naturales pasen a ser factores de desarrollo y competitividad [Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2019)].

En la optimización y productividad de los invernaderos se emplea tecnología de punta para incrementar la productividad y esta se divide en, conforme a la tecnología usada: 1) Alta tecnología, posee características de aislamiento total (suelo y aire), y emplean sustratos inertes,

riego por goteo, microaspersión, fertirriego de precisión, están elaborados con estructuras de acero y revestimiento de polietileno; 2) Baja tecnología, caracterizada por producir en el suelo o sustrato, sistema de riego, estructura rudimentaria de aluminio o acero, cubierta de polietileno o malla anti-áfidos que protegen al cultivo frente a lluvias, sequias y sol o condiciones adversas; la casa sombra o macro túneles consiste en una cubierta protectora y permeable sobre la tierra, y con estructura rustica de madera o PVC, por lo regular son sistemas previos al campo abierto (Pratt y Ortega, 2019).

2. Metodología

En el proceso productivo de la rosa se practican labores como el subsoleo y desinfección del suelo [Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX, 2024)]. Con respecto a materiales genéticos (Ramírez y Chávez, 2014), se elige el mejor, así como el tipo de material de propagación (plantas madre, esquejes, injertos o plántulas). Las labores culturales engloban el tutorado, desbotone, poda, desyeme, enmallado de botones, desinfección de la herramienta (Young, 2004). La fertilización (orgánica y química) y el riego son indispensables en todo el ciclo de la planta. El manejo de plagas y enfermedades (MIPE) es un control fitosanitario del cultivo, que aplica el uso responsable de bio controladores, pesticidas de baja toxicidad y agroquímicos (Pernía y Sanabria, 2021).

La flor, al igual que otros productos agrícolas, son perecederos, y deben de contemplar procesos tecnológicos de postcosecha y comercialización. Aquí, las tecnologías ayudan a conservar la calidad de las flores, y para preservarlas se emplean cuartos fríos (la temperatura debe ser de 2°C); también se usan preservantes como cloro, sulfato de aluminio e inhibidores de etileno, entre otro (Nájera, 2016). En la comercialización existen diversas técnicas, desde el empaque del producto, de valor agregados, hasta puntos de venta y comunicación (Baque *et al*., 2021).

La investigación empleó el método cuantitativo y cualitativo; se revisaron conceptos de competitividad en el sector agrícola en el cultivo de rosa, innovación y la teoría de los recursos. Se empleó el método deductivo y explicativo; fue una investigación transversal y se realizaron recorridos de campo. La unidad de investigación fueron los invernaderos con producción de rosa de corte. La técnica de recolección de datos fue el cuestionario, el cual recogió variables relacionadas con los datos generales del entrevistado, socioeconómicos, productivos, de infraestructura y comercialización.

Se realizó un muestreo no probabilístico tipo 'bola de nieve' al no existir un padrón que agrupe a los floricultores; este muestreo se caracteriza por tener una función en cadena, en donde el sujeto entrevistado sugiere a otra persona para entrevistar con las características requeridas, y así sucesivamente (Lorenzo *et al*., 2019). Se repite el proceso hasta saturar las respuestas. Se entrevistaron cara a cara a 41 personas de los municipios de Chiautzingo (56,1%); San Martín Texmelucan (14,6%); San Salvador el Verde (9,8%); San Felipe Teotlalcingo (9,8%), Santa Rita Tlahuapan (4,9%) y San Matías Tlalancaleca (2,4%).

Para analizar la competitividad se elaboró un Índice de Competitividad Florícola (ICF) contemplando seis rubros:

- ✓ El primero evaluó la superficie de los invernaderos, comparándola con el promedio (m^2) de estas unidades de producción a escala nacional.
- ✓ El segundo analizó su nivel tecnológico, basándose en la clasificación de sus características y tecnología en el país (estructura, cubierta, cortinas, sistemas de riego, calefacción).
- ✓ El tercer fue la innovación; aquí se tomó en cuenta las herramientas y maquinaria utilizadas para el manejo del proceso productivo, comparada con las utilizadas en este sector, y si cumplían con los parámetros de calidad, así como la capacitación adquirida por medio de cursos, especialización y experiencia.
- ✓ El cuarto se dedicó al proceso productivo; se valoró conforme a la ficha técnica del cultivo,

y su procedimiento (preparación de suelo, labores culturales y control de plagas y enfermedades).

- ✓ El quinto fue la comercialización; contempló los canales de distribución de venta, empaque, calidad y criterios del cliente.
- ✓ Y el sexto analizó específicamente el tipo de mercado al que concurren como el mercado directo, si su venta fue a través de un intermediario o si esta fue a pie de huerta (TABLA 1).

TABLA 1. Índice de competitividad florícola (ICF). Fuente: elaboración propia

Ponderación de cada rubro (W)	Tipo de factor/recurso (X)	Indicador	Criterio de medición	Valor
Superficie 0,2	X_1	Superficie de los invernaderos	Superficie 1	1,0
			Superficie 2	0,5
Nivel tecnológico de los invernaderos 0,15	X_2	Tipo de invernaderos	Alto	1,0
			Medio	0,5
			Bajo (Casa sombra)	0,0
Innovación 0,1	X_3	Herramienta	Cumple	1,0
			No cumple	0,5
		Maquinaria	Cumple	1,0
			No cumple	0,5
		Capacitación	Experiencia 1	1,0
			Experiencia 2	0,5
Proceso productivo 0,3	X_4	Adopción de tecnología	Alto	1,0
			Medio	0,5
			Bajo	0,0
Comercialización 0,15	X_5	Canales de venta	Mercado directo	1,0
			Intermediario	0,5
			Pie de huerta	0,0
Relación/ Beneficio-costo 0,1	X_6	Rentabilidad	Rentable	1,0
			No rentable	0,5

En la relación beneficio costo se evaluó la rentabilidad de las unidades de producción basándose en la siguiente formula:

$$RBC = \frac{Ingresos\ brutos}{Costos\ de\ insumos + Costos\ de\ factores\ de\ producción}$$

En donde, los insumos estuvieron representados por: costo de planta, fertilizantes y agroquímicos; y los factores de producción fueron: mano de obra, agua, capital (invernaderos, maquinaria y herramienta), marca, etc. Sí la RB/C es ≥1 representa rentabilidad y si es < 1, implica que no es rentable.

El ICF se realizó bajo la siguiente formula:

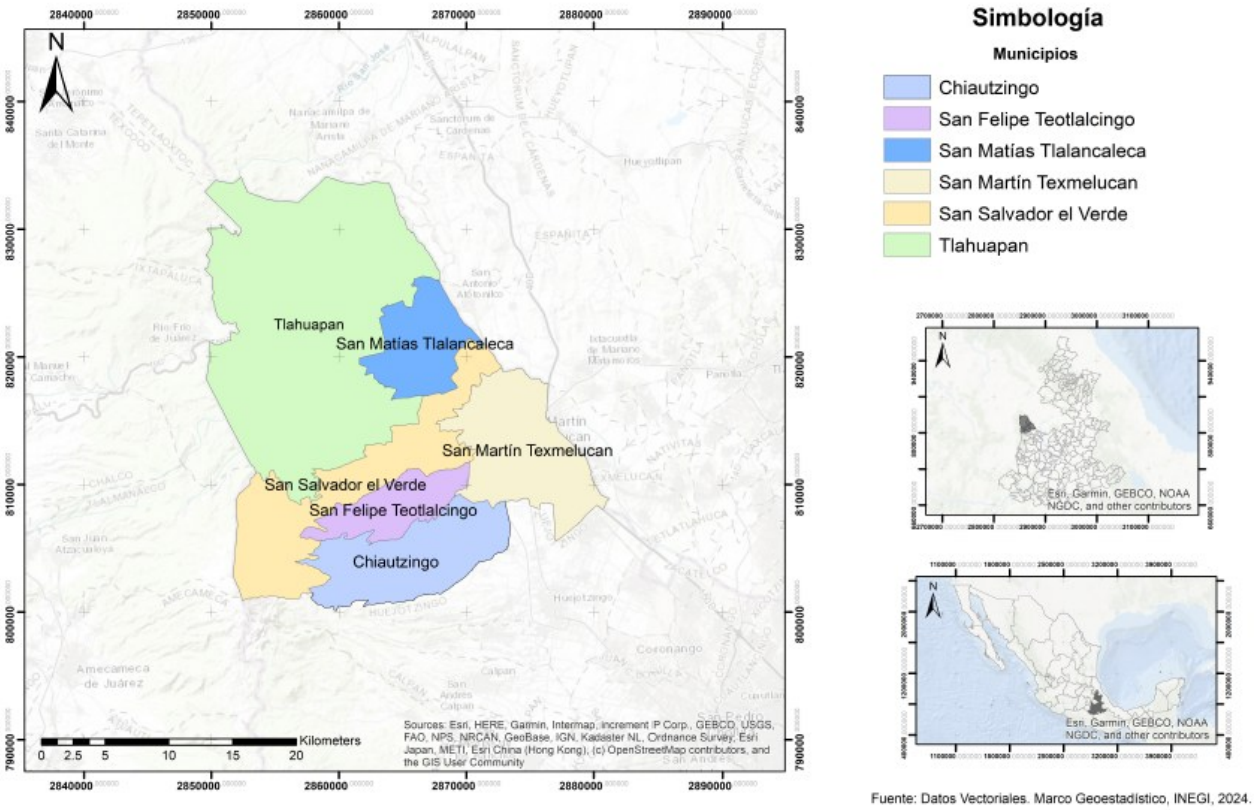
$$\boldsymbol{ICF = \sum_{i=1}^{6} x_i\ w_i}$$

A cada factor (W) se le asignó un valor por nivel de significancia en el proceso producido del cultivo de rosa de corte, fue el caso del proceso productivo (0,3), la superficie (0,2), el nivel tecnológico de los invernaderos (0,15), y la comercialización (0,15). Su ponderación tomo en cuenta la importancia que tienen en el proceso productivo, así como su influencia en la calidad y producción. Asimismo, a la RB/C (0,1), e innovación (0,1) se les asignó la menor ponderación por el hecho de que son factores

externos, y no inciden directamente en la producción. Se obtuvo el resultado individual de cada variable según la evaluación y al final se sumaron. Se elaboraron 4 categorías de competitividad: Muy baja (0-0,25), baja (0,26-0,5), medianamente (0,51-0,75) y altamente competitiva (0,76-1).

Para agrupar a los productores florícolas se utilizó la variable superficie de los invernaderos y el número de agricultores entrevistados. Con estas variables se midió la similitud entre entrevistados mediante un análisis de conglomerados, agrupándolos en grupos homogéneos internamente y diferentes entre sí. El análisis dio como resultado la formación de dos grupos: 1 Grupo (más de 10.000 m^2) y 2 Medianos y bajos (menos de 10.000 m^2), mismos que presentaron mínima varianza al interior y máxima varianza al exterior. En la interpretación de los datos fue a partir de estadística paramétrica destacando la prueba de t Student y análisis de conglomerados y en la no paramétrica, se ocupó la prueba de Chi cuadrada (χ^2) con el fin de analizar si existía diferencias estadísticas significativas entre el Grupo 1 y Grupo 2.

La investigación se realizó en los municipios que pertenecen a la región 20 "San Martín Texmelucan" y se localiza en la parte centro oeste del estado de Puebla (FIGURA 1).



Fuente: Datos Vectoriales. Marco Geoestadístico, INEGI, 2024.

FIGURA 1. Ubicación espacial de los municipios de estudio en la Región de San Martín, Puebla.
Fuente: elaboración propia

La región tiene una población de 274.698 habitantes, el 66,5% se encontraba en situación de pobreza [Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2015)].

Tiene en promedio una escolaridad de 7,8 y un rezago educativo del 17,3%. El 47,1% se emplea en el sector terciario, el 30,4% en el secundario y, el 22,4% en el primario (INEGI, 2015). Al respecto la agricultura generó 54.343.565,6 dólares, destacando la producción del maíz (26,3%), rosa (14%) y gladiola (7,2%),

[Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2018)].

3. Resultados

Los entrevistados fueron, en su mayoría, hombres (97,6%), con edad promedio de 50 años y su escolaridad de secundaria (9 años); se encontraron productores con licenciatura. Los primeros cultivos de rosales se establecieron a mediados de los ochenta a cielo abierto, distinguiéndose los productores de Chiautzingo (1985), San Salvador El Verde (1985) y Santa Rita Tlahuapan (1987) y fue hasta el 2000, cuando comenzaron a producir en condiciones de malla sombra e invernaderos con materiales rústicos y de baja calidad. No se encontró diferencia estadística (t=1,206; p=0,235) en cuanto al año que incursionaron en la producción de invernaderos, entre el Grupo 2 (2007) y Grupo 1 (2004).

La producción de rosas fue introducida en su comunidad por iniciativa de sus dueños (46,3%), sus padres (22%) y por sus vecinos (19,5), fundamentalmente. No se encontró diferencia estadística (χ^2=0,978; p=0,807) entre grupos con respecto al porque incursionaron en la floricultura. Los del Grupo 2 (Invernaderos medianos y chicos), trabajan en esta actividad porque les agrada (40,6%) y por su rentabilidad (34,4%); en el Grupo 1 (Invernaderos grandes) les agrada (55,5%) y porque es rentable (22,2%) principalmente. Con respecto a la procedencia de los recursos económicos cuando iniciaron la producción, en los invernaderos del Grupo 1, recurrieron a sus ahorros (55,6%), a préstamos personales (33,3%) y a apoyos de programas de gobierno. En el Grupo 2 a sus ahorros (84,4%), esencialmente. En el Grupo 1, en promedio, contrató a 6,3 jornaleros con un salario promedio de 83,7 dólares semanales, y el Grupo 2, el 90,6% empleó a 2,2 jornaleros con un sueldo promedio de $ 82,7 dólares semanarios; en ambos grupos no se ofrecieron prestaciones.

La evaluación de la competitividad de los invernaderos en el factor Superficie, obtuvo en promedio 5.793 m^2. El Grupo 1 logró el mayor puntaje promedio igualando al valor propuesto (0,2), y el Grupo 2 alcanzó la mitad (0,1) del valor sugerido. El Grupo 1 tiene más superficie (11.111,1 m^2) que los del Grupo 2 (4.296,9 m^2). Se evaluó la infraestructura y se obtuvo un valor promedio (0,075) muy bajo con respecto al propuesto (0,15). Estadísticamente (χ^2=0,479; p=,489), el Grupo 1 (78%) y el Grupo 2 (65,6%) tienen similar nivel tecnológico al utilizar estructuras de acero y están en buenas condiciones. En su cobertura utilizan Polietileno de Baja Densidad (PEBD). Estadísticamente (χ^2=2,435; p=,296) están en las mismas condiciones, el Grupo 1 se encuentra en condiciones buenas (66,7%), regulares (22,2%) y malas (11%), y el Grupo 2 está en condiciones regulares (43,8%), buenas (37,5%) y malas (18,8%).

Con respecto a las cortinas: estadísticamente (χ^2=,768; P=,857) son semejantes en cuanto al material; el Grupo 1 posee cortinas de PEBD (55,5%) y malla antiáfidos (33,3%), y el Grupo 2 posee cortinas de PEBD (50%) y malla antiáfidos (28%). En el Grupo 1 están en condiciones buenas (66,7%), y en el Grupo 2 regulares (37,5%). En el sistema de riego en su mayoría es rodado, tanto en el Grupo 1 (77,8%) y Grupo 2 (90,6%), y una mínima cantidad (3,1%) utiliza riego por goteo; en el Grupo 2, el material es cintilla (100%). En lo que respecta a la calefacción: son pocos los que carecen de calentadores (3,1%), estadísticamente no hay diferencia (χ^2=1,733; p=,785); el Grupo 1, maneja calentadores rústicos (55,6%) y calentadores de gas (44,4%), y en el Grupo 2 calentadores rústicos (59,4%) y de gas (28,1%). Por sus características son de baja tecnología.

Los entrevistados del Grupo 1, les agradaría implementar sistemas de riego (55,6%), inyectores de CO_2 y sistemas de ventilación y a los del Grupo 2, los sistemas de riego (18,6 %). En las mejoras de la infraestructura de los invernaderos y su funcionamiento, el Grupo 2 se reúsa a recurrir a algún tipo de financiamiento (97 %), al igual que el Grupo 2 (67%), ya que no les interesa (35%), bien porque no cuentan con los requisitos (32,4%), o porque sus solicitudes crediticias fueron rechazadas (21,6%).

La innovación logró un puntaje promedio 0,0508, y está por debajo del propuesto (0,1). El Grupo 1 alcanzó el puntaje más alto (0,064) con

respecto al Grupo 2 (0,046). En el indicador herramientas, se encontró que cumplen con el uso de utensilios básicos para realizar diversas actividades: tijeras de podar (100%), pala (100%), rastrillos (43%), guantes (100%), azadones (92,68%), y pulverizadores (19,5%). En maquinaria, contempla artefactos como mochilas fumigadoras (97,5%), desbrozadoras (39%), parihuelas (68%), bomba eléctrica (12%), clasificadoras de flores (7,3%). El tipo de herramientas y maquinaria están disponibles en cantidades proporcionales al número de jornaleros que laboran en la unidad de producción.

En cuanto a la capacitación, en el grupo de productores grandes existe más especialización (77,8%), a diferencia de los pequeños y medianos invernaderos (31,3%). Entre los temas de interés en ambos grupos destacan la producción (41,5%), manejo de rosas en agricultura protegida (17%) y nutrición (7,3%). En el Grupo 2, el 90,6% de los entrevistados no recurrirá a contratar a especialistas en el área, y en el Grupo 1, el 55,6% si está interesado en contratar asesores técnicos.

El proceso productivo del cultivo de rosa en invernadero logró un puntaje promedio de 0,189, el Grupo 1 alcanzó 0,186 puntos, y el Grupo 2 0,191. Este factor es clave para lograr una buena producción y calidad; se inicia con la preparación del suelo y el subsoleo. El barbecho se realizó en el Grupo 1 con tractor (78%), y en el Grupo 2 con tracción animal (50%). El emparejamiento del suelo, el Grupo 2 lo realizó el 43,8%, y el Grupo 1 no la llevó a cabo el 89 %. La aplicación de abono al suelo, lo efectuó el 78%, en ambos grupos se utilizó gallinaza (34,4%), abono bovino (31,4%) y ovino (22,9%) y los demás combinaron este tipo de abonos. La fertilización fue hecha por los dos grupos y fue aplicada de manera foliar (80%). Se encontró que el Grupo 1 fertilizó de forma óptima de acuerdo con los requerimientos del cultivo (96,4%), mientras que el Grupo 2, el 61,5% no fertilizó adecuadamente.

La plantación la efectuaron en invierno y primavera, trasplantaron los injertos en vareta a una profundidad de 18 cm y una distancia de 4 cm a 10 cm; la población va de las 60 mil a 120 mil plantas por hectárea. Las características que se espera de las plantas de acuerdo con los entrevistados será una flor con tallo largo y rígido (26,8%), buena floración (24,4%) y follaje verde y brillante (19,5%). El color predominante de las rosas fue rojo (50 %), bicolores (20 %), rosa (10%), blancas (10%), y otros colores como lila y amarillas. Se encontró que las prácticas culturales como el desyeme en el Grupo 1 lo realizaron en mayor medida (33,3%) que en el Grupo 2 (25%); la poda fue realizada en los dos grupos. El enmallado de botones: no fue realizado por ningún grupo, y el deshierbe de malezas fue practicada por todos.

Los riegos se realizaron de tipo rodado y tuvieron una frecuencia de 1 (37%) y 2 veces a la semana (56%), dependiendo del clima y la necesidad de hidratación de la planta. El agua proviene principalmente de pozos de riego (63,4%) y, en algunos casos, de ríos, y ameyales, el costo promedio del agua mensual fue de 140.4 dólares. En cuanto al Manejo Integral de Plagas y Enfermedades (MIPE), el Grupo 1 tuvo menos plagas y enfermedades (44%), que en el Grupo 2 (53%); también los del Grupo 1 monitorean en mayor medida las plagas y enfermedades (44%) que el otro grupo (25%). Entre las plagas en el cultivo destacó la oruga, araña roja y pulgón del rosal, y en su control usaron algunos agroquímicos como Confidor (14,6%), Monitor (12,2%), Vydatel (10%), además de Oberon y Actarci.

Están presentes enfermedades como oído, roya, y mancha negra, en una escala del 1 al 10 mencionaron que les afectó 4, es por lo que no son consideradas como problema; sin embargo, el mildiu, conocido como cenicilla se presenta recurrentemente. Las contrarrestaron con fungicidas como Ridomil (2,4%), Engeo (4,9%), y productos que contienen cobre agrícola (2,4%), entre otros. La producción sostenible y amigable con el medio ambiente, se practicó más en el Grupo 2 (65,6%) que en el Grupo 1 (33,3%). Conforme al valor propuesto y la valoración obtenida, la adopción de tecnología en el proceso productivo fue 'baja'.

En cuanto a la comercialización esta tuvo un puntaje acorde al valor propuesto (0,1). En la

cosecha, el Grupo 1 realizó de 96 a 144 cortes al año, y el Grupo 2 de 96 a 100. El corte del botón inicia al amanecer (71%), y se realiza antes de que abra la rosa (32%) con tijeras de podar. Los grupos seleccionaron la rosa tomando en cuenta tamaño (29,3 %) y color (17%). Para mantener la hidratación de las flores les proporcionaron inmersiones en agua (68,3%) o por medio de rociadores (31%). Para el empaque los grupos utilizaron Celofán (polímero artificial), (90%).

Las fechas con más demanda de la rosa es el 14 de febrero, 10 de mayo y 12 de diciembre. Con respecto a sus canales de distribución, tanto en el Grupo 1 (89%) como en el Grupo 2 (90,6%) sus ventas las efectuaron directamente en mercado; se considera que las rosas que producen son de calidad, y a pesar de ello, nadie cuenta con un local especializado o boutiques florales (TABLA 2).

TABLA 2. Índice de Competitividad Florícola. Fuente: elaboración propia

Categoría	Indicador	Valoración propuesta	Valoración obtenida	
			Grupo 1	Grupo 2
1. Superficie (0,02)	Sup. 1/sup^2	0,2	0,2	0,1
2. Nivel tecnológico (0,15)	Alto/medio/casa sombra	0,15	0,075	0,075
3.-Innovación (0,10)	Herramienta	0,033	0,023	0,023
	Maquinaria	0,033	0,016	0,016
	Capacitación	0,033	0,025	0,0078
4. Proceso productivo (0,30)				
Suelo 0,10	Desinfección	0,02	0	0
	Barbecho	0,02	0,02	0,02
	Subsoleo	0,02	0	0
	Emparejamiento	0,02	0,002	0,0087
	Abonado	0,02	0,02	0,02
Labores culturales 0,10	Corte de yema	0,016	0,00532	0,004
	Poda	0,016	0,016	0,016
	Enmallado de botón	0,016	0	0
	Deshierbe	0,016	0,016	0,016
	Fertilización	0,016	0,015	0,0012
	Riego	0,016	0,016	0,016
MIPE 0,10	Presenta plagas/enfermedades	0,05	0,025	0,025
	Control de plagas/enfermedades	0,05	0,05	0,05
5. Comercialización (0,10)	Mercado directo/intermediario/pie de huerta	0,1	0,1	0,1
6. Rentabilidad (0,1)	Rentable (≥1)/no rentable (<1)	0,15	0,15	0,15
TOTAL		**1,0**	**0,77432**	**0,6595**

Se tiene que en el Grupo 1 existe una mayor RBC (1,87) que en el grupo 2 (1,46) y esta aumenta conforme se incrementa la superficie cultivada. A partir de la evaluación de las diversas variables se obtuvo un ICF de 0,717; de manera específica, el Grupo 1 logró un mayor ICF (0,775) que el Grupo 2 (0,66). Los productores grandes se ubican como

altamente competitivos y los medianos y pequeños son medianamente competitivos.

4. Discusión

La edad de los entrevistados es muy similar al promedio nacional de los campesinos (54,6 años) [Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2014)] y es sabido que en la década de los 30s se introdujo la floricultura comercial en el estado de México [Instituto Nacional de la Economía Social, 2018), después se extendió a los estados de Puebla, Querétaro, Morelos y Ciudad de México (Ramírez y Avitia, 2017). También se puede decir que los entrevistados tienen más experiencia en la producción bajo condiciones controladas que, en otras entidades como Tlaxcala e Hidalgo, ya que rondan entre los 5 y 10 años (García *et al*., 2018).

En México se introduce la agricultura protegida en los años noventa, con tecnología traída directamente de los Países Bajos, caracterizada por sus estructuras de cristal y de alto costo, no ideales para los climas y producción de las regiones mexicanas. En la región de Texmelucan en la década de los 60s, en Chiautzingo, se inició la producción a campo abierto y, en los 90s, ya se producía en invernadero en una superficie promedio de 2.700 m^2. Sánchez *et al*. (2016) mencionan que la rosa se cultiva desde principios del siglo XXI, en los municipios de Atlixco, Huauchinango, San Martin Texmelucan, Chiautzingo, Tianguismanalco y Xicotepec, y generaban más del 80% de la producción estatal. Lo cual concuerda con los resultados encontrados en la investigación.

Respecto a la procedencia de las fuentes de financiamiento de los invernaderos esta fue similar a la de subsectores agrícolas del país, al recurrir al capital propio para autofinanciarse, (Ramírez *et al*., 2014). Ello se explica porque en el sector agrícola no se tienen garantías que amparen el préstamo, además, por los altos costos de interés. Con respecto a la superficie en México, en 2019, se sembraban aproximadamente 1.746 hectáreas de cultivos de rosas, distribuidas en el Estado de México (863 ha), Puebla (385 ha), Querétaro (125 ha) y Morelos (301 ha), (SIAP, 2019). En este contexto, Velázquez *et al*. (2022) mencionan que en el estado de México existen dos tipos de productores aquellos con más de 20 ha que atiende el mercado internacional, y pequeños productores con diferente tecnología. Esto es similar al espacio de estudio, solo que aquí atienden al mercado local y regional.

Tecnológicamente los invernaderos alcanzaron un puntaje bajo, ya que para remodelar su infraestructura se necesita una importante inversión de capital en relación con los cultivos a cielo abierto (Ramírez *et al*., 2014). En parte esto se explica porque el acceso al financiamiento ha sido escaso en el sector agrícola, y no existen programas acordes a las necesidades de la floricultura (Orozco *et al*., 2009). Entonces, la baja inversión se refleja en el nivel tecnológico de los invernaderos, los cuales en México se caracterizan por tener de baja y media tecnificación, de acuerdo con los lineamientos de capacidad tecnológica, que incluyen sistemas de ventilación, inyectores de CO_2, riegos de precisión, cultivo en sustrato, entre otros (Juárez *et al*., 2011).

En el componente innovación se considera que el sistema productivo de la rosa, tanto en el área de estudio como en los territorios productores del país fue regular; se siguen utilizando herramientas y maquinaria básica. Es necesario modernizarlos, ya que se ha demostrado que la innovación en el proceso productivo agrícola genera beneficios económicos, sociales y ambientales, y contribuye a incrementar el bienestar de los productores (Velázquez *et al*., 2022). También es importante incursionar en la selección de variedades de rosales que se adaptan a las necesidades del mercado, y que realicen buenas prácticas agrícolas durante el cultivo, corte y post-cosecha, en busca de un perfil ecológico, baja huella de CO_2 y responsabilidad ambiental para conquistar mercados altamente especializado (Vasco *et al*., 2024).

El componente proceso productivo logró un puntaje regular, debido a que a su densidad de población puede llegar hasta 200 mil plantas por hectárea [Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA, 2018)]. En

este sentido, la densidad de los rosales de los entrevistados está por debajo de lo recomendado. También emplean un uso intensivo de fertilizantes químicos fundamentales para el desarrollo de la flor y pudieran ser complementados con abonos de origen animal para tener una mayor calidad del suelo (Cortés *et al*., 2017). La aplicación de nutrientes a la rosa de corte en la región se hace sin prestar atención a sus necesidades reales.

Las prácticas culturales como el desyeme y el enmallado se realizaron poco; en cambio, la poda y los deshierbes fueron practicados en mayor medida, lo que no es adecuado debido a que son actividades prioritarias para obtener mayor vigorosidad, crecimiento, engrosamiento y calidad de la flor (Yong, 2004). Esto evidencia que en la producción de rosas se tenga crecimientos lentos en adopción de nuevas tecnologías y el manejo de agroquímicos (Córdoba, 2017). Las plagas y enfermedades no fueron consideradas como problema, sin embargo, algunas son recurrentes en el cultivo y consideraron que el uso de productos agroquímicos es peligroso. Se puede decir que emplean tecnología convencional y esto en parte obedece a que la que existe no es suficiente, por lo que se debe generar tecnología alternativa adaptada a las condiciones locales (Córdoba *et al*., 2019).

En cuestiones de comercialización, esta fue similar a la del estado de Querétaro al destinar la producción a mercados locales (Solís *et al*., 2022). Es importante señalar que la rosa producida en el país se exporta el 10% (3.683 toneladas), (SIAP, 2021) y, no se compara con los niveles de exportación de Colombia (320.000 de toneladas) (Contraloría del Distrito de Medellín, 2023). Ello en parte se explica a la baja organización para actividades de post-cosecha y comercialización, la falta de experiencia y conocimientos para producir en función de las características de calidad (Orozco *et al*., 2009) y demanda de países extranjeros. Ya que la calidad del producto, la optimización del comercio y la gestión competitiva son esenciales para el éxito sostenible en este sector. Es necesario tener en cuenta que esta actividad en su estructura organizativa nace en el núcleo de la familia, pero también impulsa el surgimiento de otros actores sociales como lo son empresas agrícolas, que ofrecen insumos agrícolas y, actualmente algunas organizaciones se dedican exclusivamente a la comercialización como 'Floricultores de Texmelucan', que ha logrado introducirse en el principal mercado de la ciudad de Puebla.

Se puede decir que el análisis de costo-beneficio no siempre será apropiado como forma de comportamiento de un inversor en los invernaderos, ya que a pesar de no tener acceso a servicios de crédito han invertido en la medida de sus posibilidades y han obtenido resultados importantes. Pero la competitividad podría incrementarse si innovaran y atendieran las necesidades de la demanda de rosas y se especializaran en productos altamente especializados. Finalmente, se puede decir que los invernaderos productores de rosa son competitivos y específicamente los que tienen invernaderos grandes, ya que se ubican como altamente competitivos y los medianos y pequeños son medianamente competitivos.

5. Conclusiones

El cultivo de rosa (*Rosa spp*.), al igual que la mayoría de las actividades agrícolas, ha sido una actividad promotora de empleos para las comunidades rurales y generadora de ingresos para cientos de familias de la región. Además, ha demostrado ser una alternativa de desarrollo y contribuir a disminuir problemas sociales como la migración, pobreza, y desempleo; ofreciendo empleos dignos a jóvenes, mujeres y personas adultas. De igual manera, la familia ha sido fundamental para la realización de las actividades agrícolas, al disminuir los costos de producción.

La región de estudio cuenta con las condiciones climatologías y fisiológicas para el desarrollo del cultivo, pero es necesario incurrir en innovar tanto en uso de implementos y maquinaria agrícola como en el uso de tecnología para aumentar cada eslabón del proceso productivo y alcanzar mayores de niveles de calidad y productividad.

En lo que atañe al uso de nuevas tecnologías se podría comenzar por implementar el uso de sistemas de riego, ya que contribuiría a aumentar

la rentabilidad, al reducir el costo del uso de agua de riego, aunado a que el líquido vital sería aprovechado inteligentemente. Y aunque, la rentabilidad aumenta conforme a la proporción de superficie cultivada, es de reconocer que la mayoría de las UP están en manos de pequeños y medianos productores, las cuales no sobrepasan las 5 hectáreas, lo cual dificultaría el acceso al crédito agrícola.

Por otro lado, aunque la producción cosechada es comercializada en mercados locales, es importante el fomentar diversos canales de distribución y apertura al comercio internacional, así como formas innovadoras de venta para aumentar el valor económico del mismo. Si bien la floricultura es una actividad altamente rentable, esta debe ser impulsada con medidas de financiamiento elaboradas a las necesidades de cada área, por lo que se rechaza la hipótesis al plantear que no es una actividad competitiva y rentable. Aunado a esto, la región de Texmelucan tiene diversas áreas de oportunidad las cuales deben ser aprovechadas como la mano de obra especializada, recursos naturales e infraestructura social para consolidar una región florícola sólida.

6. Referencias citadas

BANCO MUNDIAL. 2020. *Agricultura y alimentos*. Disponible en: https://bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview

BAQUE, L. K.; ÁLVAREZ, L. K.; IZQUIERDO, A. M. y D. VITERI. 2021. "Generación de valor agregado a través del marketing digital en las MiPymes". *Revista Universidad y Sociedad*, 13(5). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202021000500407

BARRETO, I. 2010. "Dynamic capabilities: A review of past research and an agenda for the future". *Journal of management,* 36(1): 256-280. DOI: 10.1177/0149206309350776

BELMONTE, R. y C. M. FERNÁNDEZ. 2021. "La relación entre capital intelectual humano y capacidad de innovación en el sector público". *Visión de futuro*, 25(2): 137-153. Disponible en: DOI: 10.36995/j.visiondefuturo.2021.25.02R.004.es

BENÍTEZ, F. 2015. Floricultores de la región de Texmelucan piden construcción de mercado de flores. (A. Benítez) (Entrevista). *Sistema Informativo REBENQUE*. Disponible en: https://semanariorebenque.blogspot.com/2015/05/floricultores-de-la-region-de.html

BUKHTIYAROVA, T. I.; SEMIN, A. N.; DEMYANOV, D. G.: TENETKO, A. A. & Y. S. NEMYKINA. 2020. "Competitiveness of rural areas: formation, assessment, growth reserves aspects". *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science,* 548: 1-6. Disponible en: DOI: 10.1088/1755-1315/548/2/022055

BLÁZQUEZ, F.; DORTA, J. A. y M. C. VERONA. 2006. "Factores del crecimiento empresarial. Especial referencia a las pequeñas y medianas empresas". *INNOVAR*, 16(28): 43-56. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/818/81802804.pdf

CAMACHO, F. y E. RESENOS. 2006. "Competitividad e innovación". *Investigación administrativa,* 35(98): 58-73. Disponible en: https://scielo.org.mx/pdf/ia/v35n98/2448-7678-ia-35-98-58.pdf

CARDONA, M. y S. ESCOBAR. 2012. "Innovación en la transformación productiva industrial: aportes a la discusión". *Semestre Económico*, 15(31): 127-152. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/seec/v15n31/v15n31a6.pdf

CASTRO, E. 2010. "Las estrategias competitivas y su importancia en la buena gestión de las empresas". *Revista de Ciencias Económicas*, 28(1). Disponible en: DOI: 10.15517/rce.v28i1.7073

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA y EL CARIBE (CEPAL). 2019. *Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe 2019-2020.* Disponible en: https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/50913908-8569-40f8-868c-dcf9b22e0669/content

CONSEJO NACIONAL DE EVALUACIÓN PARA LA POLÍTICA DE DESARROLLO SOCIAL (CONEVAL). 2015. *Sistema Estatal de Planeación Democrática. Portal de planeación para el desarrollo del Gobierno del Estado de Puebla.* Disponible en: https://planeader.puebla.gob.mx/pdf/ProgramasRegionales2020/0_ProRegionales%2020%20San%20Mart%C3%ADn%20Texmelucan.pdf

CONTROLARÍA DEL DISTRITO DE MEDELLÍN. 2023. *En 2022 Colombia exportó 320.000 toneladas de flores equivalentes a 2.052 millones de dólares (comunicado de prensa).* Disponible en: https://www.concejodemedellin.gov.co/blog/2023/06/20/en-2022-colombia-exporto-320-000-toneladas-de-flores-equivalentes-a-2-052-millones-de-dolares/

CÓRDOBA, O. V. 2017. *Percepción social de la tecnología florícola en Zinacantán, Chiapas, y perspectiva de cambio hacia tecnologías alternativas.* El Colegio de la Frontera Sur. México. Trabajo de Grado (Maestría). Disponible en: https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1468/1/100000006945_documento.pdf

CÓRDOBA, O. V.; DÍAZ, B. M.; MONDRAGÓN, R. y N. S. LEÓN. 2019. "Percepción sobre la tecnología florícola. Análisis de su construcción a partir de las interacciones sociales entre los actores involucrados en la floricultura en Zinacantán, Chiapas". *Sociedad y Ambiente*, (20): 103-123. Disponible en: https://revistas.ecosur.mx/sociedadyambiente/index.php/sya/article/view/1994

CORTÉS, S.: ETCHEVERS, J. D: HIDALGO, C. M. y H. NAVARRO. 2017. "Estado nutricional del agroecosistema rosa (*Rosa spp*.) en la ladera este del Iztaccihual". *Terra Latinoamericana*, 35(3): 237-246. Disponible en: DOI: 10.28940/terra.v35i3.132

EDWARDS-SCHACHTER, M. 2018. "Naturaleza y variedad de la innovación". *International Journal of Innovation Studies,* 2(2): 65-79. Disponible en: DOI: 10.1016/j.ijis.2018.08.004

FOOD AND AGRICULTURE ORGANZIATION (FAO). 2023. *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. Revelar el verdadero costo de los alimentos para transformar los sistemas agroalimentarios*. FAO. Roma, Italia. Disponible en: DOI: 10.4060/cc7724es

GARCÍA, E. I.; VARGAS, J. M.; PALACIOS, M. I. y J. AGUILAR. 2018. "Sistema de innovación como marco analítico de la agricultura protegida en la región centro de México". *Cuadernos de Desarrollo Rural,* 15(81): 1-24. Disponible en: DOI: 10.11144/Javeriana.cdr15-81.sima

GHEZZI SOLÍS, P. E.; INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA) y MINISTERIO DE DESARROLLO AGRARIO y RIEGO (MIDAGRI) PERÚ. 2021. *Cómo fortalecer el agrobanco y el financiamiento agropecuario: una visión productivista.* Disponible en: https://hdl.handle.net/11324/18625

GUERRAS, L. A. y J. E. NAVAS. 2022. *La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones.* Editorial Aranzadi, S.A. Navarra, España. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/366167941_Direccion_Estrategica_de_la_Empresa_Teoria_y_Aplicaciones_2022

INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACIÓN PARA LA AGRICULTURA (IICA). 2018. *Cadena florícola: guía de financiación e inversiones.* Disponible en: https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/6898/BVE18040062e.pdf?sequence=1

INDEX. 2018. *Área de tierras agrícolas (Kilómetros cuadrados)- Raking de países*. [Data set]. Disponible en: https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/AG.LND.AGRI.K2/ranking

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2024. *Estadísticas a propósito del día mundial del agua: desafíos y oportunidades en el uso agrícola en México.* Comunicado de prensa: núm. 196/24. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_DiaMundAgua.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2023. *Resultados oportunos del censo agropecuario 2022*. Comunicado de prensa: núm. 312/23. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/CA_ResOpt/CA_ResOpt2022.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2015. *Encuesta Intercensal. estadísticas de mortalidad/ Sistema de Información de Gestión Educativa.* Región 20- San Martín Texmelucan. Puebla, Mexico. Disponible en: https://planeader.puebla.gob.mx/progderi/0_ProRegionales%2020%20San%20Mart%C3%ADn%20Texmelucan20240416193044.pdf

INSTITUTO NACIONAL DE LA ECONOMÍA SOCIAL. 2018. *Historia de la floricultura en México*. Disponible: https://www.gob.mx/inaes/articulos/historia-de-la-floricultura?idiom=es

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN y CAPACITACIÓN AGROPECUARIA, ACUÍCOLA y FORESTAL (ICAMEX). 2024. *Cultivo de rosa*. (Informe de gobierno del Estado de México). Disponible en: https://icamex.edomex.gob.mx/rosa

INTERNATIONAL TRADE CENTRE (ITC). 2022. *Lista de exportaciones. Producto: 0603 Flores y capullos, cortados para ramos o adornos, frescos, secos, blanqueados, teñidos, impregnados o preparados de otra forma*. Disponible en: https://www.trademap.org/

JUÁREZ, P.; BUGARÍN, R.; CASTRO, R.; SÁNCHEZ, A. L.; CRUZ, E.; JUÁREZ, C. R.; ALEJO, G. y R. BALOIS. 2011. "Estructuras utilizadas en la agricultura protegida". *Revista Fuente,* 3(8): 21-27. Disponible en: http://dspace.uan.mx:8080/jspui/handle/123456789/567

LORENZO, R.; PULIDO, J.; MARTÍNEZ, A.; RUIZ, I.; HOYOS, J. y L. SORDO. 2019. "Métodos indirectos para la estimación de poblaciones ocultas: Segunda parte". *Revista Salud Pública,* 93: e201907033. Disponible en: https://www.scielosp.org/pdf/resp/2019.v93/e201907033/es

MARTSYNOVSKA, O. 2011. *Global floriculture industry value chain. Position of the Ukrainian firms in the floriculture business.* Lund University. School of economics and Management. LUP Student papers. Disponible en: http://lup.lub.lu.se/student-papers/record/1980490

MEDEIROS, V.; GONÇALVES, L. y E. CAMARGOS. 2020. "La competitividad y sus factores determinantes: un análisis sistémico para países en desarrollo". *Revista de la CEPAL,* 2019(129): 7-27. Disponible en: DOI: 10.18356/9c2a7060-es

MOLINA, H. J.; JIMÉNEZ, M. A.; ARVIZU, E. y D. M. SANGERMAN. 2017. "Producción de flores y uso de recursos naturales en Zinacantán, Chiapas". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(3): 583-597. Disponible en: DOI: 10.29312/remexca.v8i3.33

MORETT, J. C. y C. COSÍO. 2017. "Panorama de los ejidos y comunidades agrarias en México". *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, 14(1): 125. Disponible en: https://www.revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/526

MORSIGUE, D. E.; MATA, D. A.; FACCIUTO, G. y L. BULLRICH. 2012. *Floricultura: Pasado y presente de la floricultura argentina.* Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Disponible en: https://es.scribd.com/document/166156920/INTA-Floricultura-Pasado-y-Presente-de-La-Floricultura-Argentina

MURPHY, S. 2012. *Puntos de vista en evolución: Agricultura a pequeña escala, mercados y globalización.* La Paz, Bolivia: IIED. HivoS. Mainumby. Disponible en: https://www.rimisp.org/wp-content/files_mf/1377793653agriculturaapequenaescalamercadosglobalizacion.pdf

NÁJERA, J. 2016. *Análisis de la competitividad de la floricultura en Texcoco, Estado de México, mediante el modelo diamante de Porter*. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. México. Tesis de Maestría. Disponible en: http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/3569/Najera_Torres_JR_MC_Economia_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y

OROZCO, M. E.; CAMPOS, E. y A. GUERRERO. 2009. "Hacia la gestión de un nuevo desarrollo rural: El caso de los pequeños productores de flor en Villa Guerrero, México". *QUIVERA,* 11(1): 91-102. Disponible en: https://www.redalyc.org/pdf/401/40113194007.pdf

PERNÍA J. C. y M. E. SANABRIA. 2021. "El manejo integral de plagas y enfermedades en cultivos como una alternativa de compromiso para el cumplimiento de la responsabilidad social ambiental en la agricultura". *Dissertare Revista De Investigación En Ciencias Sociales*, 6(1): 1-21. Disponible en: https://revistas.uclave.org/index.php/dissertare/article/view/3170

PORTER, M. E. 1985. *Estrategia competitiva: técnicas para el análisis de los sectores industriales y de la competencia.* Grupo Editorial Patria (Trigésima octava reimpresión). Disponible en: https://www.academia.edu/ESTRATEGIA_COMPETITIVA_Tecnicas_para_el

PRATT, L. y J. M. ORTEGA. 2019. *Agricultura Protegida en México. Elaboración de la metodología para el primer bono verde agrícola certificado.* En: E NIETO e I. BRALY-CARTILLIER (Editores). Banco Interamericano de Desarrollo. Disponible en: https://www.greenfinancelac.org/

RAMÍREZ, J. J. y J. A. AVITIA. 2018. "Condiciones de producción en la floricultura del Estado de México: ¿Hacia la competitividad y la sustentabilidad?" *Przedsiębiorczość I Zarządzanie,* 19(7): 381-396. Disponible en: https://piz.san.edu.pl/docs/e-XIX-7-3.pdf

RAMÍREZ, J. J. y J. A. AVITIA. 2017. "Floricultura Mexicana en el Siglo XXI: Su Desempeño en los Mercados Internacionales". *Revista De Economía,* 34(88): 99-122. Disponible en: https://doi.org/10.33937/reveco.2017.83

RAMÍREZ, G. y J. L. CHÁVEZ. 2014. *Mejoramiento genético de ornamentales del Estado de México*. Gobierno del Estado de México. Disponible en: https://icamex.edomex.gob.mx/sites/icamex.edomex.gob.mx/files/files/publicaciones/2014/ORNAMENTALES.pdf

RAMÍREZ, J. J.; GARCÍA, R. y J. A. AVITIA. 2014. "Unidades productoras de flores en el sur del estado de México: situación y propuesta". *Anales de economía aplicada*, (XXVIII): 550-561. Disponible en: https://www.asepelt.org/ficheros/File/Anales/2014/anales-2014.pdf

RINDFLEISCH, A. & C. MOORMAN. 2001. "The acquisition and utilization of information in new product alliances: A strength of ties perspective". *Journal of Marketing,* 65(2): 1-18. Disponible en: DOI: 10.1509/jmkg.65.2.1.18253

RODRÍGUEZ, R.; CADENA, P.; MORALES, M.; JÁCOME, S.; GÓNGORA, S.; BRAVO, E. y J. R. CONTRERAS. 2013. "Competitividad de las unidades de producción rural en Santo Domingo Teojomulco y San Jacinto Tlacotepec, sierra sur, Oaxaca, México". *Agricultura sociedad y Desarrollo*, 10(1): 111-126. Disponible en: https://revista-asyd.org/index.php/asyd/article/view/1203

SÁNCHEZ, S.; JARAMILLO, J.L.; HUERTA, A.; MORA, S.; LÓPEZ, S. y C. GARCÍA. 2016. "Innovación y rentabilidad en la producción de rosa (*Rosa hybrida L.*) de corte en invernadero". *Agro productividad,* 9(6): 73-79. Disponible en: https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/775

SECRETARIA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, DESARROLLO RURAL, PESCA y ALIMENTACIÓN (SAGARPA). 2014. *Estudio sobre el envejecimiento de la población rural en México.* Disponible en: https://es.scribd.com/document/371020822/2-Estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacio-n-rural-en-Me-xico-pdf

SECRETARIA DE DESARROLLO RURAL (SDR). 2020. *Producción de flor en Puebla*. Portal de Gobierno SDR. Disponible en: https://es.scribd.com/document/371020822/2-Estudio-sobre-el-envejecimiento-de-la-poblacio-n-rural-en-Me-xico-pdf

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2024. *Expectativas agroalimentarias. Junio 2024*. (Informe de la Secretaria de Agricultura y Desarrollo Rural). Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/930786/Junio_2024.pdf

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2021. *Producción de rosas. Dirección General del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Gobierno de México.* Disponible en: https://www..gob.mx/siap/articulos/la-produccion-de-rosas-importante-actividad-hoy-en-dia290342

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2020a. *Se alistan productores nacionales para atender demanda de flores por 14 de febrero. (Informe de Gobierno de México).* Disponible en: https://www.gob.mx/

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2020b. *Productores nacionales de flor de corte. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola.* Disponible en: https://nube.agricultura.gob.mx/cierre_agricola/

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2019. *Productores nacionales atienden demanda de flores por 14 de febrero* (Informe de Gobierno de México). Disponible en: gob.mx/

SERVICIO DE INFORMACIÓN AGROALIMENTARIA y PESQUERA (SIAP). 2018. *Sistema Estatal de Planeación Democrática. (Portal de Planeación para el Desarrollo del Estado de Puebla).* Disponible en: https://planeader.puebla.gob.mx/

SOLÍS, J. A.; CUELLAR, L.; VIVANCO, M.; MÉNDEZ, S. J. & J. F. VASCO. 2022. "Strategic and competitive advantages of the agricultural sector in Querétaro, México". *Agro Productividad,* 15(2): 99-108. Disponible en: DOI: 10.32854/agrop.v15i2.2099

TEJEDA, O. y M. L. ARÉVALO. 2012. "La floricultura, una opción económica rentable para el minifundio mexicano". *Agro productividad*, 5(3): 11-19. Disponible en: https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/404

TOURIÑÁN, J. M. 2022. "Conocimiento de la educación y actividad común. Construyendo ámbitos de educación desde la pedagogía". *Utopía y Praxis Latinoamericana,* 27(96): 1-23. Disponible en: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27970217002

VASCO, J. F.; PÉREZ, R.; MELCHOR, L.; VIVANCO, M.; DÍAZ, M. E.; SÁNCHEZ, F.; PÉREZ, C. & J. A. SOLÍS. 2024. "Competitive management for export of roses from Mexico to Canada". *Agro Productividad.* 17(8): 85-95. Disponible en: DOI: 10.32854/agrop.v17i8.2687

VELÁZQUEZ-TORRES, A. L.; CALLEJAS-JUÁREZ, N. y F. E. MARTÍNEZ-CASTAÑEDA. 2022. "Análisis de competitividad del sistema de rosa para corte (*Rosa sp*) en el entorno mexiquense". *Terra Latinoamericana,* 40: 1-9. Disponible en: DOI: 10.28940/terra.v40i0.948

YONG, A. 2004. "El cultivo del rosal y su propagación". *Cultivos Tropicales,* 25(2): 53-67. Disponible en: https://www.redalyc.og/articulo.oa?id=193217832008

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Puebla, México; octubre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 401-413 /

Comparación de metodologías de estimación de temperaturas horarias y horas frío para la producción frutal en

Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México

Comparação de metodologias de estimativa de temperaturas horárias
e horas-frio para a produção frutícola em Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México

Comparison of methods for estimating hourly temperatures
and chill hours for fruit production in Atltzayanca, Tlaxcala State, Mexico

Silvia Herrera Cortés, Maricela Hernández Vázquez, Minerva Flores-Morales y Rogelio Bernal-Morales
Universidad Autónoma de Tlaxcala, Facultad de Agrobiología, Licenciatura en Ciencias Ambientales
Tlaxco, estado de Tlaxcala, México
silvia.herrera@uatx.mx; mhernandezv@uatx.mx; minerva.flores.m@uatx.mx; 20151115@uatx.mx

Herrera: https://orcid.org/0000-0002-72049837
Hernández: https://orcid.org/0000-0003-4562-2324
Flores: https://orcid.org/0000-0001-7482-9872
Bernal-Morales: https://orcid.org/0009-0001-9036-2456

Resumen

La acumulación insuficiente de frío en los árboles frutales de clima templado repercute en el desarrollo de los procesos fenológicos de la planta, impactando en su producción. Los modelos de estimación de temperaturas horarias son importantes ante la incapacidad de algunas estaciones climatológicas para el conteo del frío acumulado en zonas templadas. En esta investigación se estimaron temperaturas horarias y horas-frío para el municipio de Atltzayanca, Tlaxcala, México a partir de registros diarios de temperatura máxima y mínima para el periodo comprendido de 1985 a 2023. Se utilizaron los modelos propuestos por Parton y Logan (1981), Linvill (1990) y el método CIBSE propuesto en Chow y Levermore (2007). En los análisis realizados, los tres modelos aplicados coinciden con una tendencia al aumento de la temperatura mínima disminuyendo la acumulación natural de frío invernal.
PALABRAS CLAVE: comparación de modelos; horas frío; temperaturas horarias.

Resumo

A acumulação insuficiente de frio nas árvores frutíferas de clima temperado afeta o desenvolvimento dos processos fenológicos da planta, impactando sua produção. Os modelos de estimativa de temperaturas horárias são importantes diante da incapacidade de algumas estações climatológicas de contabilizar o frio acumulado em zonas temperadas. Nesta pesquisa, foram estimadas temperaturas horárias e horas-frio para o município de Atltzayanca, Tlaxcala, México, a partir de registros diários de temperatura máxima e mínima para o período compreendido entre 1985 e 2023. Foram utilizados os modelos propostos por Parton e Logan (1981), Linvill (1990) e o método CIBSE proposto em Chow e Levermore (2007). Nas análises realizadas, os três modelos aplicados coincidem com uma tendência de aumento da temperatura mínima, diminuindo a acumulação natural de frio no inverno.
PALAVRAS-CHAVE: comparação de modelos; horas de frio; temperaturas horárias.

Abstract

Insufficient cold accumulation in temperate-climate fruit trees affects the development of the plant's phenological processes, thereby impacting its yield. Hourly temperature estimation models are important given the inability of some weather stations to measure accumulated chill hours in temperate zones. In this study, hourly temperatures and chill hours were estimated for the municipality of Atltzayanca, Tlaxcala, Mexico, based on daily records of maximum and minimum temperatures for the period from 1985 to 2023. The models proposed by Parton and Logan (1981), Linvill (1990), and the CIBSE method proposed in Chow and Levermore (2007) were used. In the analyses conducted, the three models applied all show a trend toward an increase in minimum temperature, thereby reducing the natural accumulation of winter cold.
KEYWORDS: chilling hour;, hourly temperatures; model comparison.

1. Introducción

La acumulación insuficiente de frío, durante el periodo de dormancia en las plantas caducifolias de clima templado, afecta los procesos fenológicos (Tharaga *et al*., 2016). La dormancia se caracteriza visualmente por la pérdida de hojas y crecimiento inapreciable (Yang *et al.*, 2021). En este proceso, la planta acumula temperaturas frías, hasta satisfacer sus necesidades de enfriamiento y después calor para desencadenar adecuadamente los estadios fenológicos (Fadón *et al*., 2020). Para los frutales, los requerimientos de frío, diferentes para cada especie, se miden a través del concepto de horas-frío (hf), definidas como el número de horas en que la planta es sometida a temperaturas inferiores a los 7^oC (Mendoza, 2020).

Ante el incremento en la temperatura global, estimado de 1.5^oC para las siguientes décadas (IPCC, 2019), es importante para los fruticultores conocer el comportamiento de las hf acumuladas durante los meses más fríos, noviembre, diciembre de un año, enero y febrero del año siguiente.

Debido a la falta de estaciones climáticas que registren temperaturas en periodos cortos de tiempo, por ejemplo, cada media hora o cada hora dependiendo de las necesidades, es común utilizar métodos indirectos de cuantificación de hf por medio de datos climatológicos diarios sobre temperatura. En este sentido, Da Mota (1957) empleó un modelo de regresión lineal entre las hf determinadas por un termógrafo y la temperatura media mensual. Crossa-Raynoud (1956) asumió una relación lineal del tiempo en horas y la temperatura, logrando una estimación de las hf en términos de la temperatura máxima y mínima (Mendoza, 2020). Parton y Logan (1981), estimaron temperaturas horarias considerando la temperatura mínima y máxima, así como la altitud de la región en estudio; esta metodología utiliza un modelo senoidal para simular el comportamiento de la temperatura desde que sale el sol hasta el ocaso y un modelo exponencial para estimar temperaturas horarias desde que se oculta el sol hasta que sale. Linvill (1990) consideró un modelo similar, bajo el supuesto que la temperatura máxima se presenta dos horas después del mediodía solar y que la temperatura mínima se alcanza cerca de la hora del amanecer. Otros modelos similares son los estudiados por Ephrath *et al*. (1996), quienes hacen una modificación al modelo senoidal y exponencial para la estimación de las temperaturas diurnas y nocturnas. También se ha realizado estimación de temperaturas horarias a través de análisis armónico como los realizados en Panfosky y Brier, (1960); Isikue *et al*., (2011) y Alamineh *et al*., (2018), que si bien, no todos son modelos para estimación de temperaturas horarias, se pueden ajustar para tal propósito.

Los estudios de comparación de modelos para estimación de temperaturas horarias son importantes para la elección del mejor modelo que se ajuste al área de estudio. Saito y Simunek (2009) compararon diferentes modelos de estimación de variables climáticas como temperaturas horarias, velocidad del viento, humedad relativa, entre otras, para cuantificar el impacto de la elección de diferentes métodos de estimación y parametrización en las predicciones de temperatura del suelo, para suelos sin cobertura vegetal, en el Desierto Chihuahua ubicado en Texas. Akinnubi y Adenivi (2017) compararon cinco modelos de estimación de temperaturas horarias a partir de datos diarios de temperatura máxima, mínima y media para un sitio experimental en Nigeria.

México carece de infraestructura para el cálculo directo de hf; los estudios que se realizan para cuantificación y análisis de acumulación de frío para frutales y otros cultivos requieren la implementación de métodos indirectos como la estimación de temperaturas horarias. Algunos otros estudios han analizado los impactos que tendrá el cambio climático en la acumulación de hf para la producción. Por ejemplo, Pérez, (2024), analizó la tendencia de las hf en la zona noroeste del Estado de México encontrando disminución en acumulación de hf para la zona de estudio. Medina-García *et al.* (2019) analizaron la variación histórica de la acumulación de hf con escenarios de cambio climático, determinando que la producción frutal estará comprometida para los próximos años debido al incremento en

la temperatura por cambio climático. Cervantes Herrera *et al.,* (2005), utilizaron los métodos de Da Mota (1957) y Weinberger (1950), el promedio de los resultados de ambos métodos y la altitud de la región sur de Zacatecas, para generar tres modelos de regresión lineal con las hf. Encontrando correlación entre las estimaciones de las hf y la altitud de las diferentes zonas analizadas.

En esta investigación se compararon los modelos propuestos por Parton y Logan (1981); Linvill (1990) y CIBSE (citado en Chow y Levermore, 2007), para estimar temperaturas horarias y cuantificar horas-frío para el municipio de Atltzayanca, Tlaxcala, reconocido por la producción de durazno de la variedad *Prunus persica* y cuya susceptibilidad del fruto a condiciones ambientales como heladas y granizadas, hacen necesario un análisis de hf para la producción de este frutal en el estado, décimo lugar en producción de durazno a nivel nacional y que carece de estudios relacionados con estimaciones de esta naturaleza.

2. Materiales y métodos

2.1 Descripción de la zona de estudio

Atltzayanca, municipio reconocido por producir durazno de la variedad *Prunus pérsica*, se localiza al norte del estado, entre las coordenadas geográficas 19º26′ de latitud Norte y 97º48′ de longitud Oeste; con clima semiseco y lluvias en verano, temperatura promedio mínima anual registrada de 6.3ºC y máxima de 22.3ºC.

2.2 Análisis de calidad de datos y estimación de registros faltantes

Se utilizaron registros de temperatura máxima y mínima diaria de la estación climatológica de Altzayanca Tlaxcala, con número de identificación 29151 de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Se obtuvo información de los periodos invernales del 1 de noviembre de1985 a 28 de febrero de 2023. Se realizó un análisis de calidad de la información considerando años de 365 días, identificando además datos fuera de rango y registros faltantes. Para la estimación de datos faltantes, se empleó regresión lineal con el periodo de mayor correlación. Se elaboraron gráficos de caja y bigotes, así como de series temporales para identificar tendencias en el comportamiento de la temperatura. Para identificar si existe relación entre el aumento de la temperatura con la presencia de años de NIÑO, en los gráficos de caja y bigotes, se indicaron los periodos que coincidieron con el fenómeno de 'EL NIÑO' (Color rojo), 'LA NIÑA' (color azul) y 'NUETRO (color gris).

2.3 Modelos de estimación de temperaturas horarias

Para la estimación de temperaturas horarias se aplicaron los modelos propuestos por Parton y Logan (1981), Linvill (1990) y método CIBSE presentado en Chow y Levermore, (2007). Parton y Logan (1981) proponen estimar la temperatura horaria:

$$t_i = \begin{cases} (t_{max} - t_{min}) sin\left(\frac{\pi m}{Y + 2a}\right) + t_{min} & Desde\ el\ amanecer\ hasta\ el\ ocaso \\ t_{min} + (t_{oc} - t_{min}) e^{\frac{-bn}{z}} & Desde\ el\ ocaso\ hasta\ el\ amanecer \end{cases}$$

Donde:

t_i Representa la temperatura al tiempo i,

t_{max} y t_{min}, temperatura máxima y mínima respectivamente,

t_{oc}, temperatura a la que se oculta el sol,

m número de horas después de que ocurre la temperatura mínima hasta que se oculta el sol,

n número de horas después de que se oculta el sol hasta que ocurre la temperatura mínima,

a y b son coeficientes de retraso para la temperatura máxima y de la temperatura de la noche; y

z coeficiente de retraso para la temperatura mínima

A su vez, Linvill (1990) formuló el modelo:

$$t_i = \begin{cases} (t_{max} - t_{min}) sin\left(\frac{\pi t}{DL + 4}\right) + t_{min} \;\; Desde\ el\ amanecer\ hasta\ el\ ocaso \\ t_{oc} - \left(\frac{t_{oc} - t_{min}}{\ln(24 - DL)}\right) lnt \;\; Desde\ el\ ocaso\ hasa\ el\ amanecer \end{cases}$$

Donde:
t_i Representa la temperatura al tiempo i, t_{max} y t_{min}, la temperatura máxima y mínima respectivamente, t_{oc}, la temperatura a la que se oculta el sol, DL la longitud del día.

Finalmente, Chow y Levermore (2007) propusieron el modelo:

$$t_i = f_1 t_{min} + f_2 t_{max}$$

$$f_1 = \begin{cases} \frac{\cos\left(\frac{\pi(t_i - i)}{24} + t_{min} - t_{max}\right) + 1}{2}, i < t_{min} \\ \frac{\cos\left(\frac{\pi(i - t_{min})}{t_{max}} + t_{min}\right) + 1}{2}, t_{min} < i < t_{max} \\ \frac{\cos\left(\frac{\pi(24 + t_{min-i})}{24} + t_{min} - t_{max}\right) + 1}{2}, t_{min} < i \end{cases}$$

$$f_2 = 1 - f_1$$

Donde:
t_i Representa la temperatura al tiempo i,
t_{max} y t_{min}, la temperatura máxima y mínima respectivamente,
f_1, y f_2 son factores relacionados con la duración de la luz diurna.

2.4 Validación de modelos y cálculo de horas-frío

Los métodos utilizados para estimar temperaturas horarias fueron validados con el cálculo de la raíz del error cuadrado medio (RECM) y mediante un ajuste de regresión de la temperatura horaria estimada y la temperatura horaria registrada con datos horarios registrados del 22 al 27 de febrero de 2022 de la estación climatológica con número de identificación 29030 de CONAGUA ubicada en Tlaxcala. Con las temperaturas horarias estimadas, se hizo el cálculo de hf acumuladas.

Todos los análisis y metodologías para estimar temperaturas horarias se implementaron en el software de licencia libre RStudio, versión 2022.02.3 + 492.

3. Resultados

La base de datos presentó un 2,9% (125 datos) y „.2% (134 datos) de registros perdidos para la temperatura mínima y máxima respectivamente. En los gráficos de series temporales, así como en los diagramas de caja y bigotes de los meses más fríos, la tendencia fue de aumento en la temperatura mínima y máxima, indicando inviernos más cálidos incidiendo en menor acumulación natural de hf (FIGURAS 1 y 2).

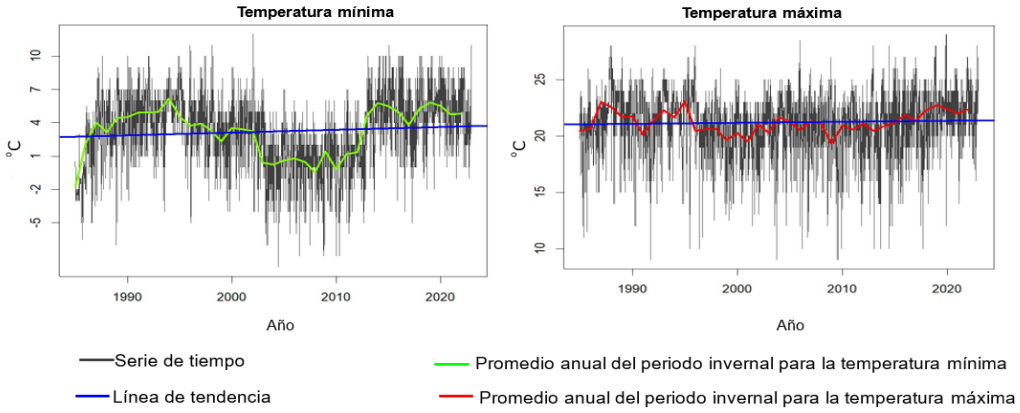


FIGURA 1. Serie de tiempo para la temperatura mínima y máxima. Fuente: elaboración propia

En los 38 periodos invernales analizados, se presentaron 12 de 'NIÑO', 15 de 'NIÑA' y 11 'NEUTROS'. Resalta el incremento en la temperatura mínima que se presenta en los periodos invernales del 2013 a 2022. Para estos periodos, los eventos NEUTROS son: 2013 y 2019 con una anomalía promedio, obtenida por la lista de episodios fríos y cálidos por temporada reportada en NOAA (2024), de 0,075, y el promedio de la temperatura mínima de 3,3°C y 21,7°C para la temperatura máxima. Para los periodos reportados con eventos de 'NIÑA' (2016, 2017, 2020, 2021 y 2022), la anomalía promedio es de −0,85 con un promedio de 4,9°C y 22,1°C para la temperatura mínima y máxima respectivamente. Finalmente, para los periodos con evento de 'NIÑO' (2014, 2015 y 2018), la anomalía promedio es de 3,9 con un promedio de temperatura mínima de 4,7°C y de 20,8°C para la temperatura máxima. La anomalía promedio de 3,9 para los años 2014, 2015 y 2018, reportados con eventos de 'NIÑO', destacan las temperaturas en el rango de 5 a 10°C para los últimos diez periodos invernales, correspondiente a los años 2013 a 2022 (FIGURA 2).

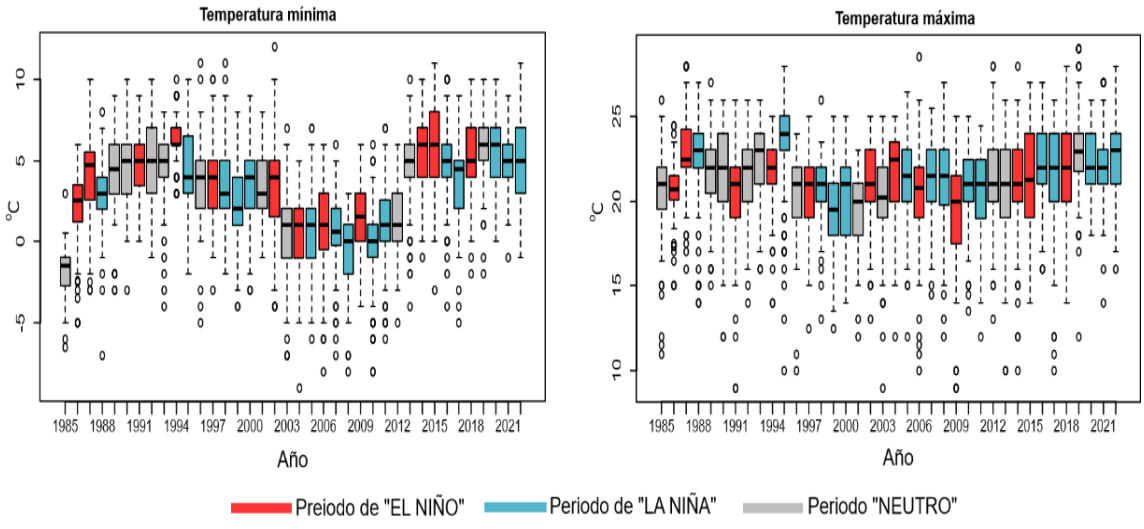


FIGURA 2. Gráficos de caja y bigotes de la temperatura mínima y máxima. Fuente: elaboración propia

3.1 Estimación de temperaturas horarias y validación de los modelos Utilizando los modelos propuestos por Parton y Logan (1981), Linvill (1990) y método CIBSE presentado en Chow y Levermore (2007), se estimaron temperaturas horarias; en el TABLA 1 se presenta la estimación para el 27 de febrero de 2023, que corresponde al periodo invernal de 2022. La estimación de las temperatura horaria de los últimos seis días del periodo invernal de 2022 (22 a 27 de febrero de 2023) se muestra en la FIGURA 3.

TABLA 1. Temperaturas horarias estimadas del 27 de febrero de 2023. Fuente: elaboración propia

Hora	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE	Hora	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE
1	10,76	12,04	9,07	13	26,80	26,40	25,79
2	11,10	11,38	9,30	14	26,96	26,96	27
3	11,50	10,80	9,68	15	26,37	26,81	22,69
4	11,99	10,29	10,20	16	25,04	25,95	21,65
5	12,57	9,83	10,86	17	23,04	24,41	20,55
6	13,26	9,42	11,63	18	20,44	22,25	19,40
7	12,43	10,97	9,00	19	19,48	21,41	18,23
8	15,97	14,50	9,84	20	17,78	19,32	17,05
9	19,20	17,80	21,21	21	16,35	16,64	15,89
10	22,01	20,75	15,67	22	15,16	17,97	14,77
11	22,28	23,22	19,56	23	14,16	13,77	13,70
12	25,90	25,13	23,16	24	13,32	12,82	12,70

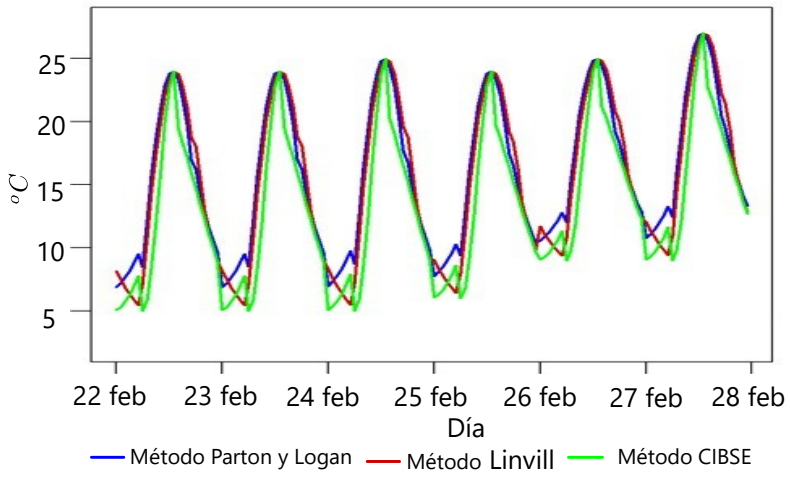


FIGURA 3. Estimación de temperaturas horarias del 22 a 27 de febrero de 2023. Fuente: elaboración propia

La TABLA 2 recoge el registro horario estimado y observado para el 27 de febrero de 2022. A su vez, la FIGURA 4 presenta el gráfico de los datos horarios estimados y observados del mismo día por los métodos de Parton y Logan, Linvill y CIBSE.

TABLA 2. Estimación de temperaturas horarias del 27 de febrero de 2022. Fuente: elaboración propia

Hora	Temperatura registrada	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE	Hora	Temperatura registrada	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE
1	10,7	7,83	9,32	5,88	13	24,2	26,37	25,9	25,20
2	9,5	8,22	8,55	6,15	14	25,5	26,56	26,56	26,6
3	8,9	8,69	7,88	6,59	15	26,1	25,87	26,39	21,62
4	9,3	9,26	7,29	7,19	16	26,6	24,34	25,39	20,42
5	6,1	9,93	6,76	7,95	17	25,9	22,02	23,61	19,14
6	6	10,73	6,28	8,84	18	22,9	19,03	21,11	17,82
7	5,8	9,77	8,08	5,80	19	19,9	17,91	20,15	16,46
8	7,8	13,85	12,15	6,77	20	15,4	15,94	17,74	15,10
9	11,4	17,60	15,96	9,51	21	12,8	14,30	14,63	13,76
10	16,8	20,84	19,37	13,50	22	10,7	12,92	12,71	12,46
11	20,9	23,45	22,24	18	23	11,3	11,76	11,31	11,23
12	23,1	25,32	24,44	22,16	24	10,3	10,79	10,22	10,08

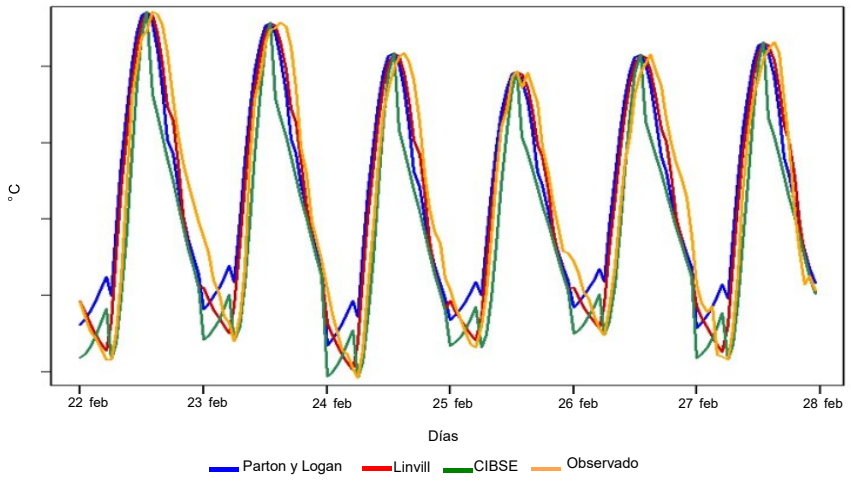


FIGURA 4. Temperatura horaria *vs* temperatura observada. Fuente: elaboración propia

En la TABLA 3 se presenta la raíz del error cuadrado medio (RECM), así como el coeficiente de correlación (r^2), después del ajuste de regresión entre el valor observado y el valor estimado por cada uno de los métodos aplicados. Finalmente, en la FIGURA 5, se presenta el gráfico de dispersión entre el valor estimado y el valor observado, así como su correspondiente ajuste a los datos y el menor RECM se obtuvo con el método de Linvill.

TABLA 3. Cálculo de errores. Fuente: elaboración propia

Método	Raíz del error cuadrado medio (RECM)	Coeficiente de correlación de Pearson (r^2)
Parton y Logan	2,8	0,79
Linvill	2,30	0,90
CIBSE	2,66	0,87

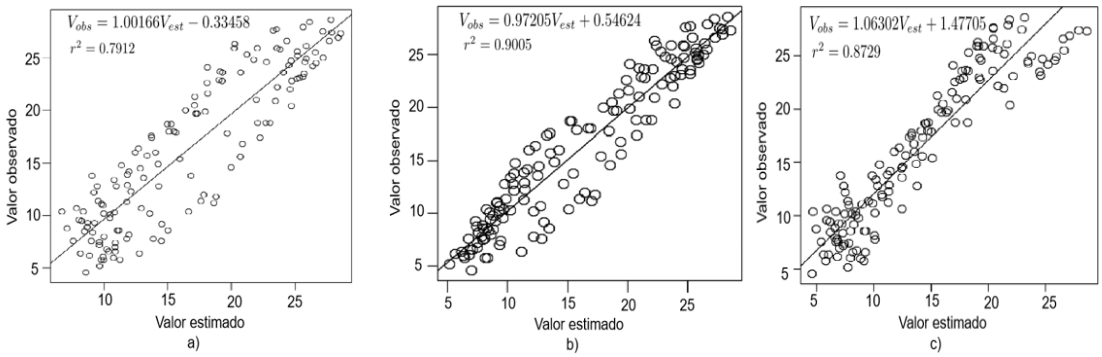


FIGURA 5. Gráfico de valores estimados *vs* valores observados: a) Método Parton y Logan; b) Método Linvill; c) Método CIBSE. Fuente: elaboración propia

3.2 Estimación de horas-frío por periodo y comparación de metodologías

Para el área de estudio y periodo analizado, los tres modelos analizados coinciden con una disminución en las hf acumuladas, con una estimación que oscila entre las 330 horas-frío estimadas por Parto y Logan, y 807 horas-frío estimadas por el método CIBSE (TABLA 4 y FIGURA 6).

TABLA 4. Horas-frío estimadas. Fuente: elaboración propia

Año	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE	Año	Método Parton y Logan	Método Linvill	Método CIBSE
2012	892	1109	1305	2018	287	497	653
2013	376	607	808	2019	154	365	575
2014	248	437	625	2020	226	419	599
2015	325	484	620	2021	331	598	806
2016	308	551	737				
2017	485	798	949				

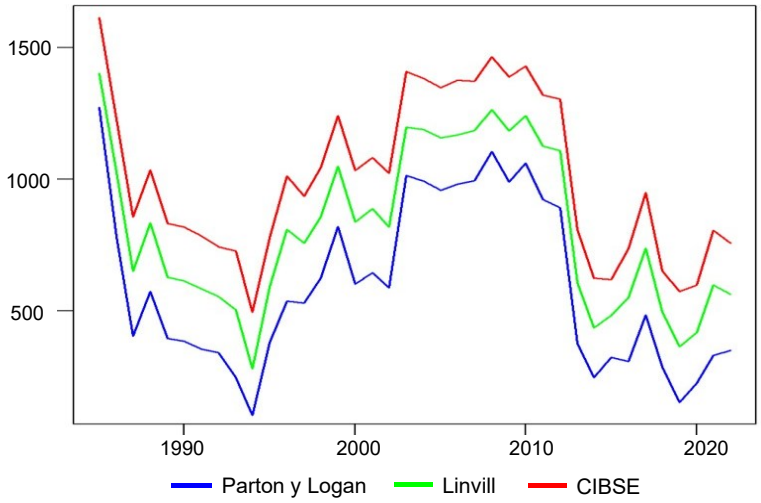


FIGURA 6. Estimación de horas-frío acumuladas por periodo más frío del año. Fuente: elaboración propia

4. Discusión

Los análisis realizados en este estudio indican aumento de la temperatura mínima, y esto tendrá como consecuencia periodos invernales más cálidos y disminución de frío natural acumulado por los frutales, esto coincide con lo reportado por Medina-García *et al.* (2019); Noorazar *et al.* (2020) y Rodríguez *et al.* (2019), quienes estiman un decremento de las hf en los meses de interés, para México, Estados Unidos y España.

Ante la evidencia de un decremento en las hf, tanto por variabilidad natural como por el cambio climático, aquellas variedades de frutales cuyos requerimientos estén por arriba de las 400 hf pueden tener una producción limitada o de mala calidad, lo que representará un problema económico para los productores, ante esto, es importante que los productores consideren introducir variedades de frutales que requieran menos horas-frío. Tharaga *et al.* (2021), enfatiza en el costo sustancial y devastador para los productores de manzana en Ceres Sudáfrica derivado del cambio climático. Los impactos que se tendrán en la producción propiciarán la toma de decisión entre el abandono de la producción o la adaptación a las alteraciones climáticas. Las actividades humanas y, en particular, la producción frutal de zonas templadas será un desafío poniendo en peligro del bienestar humano y la seguridad alimentaria (Salama *et al.*, 2021; Roussos, 2024).

En el ajuste de los modelos se obtuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0.79, para el modelo de Parton y Logan y de 0.90 para el modelo de Linvill y de 0.89 para el método de CIBSE, aun cuando las mayores diferencias entre el valor observado y el valor estimado, se presenta para las horas desde que se oculta el sol hasta el amanecer, en todos los modelos, esto coindice con lo señalado por Akinnubi y Adenivi (2017) quienes encontraron que la estimación de temperaturas horarias con el modelo de Parton y Logan tienen una desviación alta por las mañanas y las últimas horas de la noche.

5. Conclusión

La acumulación de frío, necesaria para la producción frutal en la zona de estudio, presenta tendencia a una disminución, lo que hasta el momento no representa un peligro para la producción de durazno, debido a que las variedades que se están cultivando en el municipio de Atltzayanca están entre las 280 y 350 hf.

Finalmente, el 50% de la superficie del estado corresponde a la agricultura de temporal, por lo que es importante analizar el comportamiento de las hf por municipio para evaluar la posibilidad de implementar frutales en los metepantles de las zonas agrícolas, como estrategia de garantizar la seguridad alimentaria y de mejora de la economía para los productores agrícolas del estado.

6. Referencias citadas

ALAMINEH, F. Z.; MEKONNEN, W. T.; TEREFE, Z. T. & M. NIGUSSIE. 2012. "Harmonic analysis of precipitation time series in Lake Tana Basin, Ethiopia". *Advances in Meteorology*, 1-9. Disponible en: https://doi.org/10.1155/2018/1598195

AKINNUBI, R.T. & M. O. ADENIYI. 2017. "Modeling of diurnal pattern of air temperature in a tropical environment: Ile-Ife and Ibadan, Nigeria. Model". *Earth Syst. Environ*, 3: 1.421-1.439.

CERVANTES HERRERA, J.; LEDESMA MARES, J. C. y C .GALLEGOS V. 2005. "Estimación de horas frío con datos altimétricos, para la región Sur de Zacatecas". *Revista de Geografía Agrícola,* (34): 23-36. Disponible: https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75703403

CHOW, D. H. C & G. LEVERMORE J. 2007. "New algorithm for generating hourly temperature values using daily maximum, minimum and average values from climate models". *Building Serv. Eng. Res. Technol*, 28(3): 237-248.

CROSSA-RAYNAUD, P. 1956. "Effets des hivers doux sur le comportement des arbres fruitiers à feuilles caduques". *Ann. Serv. Bot. Agron,* 29: 1-22.

DA MOTA, F. S. 1957. "Os invernos de Pelotas, Bs, em relação as exigências das al)'o-es frutileras de folhas caducas". *Bol. Tec,* 18.

EPHRATH, J. E.; GOURDRIAN, J. & A. MARANI. 1996. "Modelling diurnal patterns of air temperature, radiation, wind speed and relative humidity by equations from daily characteristics". *Agricultural systems*, 51(4): 377-393.

FADÓN, E.;HERRERA, S.; GUERRERO, I. B.; GUERRA, M. E. & J. RODRIGO. 2020. "Chilling and heat requirements of temperate stone fruit trees (Prunus sp.)". *Agronomy*, 10(3): 409. Disponible en: https://doi.org/10.3390/agronomy10030409

ISIKUE, B. C.; AGADA, P.O.; UTA, E. U. & F. N. OKEKE. 2011. "Application of harmonic analysis in the preliminary prediction of air temperature over Lagos and Abuja, Nigeria". *International Journal of Environment and Climate Change,* 1(3): 53-65. Disponible en: https://doi.org/10.9734/BJECC/2011/353

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE [IPCC]. 2019. Global warming of 1.5^{o}*C*. An *IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5^{o}C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and e orts to eradicate poverty*. pp 4. Disponible en: https://www.ipcc.ch/sr15/

LINVILL, E. D. 1990. "Calculating chilling hours and chill units from daily maximum and minimum temperature observations". *Hortscience*, 25(1): 14-16.

MEDINA-GARCÍA, G.; GRAJEDA-GRAJEDA, J.; RUIZ-CORRAL, J. A.; CASA-FLORES, J. I.; RODRÍGUEZ-MORENO, V. M. y C. MORA-OROZCO. 2019. "Disminución de las horas frío como efecto del cambio climático en México". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 10(6): 1.325-1.337. Disponible en: https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1688/2535

MENDOZA, G. E. 2020. "Cuantificación y acumulación de horas-frío y días-grado en el valle alto de Cochabmaba". *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales,* 17(2): 144-150.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION (NOAA). 2024. *National Weather Service*. Climate Prediction Center. Disponible en: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_ onitoring/ensostuff/ONI_v5.php

NOORAZAR, H.; KALCSITS, L.; JONES P., V.; JONES M. S. & K. RAJAGOPALAN. 2020. "The risk for insufficient chill accumulation: a climate change perspective for apple and cherry production in the United States". *BioRxiv*. Disponible en: https://doi.org/10.1101/2020.08. 26.268979

PANOFSKY, H. A. & G.W. BRIER. 1968. *Some applications of statistics to meteorology*. Penn. State University, College of Earth and Mineral Sciences, University Park. USA.

PARTON, W. J. & J.A. LOGAN. 1981. "A model for diurnal variation in soil and air temperature". *Agricultural Meteorology*, 23: 205-216.

PÉREZ, R. G. 2024. "Trend of cold hours in the northwest of the State of Mexico". *Revista de Geografía Agrícola*, 73: 1-16. Disponible en: https.//doi.org/10.5154/r.rga.2022.73.13

RODRÍGUEZ, A.; PÉREZ-LÓPEZ, D.; SÁNCHEZ, E.; CENTENO, A.; GÓMARA, I.; DOSIO, A. & M. RUIZ-RAMOS. 2019. "Chilling accumulation in fruit trees in Spain under climate change". *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 19. Disponible en: https://doi.org/10.5194/nhess-19-1087-2019

ROUSSOS, P. A. 2024. "Climate change challenges in temperate and sub-tropical fruit tree cultivation". *Encyclopedia,* 4: 558-582. Disponible en: https://doi.org/10.3390/encyclopedia4010036

SAITO, H. & J. SIMUNEK. 2009. "Effects of meteorological models on the solution of the surface energy balance and soil temperature variations in bare soils". *Journal of Hidrology*, 373: 545-561.

SALAMA, A. M.; EZZAT, A.; EL-RAMADY, H.; ALAM-ELDEIN, S. M.; OKBA, S.; ELMENOFY, H. M; … & I. J. HOLB. 2021. "Temperate fruit trees under climate change: Challenges for dormancy and chilling requirements in warm winter regions". *Horticulturae*, 7: 86.Disponible en: https://doi.org/10.3390/horticulturae7040086

THARAGA, P. C.; STEYN, A. S. & G. M. COETZER. 2021. "Climate change impacts on temperature and chill unit trends for Apple (Malus domestica)". *Atmosphere*, 12(6): 740. Disponible en: https://doi.org/10.3390/atmos12060740

THARAGA, P. C.; STEYN, A. S. & G. M. COETZER. 2016. Impacts of climate change on accumulated chill units at selected fruit production sites in South Africa. *ISHS Acta Horticulturae*, *1130, Congreso Internacional de Horticultura*. Disponible en: https://doi.org//10.17660/ActaHortic.2016.1130.9

WEINBERGER, J. H. 1950. "Chilling requirements if peach varieties". *Amer. Soc. For. Hort. Sci. Proc*., 56: 122-127.

YANG, Q.; GAO, Y.; WU, X.; MORIGUCHI, T.; BAI, S. & W. TENG. 2021 . "Bud endodormancy in deciduous fruit trees: advances and prospects". *Horticulture Research*, 8: 1-39. Disponible en: https://doi.org/10.1038/s41438-021-00575-2

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Tlaxco, Tlaxcala, México; octubre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: abril, 2026
pp. 414-439 /

Caminar: más que un modo de transporte. Una revisión sistemática en entornos con variabilidad espacial

Caminhar: mais do que um meio de transporte. Uma revisão sistemática em ambientes urbanos com variabilidade espacial

Walking: more than just a mode of transportation. A systematic review in urban settings with spatial variability

Andrés Felipe Bautista Vargas[1], Ana Marcela Ardila Pinto[2] e Israel Cabeza-Morales[1]

[1] Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja, Depto de Boyacá, Colombia
[2] Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil

bautistaandresfelipe@gmail.com; marardila@gmail.com; marardila@ufmg.br; israelcabeza@gmail.com

Bautista: https://orcid.org/0000-0001-7781-2072
Pinto: https://orcid.org/0000-0003-2066-0738
Flores: https://orcid.org/0000-0001-7482-9872
Cabeza-Morales: https://orcid.org/0000-0002-0872-990X

Resumen

Caminar es una de las acciones naturales de la condición humana; este movimiento es un hecho ineludible y fundamental de la vida; sin embargo, caminar en entornos urbanos con variabilidad topográfica o con influencia de pendiente no necesariamente ocupa un lugar destacado en investigaciones del transporte y la movilidad urbana. La investigación hace una revisión sistemática de la literatura especializada en la base de datos Scopus y *Science Direct*, sobre la relación de caminar y las asociaciones conceptuales que adopta este tipo de movilidad. Los hallazgos muestran que caminar es una acción modelada por las condiciones del entorno urbano y la percepción individual, producto de las decisiones, la elección del transporte, y el atractivo para caminar. Adicionalmente, es una práctica geográficamente desigual, donde la variabilidad espacial de las áreas urbanas, estimulan patrones perceptivos, cambios de rutas, y estrategias o hábitos de quienes caminan en sus formas de movilidad o inmovilidad.

PALABRAS CLAVE: entornos urbanos; movilidad; topografía; percepción individual.

Resumo

Caminhar é uma das ações naturais da condição humana; este movimento é um facto incontornável e fundamental da vida. No entanto, caminhar em ambientes urbanos com variações topográficas ou com inclinações não ocupa necessariamente um lugar de destaque nas investigações sobre transportes e mobilidade urbana. A investigação realiza uma revisão sistemática da literatura especializada nas bases de dados Scopus e Science Direct, sobre a relação entre caminhar e as associações conceptuais que este tipo de mobilidade assume. Os resultados mostram que caminhar é uma ação moldada pelas condições do ambiente urbano e pela percepção individual, resultado das decisões, da escolha do transporte e da atratividade de caminhar. Além disso, é uma prática geograficamente desigual, em que a variabilidade espacial das áreas urbanas estimula padrões de percepção, mudanças de percursos e estratégias ou hábitos de quem caminha nas suas formas de mobilidade ou imobilidade.

PALAVRAS-CHAVE: ambientes urbanos; movilidade; topografia; percepção individual.

Abstract

Walking is one of the natural aspects of the human condition; this movement is an inescapable and fundamental part of life. However, walking in urban environments with varied topography or slopes does not necessarily feature prominently in research on transportation and urban mobility. This study conducts a systematic review of the specialized literature in the Scopus and ScienceDirect databases on the relationship between walking and the conceptual associations associated with this mode of mobility. The findings show that walking is an action shaped by urban environmental conditions and individual perception, resulting from decisions, mode of transport choice, and the appeal of walking. Additionally, it is a geographically unequal practice, where the spatial variability of urban areas stimulates perceptual patterns, route changes, and strategies or habits among walkers in their forms of mobility or immobility.

KEYWORDS: urban environments; mobility; topography; individual perception.

1. Introducción

Caminar es más que un movimiento, constituye la base inicial de otros modos de transporte, forma parte de la movilidad activa y se considera el modo más sustentable por los beneficios sociales y ambientales asociados. Se camina para el trabajo, para la escuela, como actividad física, recreativa, como práctica social, y se incorpora dentro de las cadenas intermodales de viajes, luego que se inicia y se termina caminando (Delso *et al.*, 2018). La relación entre caminar y la ciudad es múltiple y compleja (Middleton, 2022). En los estudios urbanos, caminar suele enfocarse en la calidad y diseño urbano, en las infraestructuras peatonales, en la caminabilidad y transitabilidad de los espacios públicos (Saelens, 2008).

Pese a que la literatura ofrece bastos estadios de conocimiento en el ámbito de la caminabilidad, la variabilidad topográfica o el papel del entorno urbano de colina y la experiencia del caminante, no es un objeto principal de las investigaciones (Meeder *et al*., 2017; Xiong *et al*., 2024). Se conoce que la agenda urbana 2030 tiene una apuesta por la movilidad activa, que incluye la peatonalización de las calles, el aumento de las aceras, la construcción de carriles y calles compartidas donde caminar constituye un elemento transversal para la sostenibilidad de las ciudades (Moran y Díaz, 2020). Aun así, caminar sigue siendo una práctica desatendida desde la política pública y la planificación urbana, especialmente en ciudades latinoamericanas o del Sur Global.

Para estas regiones, los modos activos, especialmente la caminata, constituye un desafió que contrasta también con las condiciones de la infraestructura, la falta de inversión y todo el entramado social que la caracteriza, particularmente, áreas urbanas de borde, periféricas o de ladera, donde la caminata se convierte en la principal alternativa de transporte para ciertos grupos socioeconómicos (Ruiz-Padillo *et al*., 2022). Mientras la evidencia muestra los beneficios de caminar en áreas funcionales, los entornos urbanos de ladera, cuestas y colinas, se descuidan, olvidando que caminar es una práctica distribuida y geográficamente desigual, con dinámicas propias de la vida urbana cotidiana e inscrita en contextos y entornos urbanos diferenciados espacialmente.

En este sentido, la caminata y la movilidad urbana si bien son reflejo del modelo de ciudad, y por supuesto, expresión de su dinámica y la configuración de los modos de transporte, el modo peatonal es todavía uno de los principales movimientos que mantiene una relación significativa con el medio urbano. Recientemente, su evaluación inclinada por los índices de caminabilidad, profundiza de manera exhaustiva en la accesibilidad, la seguridad y la combinación de usos del suelo, agrupando nuevas perspectivas de tipo funcionalista, subjetivos, estéticos, ambientales, pero siguen dejando de lado, otras escalas de análisis, geografías, subjetividades y realidades.

La topografía, por ejemplo, no es un objeto a considerar en las investigaciones. De allí que la decisión de caminar esté relacionada con factores socioculturales y características del entorno urbano local, seguido de la percepción de cada individuo (Ruiz-Padillo *et al.,* 2022). En este contexto, para Ferrer y Ruiz (2018), las calles empinadas, como la topografía de los entornos urbanos motiva modos alternativos de transporte e incide en su elección y en el atractivo para caminar. De acuerdo con Meeder *et al.* (2017), las ciudades o barrios con discontinuidades morfológicas, falta de aceras y condiciones de inseguridad, sumados a una topografía irregular, tienden a desalentar los desplazamientos a pie y a disminuir el flujo peatonal. Así mismo, los hallazgos muestran que la relación morfológica de la ciudad y el caminar, está relacionado más con la estructura urbana y funcional (vías, infraestructuras, manzanas, diseño urbano, espacios públicos) y en menor medida en sus atributos físico-espaciales y efectos de barrera (montañas, ríos, infraestructura, topografía), (Massin *et al*., 2022).

Otro aspecto notable en las discusiones, es que las investigaciones se centran en grandes ciudades caso Santiago, Bogotá, Curitiba, São

Paulo, Lisboa, Vancouver, San Francisco, Melbourne, entre otras, y en menor medida en ciudades medias e intermedias y latinoamericanas (Hayauchi *et al*., 2023). Llama la atención que los entornos peatonales se promueven como espacios cruciales para la movilidad activa y, en consecuencia, se apremian generalmente espacios funcionales o centralidades urbanas para su desarrollo y análisis. Para este documento es importante llamar sobre los aspectos físico-naturales como la topografía y su incidencia en las opciones para caminar, así como la exigua bibliografía sobre ciudades medias e intermedias en este campo de conocimiento.

Para ello, el artículo realizó una revisión sistemática y exploratoria a través de la consulta a bases de datos Scopus y *ScienceDirect* para el periodo 2018 y 2024, utilizando como criterios de búsqueda la relación caminar-topografía. En la primera parte, se exponen líneas teóricas que fundamentan la línea base de la consulta, seguido, se precisan los materiales y métodos utilizados para el ejercicio de revisión. Tercero. Se describen los resultados considerando las principales tipologías temáticas, asociaciones conceptuales, opciones metodológicas. Finalmente, la discusión en aras de enriquecer las perspectivas de análisis sobre los estudios de caminar.

2. Materiales y métodos

El creciente interés en la movilidad sostenible por los estudios del transporte y la planificación urbana, ha puesto a los modos de transporte activos en la agenda pública. Promover su desarrollo e implementar políticas como alternativas a este tipo de movilidad no ha sido un asunto de fácil transición. Se conoce que los modos activos gozan de un reconocimiento global en sus beneficios. Al tiempo, sus implicaciones prácticas tienen efectos profundos en las dinámicas políticas de las ciudades, como en las formas que se experimenta en las calles este tipo de movilidad.

Aunque caminar es un modo de transporte ampliamente reconocido desde distintos campos disciplinares, la literatura sobre su relación directa con áreas de variabilidad topográfica no necesariamente ocupa un lugar destacado en las publicaciones. De hecho, esta revisión adopta un enfoque de tipo exploratorio inicial con el objeto de comprender las interrelaciones conceptuales, campos temáticos, factores incidentales, y metodologías utilizadas, como quiere que proporciona un panorama de sus limitaciones, alcances y perspectivas de análisis.

Para Karolemeas *et al*. (2023), las revisiones sistemáticas son cada vez más importantes por disponer de fuentes actualizadas y responder a vacíos de conocimiento con el fin de mejorar sus contextos de aplicación y los resultados de futuras investigaciones. Adoptar este enfoque favorece no solo la fiabilidad del tema de estudio, sino los resultados en tanto que obedece a un proceso sistemático y explícito de análisis documental (Sánchez-Serrano *et al*., 2022).

Para ello se formularon 3 preguntas, que ofrecen un marco asociativo a las líneas temáticas y conceptuales más cercanas sobre caminar en áreas de pendiente de terreno o variabilidad topográfica, luego que la caminabilidad y la misma planificación urbana no difiere este factor como un asunto de interés más allá del reconocimiento general a la relación de la caminabilidad y la movilidad (Shields *et al*., 2023). La primera ¿Cuáles son las concepciones y asociaciones de caminar como objeto de estudio? La segunda, ¿Es la topografía o la pendiente, un factor incidental en el comportamiento, elecciones y prácticas de caminar como modo de transporte? Y tercera, ¿De qué forma el entorno urbano con variabilidad espacial incide en las prácticas de quienes caminan como modo de transporte?

Una vez planteadas las preguntas, el objetivo de la consulta se centró en la exploración de las dos principales bases de datos *Science Direct* y Scopus por ofrecer la colección de literatura más especializada en diferentes idiomas del objeto de estudio. Este proceso se estructuró en tres fases. La primera, una búsqueda booleana mediante los descriptores 'caminar AND topografía', delimitando el horizonte temporal y eliminando registros duplicados. Esta fase exploratoria arrojó un total de 303 documentos, de los cuales 114

fueron filtradas por campo temático en Ciencias Sociales, limitado a Articulo-Transporte Urbano-Modo de transporte y revistas de transporte. Finalmente, tras un análisis por resúmenes, se excluyeron 48 artículos por advertir enfoques y tratamientos de la bioingeniería, la biomecánica y la medicina. Cabe anotar que, aunque se consultaron motores de búsqueda en español como *Google Scholar*, Latindex, SciELO y Dialnet, la densidad temática hallada no resultó significativa en comparación con las bases de datos principales.

De esta primera exploración, se pudo establecer que caminar versus topografía es un campo de referencia semiológica y temáticamente diverso, luego que la asociación de resultados es superior en áreas relacionadas al transporte y en menor proporción en otras áreas del conocimiento. Así mismo, la topografía no es un factor explícito de los estudios de caminabilidad, sí del transporte en cuanto a su relación con la accesibilidad, la distancia y áreas funcionales.

De otra parte, caminar ofrece un amplio espectro interdisciplinario, lo cual opera temáticamente de forma distinta en las consultas, y en ese caso, si es para el transporte o caminar en entornos urbanos, los insumos connotan adjetivos sobre sus impactos, características, áreas y grupos de interés. De aquí que, la caminata como evento propiamente dicho, sea un campo de amplia divulgación, en particular suscrito a la movilidad urbana y la sostenibilidad ambiental como cuerpos conceptuales y metodológicos más amplios, y en el que la experiencia, la percepción y los significados, no son ampliamente indagados.

La segunda etapa consistió en la selección de criterios de inclusión y exclusión proporcionados por la guía metodológica PRISMA-2020, expuestos en la FIGURA 1.

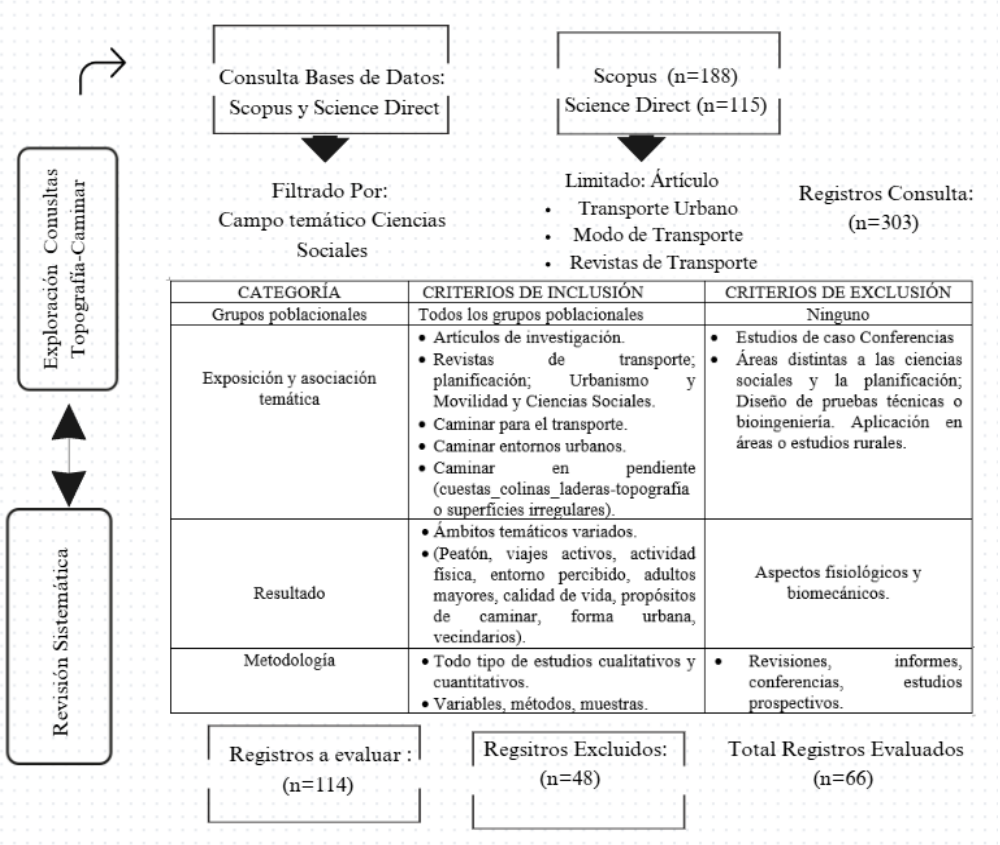


FIGURA 1. Criterios de inclusión y exclusión de las consultas. Fuente: elaboración a partir de Prisma-2020

Tercera etapa, a través del gestor bibliográfico Mendeley, se organizó la bibliografía en cuanto a tipo de fuente, año, titulo, autores, y se estandarizó en formato tipo Excel por tema, resumen, idioma, palabras claves, país, ciudad, metodología y resultados. Así mismo, la sistematización de atributos específicos permitió precisar cada resumen en razón de la cercanía o asociación del objeto de la revisión, en tanto la relación de preguntas, campos y los parámetros de las consultas, llegando a 66 documentos que contienen en su análisis al menos una relación con la topografía. Por otro lado, los artículos incluidos, dada su naturaleza temática y disciplinar, fueron tomados para facilitar la recopilación de datos y establecer comparativamente escalas de trabajo, áreas de estudio, países y métodos aplicados.

De este proceso, se pudo advertir que tanto el área temática, como el tipo de fuente (revistas especializadas), son claves en la robustez de los resultados porque representan características y fines significativamente diferentes que pueden incidir en la apuesta teórica. Así mismo, de los 66 documentos finalmente examinados, se evidencian ambigüedades terminológicas entre pendiente, topografía o áreas de pendiente, heterogeneidad espacial, variabilidad espacial, cuyas características semánticas si bien distintas, para los propósitos de la investigación fueron subsanadas a partir de los objetivos de los documentos y su aproximación al objeto de estudio.

3. Resultados

A medida que los flujos y la intensificación de los ritmos y velocidades de los intercambios se ratifican, caminar es un movimiento lento e indiscutiblemente vital en la funcionalidad de la vida urbana. Aunque caminar ocupa cada vez más un lugar destacado en la literatura especializada, su atención como modo de transporte y práctica social agrupa varios frentes de trabajo y se puede pensar que más allá de una actividad común, explica parte de la producción urbana, de su vitalidad, siendo incidental a otras actividades y modos de transporte (Zunino, 2019).

Si bien caminar en áreas de pendiente o cuestas y colinas, no suele ser un objeto central de las discusiones del transporte o de la movilidad, este movimiento engloba singularidades propias y a menudo nociones abstractas de sus lugares y relaciones materiales. Al abordar este elemento sobre otros aspectos de la caminata, la investigación reconoce que caminar no es un movimiento uniforme en las ciudades, y que la distribución espacial desigual de las pendientes y la topografía cambiante, generan comportamientos también desiguales en su práctica, decisiones y elecciones de transporte, por tanto, caminar más que un modo de transporte, es una práctica social adaptativa.

3.1 Caminar: más que un modo de transporte

Caminar reúne una suerte de diversificación de campos disciplinares, discursos normativos, campos temáticos y tratamientos conceptuales que opera en favor de un movimiento cuyas características son multidimensionales, multifacéticas y no necesariamente parametrizadas a una relación de transitabilidad o de caminabilidad. No obstante, este movimiento suele verse como un acción natural y resultado de elecciones personales, racionales e individuales. Sin embargo, buena parte de la literatura académica coincide que es un movimiento vinculado a tres factores principales: características individuales, las normas y actitudes socioculturales y los elementos del entorno urbano que, por un lado, facilitan el modo peatonal y, por otro, lo dificultan (Moura *et al*., 2017; Loukaitou-Sideris, 2020).

Se evidencia que si bien, los grupos poblacionales y sus aspectos socioculturales son en esencia variables relevantes, las características del entorno urbano, son atributos que, por su naturaleza funcional y espacial, inciden principalmente en la participación y comportamiento modal de peatones. De aquí que los 66 documentos analizados, 11 fueran publicados en *Journal of Transport Geography*, 8 en *Sustainability*, 6 *Transport Policy* y 5 en *Journal Cities*. Es decir, el 50% de los documentos están contenidos en áreas de la geografía del transporte, la sostenibilidad y la movilidad

urbana. El otro 50% se distribuye en áreas temáticas de la planificación urbana y medio ambiente, salud, bienestar, la actividad física, psicología.

La distribución temática mostrada en la FIGURA 2) evidencia precisamente que caminar, es un objeto de distintas naturalezas disciplinarias, y aunque su concepción como modo de transporte apalanca la mayor parte de los resultados de las consultas, los abordajes están guiados principalmente a la evaluación de las dimensiones estructurales del transporte; es decir, accesibilidad a pie, caminabilidad, transitabilidad, viajes, sostenibilidad, funcionalidades, actividad física y entorno urbano, y en ese caso, son pocos los documentos que lo distinguen como práctica social, con algún énfasis fenomenológico o pensados en áreas de pendiente o de ladera.

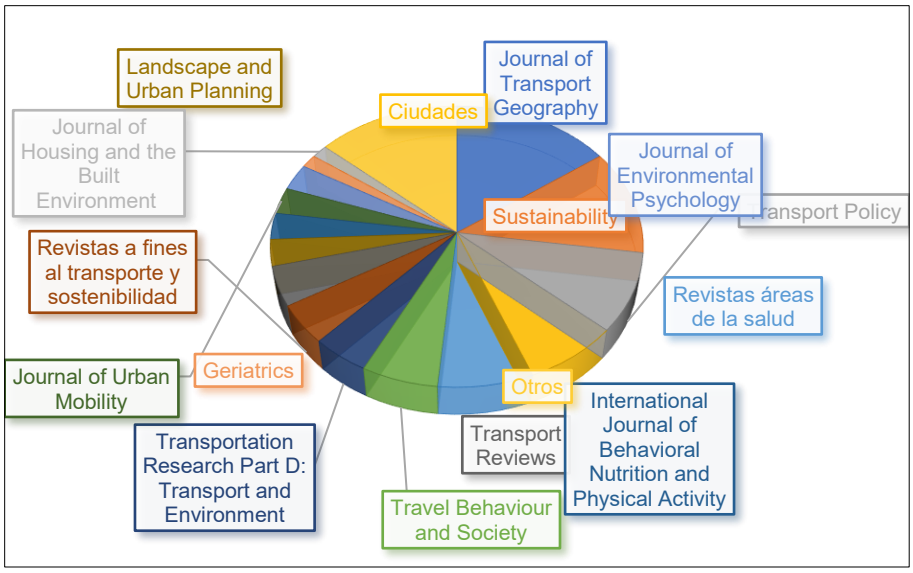


FIGURA 2. Distribución de publicaciones. Caminar y su relación con áreas de variabilidad topográfica. Fuente: elaboración propia

Para Martínez-Rodríguez (2024), caminar puede considerarse uno de los modos más sustentables en la ciudad, y como tal, es comprendida desde sus eventos (caminata), no como una práctica socialmente estructurada que trasciende a la acción peatonal y al transporte. De allí que, la distribución de publicaciones, como sus objetos de investigación muestran a un fenómeno multiparadigmático si se quiere, en tanto que no solo es parte esencial de la vida cotidiana, sino que desempeña un papel fundamental en la política pública, en el discurso normativo, en la sostenibilidad y en campos de la movilidad urbana, el urbanismo y la geografía (Anexo 1).

Otro de los aspectos notables de la revisión es que existe un conjunto temático apostado en el movimiento como transporte, y en mayor medida desprovisto de contenidos y significados sociales. Es decir, se sigue privilegiando el hecho general de moverse como un acto común, en tanto métrica o atributos al sistema de transporte, viajes activos, formas saludables, beneficios, y entornos urbanos, incluso, el peatón como un actor sobre la vía pública de una manera abstracta, cuando su presencia hace parte del paisaje urbano y de la vida urbana de la calle (Gehl, 2014). Esto quiere decir que caminar como objeto de conocimiento, trasciende no solo las fronteras disciplinares, sino la misma materialidad del movimiento, y en ese sentido, concita derroteros materiales e inmateriales

implícitos como explícitos a las movilidades actuales (Cresswell, 2006).

Desde la perspectiva de la revisión, se puede decir que caminar más que un modo de transporte, sigue abordándose en el comportamiento, en el movimiento, en la escala, incluso en el tiempo más que en el sujeto, sus subjetividades, experiencias y el espacio en sí mismo, por tanto, la riqueza bibliográfica y metodológica corresponde más a una correlación de esas condiciones de movimiento, y no de una relación más amplia de quienes caminan y sus experiencias urbanas, las características geográficas de sus caminatas (áreas de borde, periurbanas, áreas rurales, áreas de ladera o en cuestas y colinas) y sus tipos (para ir al trabajo, escuela, recreación) sus representaciones (estética, ambiental, percepciones y rutas) sus ritmos, y en qué condiciones sociales y espaciales la desarrollan.

Así las cosas, la revisión observa que la producción de literatura en este campo, si bien es amplia particularmente en países de Asia Oriental, Estados Unidos, Europa. A nivel latinoamericano las contribuciones son menores, y es en países como Chile, Brasil y Colombia, donde caminar y la caminabilidad han tenido preocupaciones conjuntas (Gutiérrez-López *et al*., 2019; Arellana *et al*., 2021). Pese a ello, sigue siendo escasa la literatura aplicada en áreas de pendiente y en ciudades medias e intermedias, salvo los trabajos de Quinteros Urquieta (2018), Álvarez y Zuñiga (2020), Ruiz-Padillo *et al*. (2022). Ahora bien, este desequilibrio de literatura, puede llamar también sobre las limitaciones, alcances y perspectivas de análisis que tendría caminar como objeto de conocimiento para los países del sur global y latinoamericano.

Este panorama pone de manifiesto no solo un asunto bibliométrico de referencia, sino que caminar como modo de transporte ocupe una agenda investigativa de un carácter más relevante como movimiento y comportamiento (viajes), que como práctica social, incluso híbrido relacional, abierta, mutable, co-construida y de tiempos sociales y espaciales diferenciados (Middleton, 2010; Martínez-Rodríguez, 2024). De aquí que la revisión observe que los enfoques como modo de transporte o práctica social, sean en sí mismo, un reflejo de los resultados de las consultas bibliográficas, luego que apenas un porcentaje menor de los documentos tengan como objeto la experiencia, lo sensorial, la percepción o la materialidad e inmaterialidad de los lugares (Anexo1).

3.2 Áreas topográficas como elementos incidentales en la actividad de caminar

Aunque son conocidos los efectos del entorno urbano sobre la caminata. Las áreas o unidades topográficas no son necesariamente abordadas como elementos mayores e incidentales en las prácticas de caminar. De acuerdo con Valenzuela-Montes y Talavera-García (2015) y Gutiérrez-López *et al*. (2019), la topografía o la pendiente, si bien son elementos intrínsecos en los análisis de caminabilidad, incluso en la literatura de los análisis de transporte y movilidad, siguen siendo exiguas las investigaciones de su papel en esta práctica.

Al reconocer los entornos urbanos montañosos o áreas urbanas con topografía variable, la revisión tiene como objetivo abordar elementos o dimensiones valiosas de la variación espacial local y su incidencia en el caminar urbano. De acuerdo con los hallazgos, se pueden clasificar varios efectos y asociaciones de la pendiente: 1) Accesibilidad percibida, distancia y tiempo de viaje. 2) Elección del modo de transporte, barreras y estrategias adaptativas de caminata.

3.2.1 Accesibilidad percibida, distancias y tiempos de viaje

Un común denominador de los artículos revisados es que no hay un consenso generalizado sobre el impacto de la topografía en la actividad de caminar. Si bien la heterogeneidad espacial es un aspecto decisorio en muchas ciudades o distritos para la planificación de los sistemas de transporte, los hallazgos revelan que dichas características no siempre son entendidas como factores incidentales para caminar. De hecho, Hayauchi *et al*. (2023), encontraron que considerar la topografía, no solo tiene beneficios para la

implementación de nuevos servicios de transporte, sino que luego de un balance de la literatura de áreas urbanas de montaña, la topografía más que una barrera, puede concebirse también como un incentivo para los ciudadanos residentes.

En este mismo estudio, si bien la accesibilidad se correlacionó positivamente con la implementación de los nuevos servicios, para los autores la variabilidad topográfica acrecienta la proporción modal de viajes, la elección del modo de transporte y, en consecuencia, la carga física de caminar. Del mismo modo, Shi *et al*. (2025), analizaron la variación espacial en un grupo de adultos mayores, encontrando que las características topográficas, como la localización de algunas áreas urbanas, demuestran mayor sensibilidad para unos grupos poblacionales, incidiendo en sus prácticas habituales como en las distancias que recorren y los tiempos de viaje.

De aquí que la topografía o la pendiente sea considerada como uno de esos efectos de barrera, y que el acceso a actividades, instalaciones y ubicaciones se perciba como una limitación. No obstante, en la revisión hecha por Jamei *et al*. (2022) se demostró que la accesibilidad convencional asumida en indicadores espaciales de tiempo y distancia pasa por alto las experiencias y preferencias reales de las personas o peatones, y pese a que las medidas de accesibilidad real e ideal sigan desempeñando un papel crucial en el diseño o intervención de infraestructuras o sistemas de transporte, es necesario considerar la capacidad real y potencial de sus comportamientos, características demográficas y sus dinámicas socio-culturales (Lättman *et al*. 2018). En ese contexto, Seriani *et al*. (2025) comprobaron que en Valparaíso, Chile, la accesibilidad impacta considerablemente a los peatones en su rol como residentes y usuarios del transporte público, en tanto que juega un papel preponderante en la experiencia del usuario, como en la misma decisión de usar el servicio. Si bien la accesibilidad aquí es analizada desde los aspectos normativos o las barreras físicas, concluye que el efecto barrera desalienta la caminata como principal modo de transporte. Otros estudios revelan, así mismo, que la experiencia de viaje, tiene una relación directa con la distancia, el tiempo del viaje, pero particularmente con factores asociados al tráfico, a las instalaciones y la percepción de seguridad (Liu *et al*., 2023).

Esto quiere decir que la presencia de pendientes, cuestas o colinas, si bien está asociada con el aumento de los tiempos de la caminata, la proporción modal de peatones, la accesibilidad-barreras y su disuasión, la experiencia y la misma intermodalidad pueden variar dicha percepción, si las formas de movilidad son más seguras y eficaces. En un estudio de Coímbra en Portugal, Pais *et al*. (2025), aseguran que el impacto de la topografía puede estudiarse a través del tiempo adicional que las pendientes tienen en la velocidad de la caminata y su influencia en el gasto energético metabólico.

En este caso, Combs *et al*. (2016) encontraron diferencias individuales a partir de la percepción de necesidades de viaje según grupos etarios, ingresos y oportunidades, para describir no solo las desventajas del transporte, sino aquellas prácticas asociadas a barreras o limites en el acceso a su participación diaria y cotidiana. Pese a que algunas de estas asociaciones están bien documentadas por Sun *et al.* (2015) y Xiong *et al*. (2024), aún falta comprensión en la relación de la práctica de caminar como modo de transporte, y las necesidades de viaje, especialmente en áreas rurales, áreas urbanas de montaña, donde las estrategias adoptadas por los residentes superan las barreras físicas y las barreras del transporte.

3.2.2. Elección del modo de transporte y barreras físicas

Dada la importancia de caminar como modo de transporte, comprender los motivos de la decisión de la elección del modo ha ganado relevancia en los estudios de planificación urbana y el transporte. En una investigación adelantada en viajes escolares, Hatamzadeh (2020) pudo determinar que la distancia afecta negativamente la probabilidad de caminar, y que el uso del suelo mixto, la densidad de población, y el número de intersecciones (conectividad calles), contribuye en gran medida a la elección de modos activos.

Por otra parte, en la bahía de San Francisco, Cervero y Duncan (2003) comprobaron que la elección del modo de transporte, como la decisión de caminar está fuertemente interrelacionados por factores como la distancia, las calles pronunciadas, el anochecer y la seguridad del entorno urbano. En una escala de mejor-peor, usada para identificar barreras en Porto Alegre-Brasil, se pudo concluir que la topografía y la conectividad, son dos de los elementos más críticos como barreras para caminar (Larranaga *et al*., 2019). Por otra parte, Meeder *et al.* (2017) encontraron que la influencia significativa entre la topografía y el atractivo para caminar, este guiado principalmente por la localización de la pendiente, la percepción del peatón y la misma accesibilidad ofertada.

En esa línea, Ruiz-Padillo *et al*. (2022) demostraron que los peatones les asignan una importancia diferente a las barreras para caminar, entre ellas la pendiente y, en ese sentido, el comportamiento del viaje y la decisión de caminar estén fuertemente influidas por el tamaño de la ciudad. De allí que, las ciudades de tamaño medio o pequeño sean pensadas como un escenario propicio para la promoción de la caminata, aun cuando la evidencia muestra una tendencia contraria (Martínez-Rodríguez, 2024).

De aquí que buena parte de los documentos respaldan la influencia global del entorno urbano sobre la caminata. Hecho que, para algunos autores (Cheng *et al*., 2021; Shi *et al*., 2025), consideren que la presencia de algunas unidades topográficas como la cuestas o las colinas, tengan una influencia positiva o negativa sobre aspectos como la distancia, el atractivo o la misma decisión de caminar; sin embargo, dicha afirmación no está claramente aceptada, luego que la distribución espacial desigual de las pendientes y la topografía cambiante, pueden estimular patrones perceptivos, cambios de rutas, y estrategias o hábitos de los residentes o locales en sus formas de movilidad (Quinteros y Urquieta, 2018).

La TABLA 1 muestra justamente hallazgos más recientes sobre estas relaciones. Por un lado, el predominio de modelos estadísticos considerando la variabilidad y comportamiento de la caminata, en el que la elección del modo de transporte, el tiempo recorrido, las distancias, la presencia y la proporción modal de peatones son significativamente evaluados. Por otra parte, variables como la experiencia, la percepción, el atractivo y los hábitos de la caminata, muestran un fenómeno que es moldeado por los cambios espaciales de una movilidad que es contestada y resignificada por los grupos sociales, y especialmente, por el efecto del contexto urbano de cada unidad de estudio.

TABLA 1. Métodos y variables utilizadas en los análisis de la influencia de la topografía en la actividad de caminar. Fuente. elaboración propia

N	AUTORES	MÉTODOS	VARIABLES DE COMPORTAMIENTO	VARIABLES ENTORNO FÍSICO	VARIABLES DE PERCEPCIÓN	CIUDAD
1	Pais *et al.*, (2025)	Modelos de tiempo-Buffer circulares	Tiempo de la caminata	Coste energético	Esfuerzo Físico	Coímbra (Portugal)
2	Shi *et al.*, (2025)	Regresión ponderada geográficamente	Experiencia de la caminata	Hábitos de la caminata	Localización de origen	Guiyang (China)
3	Horak *et al.*, (2025)	Análisis de accesibilidad (radios 400,800,1200 mts)	Efecto barrero	Distancia a pie	Elección de rutas	Hradec Králové y Ostrava República Checa
3	Liu *et al.*, (2024)	Regresión Logística semipara-métrico	Elección del modo de transporte	Sensibilidad a características topográficas	Disparidad de los viajes activos	Guiyang (China)

Continuación tabla 1

		geográfica-mente				
4	Xiong *et al.*, (2024)	Modelo de regresión mixtos	Distancia recorrida	La densidad de población, densidad de lugares Estaciones de Transporte	Efectos positivos y negativos	Guiyang (China)
5	Hayauchi *et al.*, (2023)	Modelo Logit Multinomial (accesibilidad)	Elección del transporte	Viajes a pie	Servicios de transporte	Yokohama, Japón
6	Elzeni *et al.*, (2022)	Análisis de red de calles. Morfología	Comportamiento de los peatones	Necesidades de los peatones	Pirámide de Maslow	Revisión
7	Massin *et al.*, (2022)	Análisis espacial y recorridos en Google Maps	Intensidad y cambio en los desplazamientos	Macrobarreras urbanas	Actividades cotidianas	Buenos Aires (Argentina)
8	Ruiz-Padillo *et al.*, (2022)	Modelos de elección discreta	Comportamiento de viaje	Barreras, aceras, conectividad de calles	Condiciones de seguridad	Cachoeira do Sul (Brasil)
9	Cheng *et al.*, (2021)	Encuestas-Encluster espaciales	Comportamiento de viaje Intervenciones Políticas	Tiempo Uso del suelo	Contexto Urbano y especificidades de los lugares	Nanjing, (China)
10	Álvarez y Zúñiga, (2020)	Análisis de red de calles	Patrones de movilidad	Barreras materiales o artificiales - Tiempo y distancia	Barreras Intangibles (seguridad vial y delictiva)	Santiago de Chile
11	Larranaga *et al.*, (2019)	Escala Mejor-Peor	Barreras del entorno construido	Efecto Barreras	Evaluación de las características positivas y negativas de las barreras	Porto Alegre (Brasil)
12	Quinteros Urquieta, (2018)	Análisis histórico y enfoque etnográfico	Desigualdades en las experiencias por género, edad, situación económica	Estrategias y prácticas de movilidad	Prácticas cotidianas por género y edad y modos de viaje	Valparaíso (Chile9
13	Meeder *et al.*, (2017)	Conteos peatonales	Proporción modal de peatones	Participación modal peatoal	Atractivo peatonal	Zurich (Suiza)
14	Sun *et al.*, (2015)	Cálculo medidas de accesibilidad Diarios de caminata Encuesta	Comportamiento caminar	Hábitos de la caminata Distancias	Percepción de peatones	Hong Kong

Así las cosas, los hallazgos muestran que las características topográficas no son un aspecto completamente decisorio en las caminatas, más cuando caminar en áreas de heterogeneidad espacial o cuestas y colinas, configura recomposiciones de tiempos sociales, lugares y flujos diferenciados que definen no solo la vitalidad urbana de calles y vecindarios, sino que reflejan prácticas diarias y cotidianas cambiantes asociadas a las movilidades o inmovilidades de sus habitantes (Lulle y Di Virgilio, 2021).

Esto quiere decir que caminar como modo de transporte, es un acto que concita no solo una serie de significados propios del movimiento,

sino guarda una amplia variedad de contenidos cotidianos que subyacen a sus prácticas sociales, políticas y culturales. De allí que Quinteros y Urquieta (2018) evidenciarán, en un estudio en cerros de Valparaíso (Chile), que cada espacio urbano de la ciudad, construye una identidad propia, una historia de vida rodeada y resignificada por las relaciones de producción urbana, de su hábitat, pero también de las estrategias adaptativas a sus formas de movilidad cotidiana.

4. Discusión

Caminar emerge como un campo multiparadigmático que cobra cada vez más relevancia en los estudios urbanos y en la planificación del transporte. Si bien es un modo enmarcado en la actual agenda urbana, igualmente, responde a un entramado conceptual y epistemológico más amplio de las movilidades. En este punto, caminar más que un modo de transporte, también es un movimiento que circunscribe prácticas sociales y temporales con sentido, a menudo atravesadas por experiencias que organizan y dinamizan las relaciones en y con el espacio y la ciudad (Zunino, 2019; Lulle y Di Virgilio, 2021).

En este contexto, pareciera que no hay distinción entre la relación directa como modo de transporte y práctica social, luego que autores como Loukaitou-Sideris (2020), sostienen que siguen siendo el medio más común para acceder a bienes y servicios, al tiempo, una actividad física natural. Este hecho, le permite a literatura establecer beneficios sobre la salud y el medio ambiente, sin que ello signifique un claro discernimiento de qué grupos caminan por salud, y cuáles como única opción de transporte. De allí que, su objeto sea multifacético e interdisciplinar, y devele aspectos no solo de la vida cotidiana, sino prevalezca dentro de las cadenas intermodales de viajes, al participar de forma relevante en otros modos de transporte (Delcòs-Alió *et al*, 2022).

¿De qué forma entonces, establecer líneas más finas sobre su campo de conocimiento? ¿Cómo cambia su agenda investigativa, según el contexto urbano y los tipos de caminata? Para Giucci (2018), es una forma de movilidad inscrita en la cotidianidad habitual de las personas, una acción natural que implica ritmos y movimientos que circunscriben prácticas socialmente temporales, intencionadas y espacializadas de lugares y sus relaciones materiales como inmateriales que refuerzan su carácter geográfico y diverso (Cresswell, 2006).

Para Martínez-Rodríguez (2024) es una forma de movilidad sustentable que no genera externalidades negativas. Una actividad casi instintiva, multisensorial (Kärrholm *et al*., 2017). Un acto performativo y forma política de participar de la vida urbana y espacio público (Matos, 2008). Para Edensor (2010), caminar se practica y se experimenta desde diversos contextos y esta inevitablemente condicionada por múltiples formas de regulación, y pugnas sobre cómo y dónde caminar. En todo caso, una práctica cotidiana imbuida en el ámbito político como academicista, estrechamente asociada a la planificación urbana, al transporte sostenible, como a perspectivas de corte fenomenológico (Middleton, 2022).

Es decir, un movimiento que se convirtió casi en una actividad electiva, propia de la rápida urbanización y el aumento de otros modos de transporte que disuadieron al peatón de la calle, de la interacción con la ciudad, y de sus experiencias. Pese a tener una larga historia contemporánea, caminar recibe mayor atención, dada su relevancia en la promoción de la sostenibilidad urbana, como por los esfuerzos políticos dirigidos a aumentar la actividad física de las poblaciones. De allí que, conceptos como caminabilidad, recojan el interés no solo de los planificadores y otras disciplinas por las características del entorno urbano que ofrecen mejores condiciones para caminar, sino porque precisamente, ha surgido como un discurso normativo y un conjunto de índices, métricas casi de aplicación universal (Shields *et al*., 2023).

Sin embargo, como señala Martínez-Rodríguez (2024), no existe un consenso en la literatura sobre los elementos que garantizan una mayor caminabilidad. Analizar su comporta-miento como sus características, lo colige en un objeto multidimensional, como quiera que es,

simultáneamente, una práctica social y un modo de transporte compuesto por atributos temporales y múltiples patrones y eventos (Matos, 2008). Para autores como (Zunino *et al*., 2023), esta confluencia puede dirimirse precisamente de la mayor apertura conceptual del paradigma de movilidad, al considerarla como objeto y enfoque, lo que opera en una mayor aproximación más allá de la materialidad del movimiento, y lo sitúa más cerca de sus significados y perspectivas territoriales.

En este caso, caminar ofrece perspectivas distintas desde el movimiento, como de las experiencias y significados que lo caracterizan. Ahora bien, ¿Cómo cambia su agenda investigativa, según el contexto urbano y los tipos de caminata? Se conoce que caminar, a diferencia de otros modos de transporte, es una práctica cotidiana en calles, vecindarios, barrios, y puede entenderse como un evento natural, sobreestimando algunas de sus particularidades sociales, espaciales y lugares. Aunque no parece ser un modo exclusivo de áreas, regiones o grupos sociodemográficos específicos, la rápida urbanización, y las mismas desigualdades de acceso de la estructura urbana y la morfología presente, combinan la trama de un movimiento de barreras diversas y escalas individuales diferenciadas para quienes caminan como principal modo de transporte (Hernández, 2018).

De aquí que, en países Nórdicos y Norteamérica mientras se realizan 127 millones de caminatas diarias, a nivel latinoamericano y países del Sur Global, no haya cifras que establezcan los eventos totales (Elzeni *et al*., 2022). Para Tanikawa-Obregón y Gómez (2021), esto se debe a que, si bien existe un aumento importante de la política pública sobre la movilidad activa en la región, está relacionada principalmente con el diseño de ciclovías y la peatonalización de centros históricos. Esto quiere decir que caminar, como movimiento en sí mismo, no es una agenda prioritaria más allá de la infraestructura y la promoción de la caminata en principales ciudades. Para Arellana *et al*. (2020), lo anterior tiene que ver primero, con las necesidades de infraestructura en América Latina, donde históricamente se privilegió el transporte privado, y en consecuencia, parte del transporte público a través de grandes inversiones de infraestructura urbana. Y en segunda instancia, las regulaciones urbanas y orientadas al automóvil y la expansión urbana, disuadieron el modo peatonal y circunscribieron patrones de desigualdad social producto de las condiciones de áreas urbanas, suburbanas y periféricas en general, lo que desalienta los eventos de la caminata. De acuerdo con el informe del BID para el 2021, en América Latina y el Caribe los desplazamientos a pie y en bicicleta representan parte importante del total de viajes, particularmente en grupos sociales de bajos ingresos. De allí que, 38 ciudades de América Latina, al año 2020, contarán con políticas formuladas en el uso de la bicicleta y los modos activos Tanikawa-Obregón y Gómez (2021). Con todo, la infraestructura, la normatividad, la regulación y las estrategias de movilidad continúan centrando el interés de las investigaciones, dado los desafíos que configura su implementación tanto para las administraciones como para los mismos peatones.

Así las cosas, caminar es una práctica de múltiples usos, y su relación con el entorno urbano construido, tiende a pasar por alto su escala individual y humana, es decir, que las evaluaciones de caminabilidad deben superar la métrica vecinal, barrial, la misma técnica o automatización de datos como una opción resolutiva e ir combinando aristas perceptivas, experienciales, de desigualdad socioespacial, y de los significados que expresan, precisamente los trayectos, sus lugares e inmaterialidades (Ángel *et al*., 2024).

Otro aspecto fundamental en el propósito de la revisión, es que las interrelaciones entre áreas con variabilidad topográfica y la actividad peatonal requieren mayor exploración, tanto para la planificación del transporte, como por el desconocimiento de datos, fuentes, metodologías, incluso prácticas de viaje frente a su percepción de barrera. Finalmente, caminar como práctica social o como modo de transporte, configura distintas naturalezas políticas que adquieren sentido según el contexto urbano, la

ciudad y los tipos de caminata (trabajo, escuela, ocio o recreativos).

5. Conclusiones

Caminar muestras geografías de distinta naturaleza social. Su objeto, si bien cada vez más relevante en la agenda pública y la sostenibilidad ambiental, es un fenómeno multidimensional como quiera que es una actividad compartida por grupos sociales, géneros y edades con un sentido vital cotidiano. Su abordaje requiere no solo de la adopción de perspectivas interdisciplinarias, sino de una mayor atención metodológica y de enfoques multiescalares que permita comprender su dinámica más allá de la misma materialidad del movimiento.

Pese a que caminar ocupa un papel fundamental en la vitalidad urbana de las ciudades, la literatura como las políticas de gestión pública territorial, continúan ofreciendo lecturas abstractas del movimiento peatonal, lo que implica el desconocimiento no solo de una amplia variedad de contenidos políticos e individuales cotidianos que subyacen a sus prácticas sociales y temporales, sino que como modo de transporte, sigue evaluándose sus dimensiones estructurales (accesibilidades, caminabilidad, transitabilidad, viajes, intermodalidades, funcionalidades, actividad física y entorno urbano), limitando la combinación de otros enfoques, como la experiencia urbana, accesibilidades percibidas, las estrategias adaptativas, y las mismas subjetividades de quienes caminan como única opción de transporte.

La revisión pudo establecer que la mayor producción de literatura se centra en estudios en grandes ciudades, y en países del Norte Global, mientras que en el caso latinoamericano, como las ciudades medias e intermedias, es menor la proporción de publicaciones. Así mismo, existe un predominio de estudios en áreas funcionales o compactas, y no tan amplio en otros espacios geográficos como son áreas suburbanas, periféricas o entornos urbanos de colina o de ladera. Lo cierto es que hay una distribución geográfica desigual de los temas y problemas que ocupan las investigaciones en este campo, y de la misma relevancia que demanda caminar para estas regiones y ciudades donde paradójicamente el peatón, y su movilidad reflejan un asunto político de poca monta.

Sobre la variabilidad topográfica y su incidencia en los eventos de caminar, se destacan discusiones inherentes sobre las brechas de desigualdad en áreas centrales y periféricas, el acceso a bienes y servicios, el acceso al transporte para poblaciones con menores ingresos, el número de intervenciones e infraestructuras, áreas destinadas para la movilidad activa, programas, planes y presupuestos, como las políticas aplicadas y las oportunidades de participación en la vida urbana. De aquí que la variable topográfica, debe leerse como una variable de mayor relevancia y de significados sociales profundos, luego que la presencia de entornos urbanos con variabilidad topográfica genera comportamientos también desiguales en sus prácticas sociales, decisiones y elecciones de transporte. Lo anterior, pone de relieve a un fenómeno, donde sus espacialidades no son uniformes, y sus acciones no necesariamente corresponden a una relación de transitabilidad. Al contrario, caminar ocupa un campo en disputa y conflicto directamente relacionado con las desigualdades espaciales, la pobreza, la urbanización y la misma estructura urbana de las ciudades y sus políticas públicas.

Pensar este tipo de movilidades desde esas otras geografías, facilita un discernimiento más amplio donde el movimiento peatonal sea considerado más que una actividad de orígenes-destinos. Establecer líneas claras sobre como los grupos poblacionales participan de la producción del tiempo y del espacio urbano y su movilidad, implica un conocimiento mayor sobre los elementos de acceso diferenciado a espacios de consumo, sus funciones sociales, pero también en la manera como se experimenta dicha práctica. De aquí que las estrategias adaptativas de caminar, los tipos de caminata o si se quiere caminar para ir al transporte, debe leerse en función de la construcción socialmente colectiva que develan las formas múltiples y hábitos de moverse en la ciudad.

6. Referencias citadas

ÁLVAREZ, E. M. B. & M. G. ZÚÑIGA. 2020. "Structural barriers to walkability and accessibility at neighborhood scale. Three case study in Santiago de Chile". *Revista 180,* 46: 118-133. Disponible en: https://doi.org/10.32995/rev180.num-46.(2020).art-789

ÁNGEL, A.; COHEN, A.; NELSON, T. & P. PLAUT. 2024. "Evaluating the relationship between walking and street characteristics based on big data and machine learning analysis". *Cities*, 151: 105111. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.cities.2024.105111

ARELLANA, J.; ÁLVAREZ, V.; OVIEDO, D. & L. A. GUZMAN. 2021. "Walk this way: Pedestrian accessibility and equity in Barranquilla and Soledad, Colombia". *Research in Transportation Economics*, 86: 101024. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.101024

ARELLANA, J.; SALTARÍN, M.; LARRAÑAGA, A. M.; ALVAREZ, V. & C. A. HENAO. 2020. "Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America". *Transport Reviews*, 40(2): 183-203. Disponible en: https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1703842

CERVERO, R. & M. DUNCAN. 2003. "Walking, bicycling, and urban landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area". *American Journal of Public Health*, 93(9): 1.478-1.483. Disponible en: https://doi.org/10.2105/AJPH.93.9.1478

CHENG, L.; SHI, K.; DE VOS, J;, CAO, M. & F. WITLOX. 2021. "Examining the spatially heterogeneous effects of the built environment on walking among older adults". *Transport Policy*, 100: 21-30. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.10.004

COMBS, T. S.; SHAY, E.; SALVESEN, D.; KOLOSNA, C. & M. MADELEY. 2016. "Understanding the multiple dimensions of transportation disadvantage: the case of rural North Carolina". *Case Studies on Transport Policy*, 4(2): 68-77. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.cstp.2016.02.004

CRESSWELL, T. 2006. *On the move. Mobility in the Mo-dern Western World*. Routledge. New York, USA. ISBN 0415952557. Disponible en: https://doi.org/10.4324/9780203446713

DELCLÒS-ALIÓ, X.; RODRÍGUEZ, D. A.; MEDINA, C.; MIRANDA, J. J.; AVILA-PALENCIA, I.; TARGA, F.; .... & D. A. QUISTBERG. 2022. "Walking for transportation in large Latin American cities: walking-only trips and total walking events and their sociodemographic correlates". *Transport Reviews*, 42(3): 296-317. Disponible en: https://doi.org/10.1080/01441647.2021.1966552

DELSO, J.; MARTÍN, B. & E. ORTEGA. 2018. "A new procedure using network analysis and kernel density estimations to evaluate the effect of urban configurations on pedestrian mobility. The case study of Vitoria–Gasteiz". *Journal of Transport Geography*. 67. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2018.02.001

EDENSOR, T. 2010. Walking in rhythms: place, regulation, style and the flow of experience. *Visual Studies*, *25*(1): 69-79. https://doi.org/10.1080/14725861003606902

ELZENI, M. M., ELMOKADEM, A. A., & BADAWY, N. M. 2022. "Impact of urban morphology on pedestrians: A review of urban approaches". *Cities*, 129: 103840. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.cities.2022.103840

FERRER, S. & T. RUIZ. 2018. "The impact of the built environment on the decision to walk for short trips: Evidence from two Spanish cities". *Transport Policy*. 67. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.04.009

GEHL, J. 2014. *Ciudades para la gente*.. Editorial Infinito. Buenos Aires, Argentina.

GIUCCI, G. 2018. "Caminar". En: D. ZUNINO SINGH; G. GIUCCI y P. JIRÓN (Eds.), *Términos clave para los estudios de movilidad en América latina*, pp. 60-72. Biblos, Editorial. Buenos Aires, Argentina.

GUTIÉRREZ-LÓPEZ, J. A.; CABALLERO-PÉREZ, Y. B. & R. A. ESCAMILLA-TRIANA. 2019. "Índice de caminabilidad para la ciudad de Bogotá". *Revista de Arquitectura*, 21(1). Disponible en: https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1884

HATAMZADEH, Y. 2020. "A walking mode choice analysis of school trips across morning and afternoon period students in Rasht, Iran: Does it matter?" *Transportation Research Procedia*, 48: 3.431-3.438. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.111

HAYAUCHI, G.; ARIYOSHI, R.; MORIKAWA, T. & F. NAKAMURA. 2023. "Assessment of the improvement of public transport in hillside cities considering the impact of topography on walking choices". *Sustainability*, 15(12): 9571. Disponible en: https://doi.org/10.3390/su15129571

HERNANDEZ, D. 2018. "Uneven mobilities, uneven opportunities: Social distribution of public transport accessibility to jobs and education in Montevideo". *Journal of Transport Geography*, 67: 119-125. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.08.017

HORAK, J.; KUKULIAC, P.; KOKTAVA, N.; ORLIKOVA, L. & P. MARESOVA. 2025. "Impact of street-level barriers on walking accessibility for persons with declining mobility: Comparison of two cities". *Cities*, 166: 106220. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.cities.2025.106220

JAMEI, E.; CHAN, M.; CHAU, H. W.; GAISIE, E. & K. LÄTTMAN. 2022. "Perceived accessibility and key influencing factors in transportation". *Sustainability*, 14(17): 10806. Disponible en: https://doi.org/10.3390/su141710806

KAROLEMEAS, C.; MITROPOULOS, L.; KOLIOU, K.; TZAMAKOS, D.; STAVROPOULOU, E.; MOSCHOU, E. & K. KEPAPTSOGLOU. 2023. "A systematic literature review on health benefits, incentives, and applications to promote walking in urban areas". *Future Transportation*, 3(4): 1.385-1.400. Disponible en: https://doi.org/10.3390/futuretransp3040076

KÄRRHOLM, M.; JOHANSSON, M.; LINDELÖW, D. & I. A. FERREIRA. 2017. "Interseriality and different sorts of walking: Suggestions for a relational approach to urban walking". *Mobilities*, 12(1): 20-35. Disponible en: https://doi.org/10.1080/17450101.2014.969596

LARRANAGA, A. M.; ARELLANA, J.; RIZZI, L. I.; STRAMBI, O. & H. B. B. CYBIS. 2019. "Using best–worst scaling to identify barriers to walkability: a study of Porto Alegre, Brazil". *Transportation*, 46(6): 2.347-2.379. Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11116-018-9944-x

LÄTTMAN, K.; OLSSON, L. E. & M. FRIMAN. 2018. "A new approach to accessibility – examining perceived accessibility in contrast to objectively measured accessibility in daily travel". *Research in Transportation Economics*, 69: 501-511. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.002

LIU, Y.; DING, X. & Y. JI. 2023. "Enhancing walking accessibility in urban transportation: A comprehensive analysis of influencing factors and mechanisms". *Information*, 14(11): 595. Disponible en: https://doi.org/10.3390/info14110595

LIU, Y.; MIN, S.; SHI, Z. & M. HE. 2024. "Exploring students' choice of active travel to school in different spatial environments: A case study in a mountain city". *Journal of Transport Geography*, 115: 103795. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103795

LOUKAITOU-SIDERIS, A. 2020. "Special issue on walking". *Transport Reviews*, 40(2): 131-134. Disponible en: https://doi.org/10.1080/01441647.2020.1712044

LULLE, T. y M. M. DI VIRGILIO. 2021. "Mirar la vida urbana desde el caleidoscopio de las movilidades". *Revista INVI*, 36(102): 1-19. Disponible en: https://doi.org/10.4067/S0718-83582021000200001

MARTÍNEZ-RODRÍGUEZ, S. 2024. "Ritmos del caminar y caminabilidad en las ciudades intermedias, Osorno, Chile". *Revista Urbano*, 27(50): 08-17. Disponible en: https://doi.org/10.22320/07183607.2024.27.50.01

MASSIN, T.; GHIO, M.; TOUZARD, C. y F. BLAS. 2022. "Detección y medición del efecto de las macrobarreras urbanas sobre la caminabilidad. Aplicación al caso de la ciudad de Buenos Aires, Argentina". *Revista de Urbanismo*, 47: 207-222. Disponible en: https://doi.org/10.5354/0717-5051.2022.61758

MATOS WUNDERLICH, F. 2008. "Walking and rhythmicity: Sensing urban space". *Journal of Urban Design*, 13(1): 125-139. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13574800701803472

MEEDER, M.; AEBI, T. & U. WEIDMANN. 2017. "The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share". *Transportation Research Procedia*, 27: 141-147. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.095

MIDDLETON, J. 2022. *The walkable city: Dimensions of walking and overlapping walks of life*. Routledge. Disponible en: https://doi.org/10.4324/9781315519210

MIDDLETON, J. 2010. "Sense and the city: Exploring the embodied geographies of urban walking. *Social & Cultural Geography,* 11(6): 575-96. Disponible en: https://doi.org/10.1080/14649365.2010.497913

MOURA, F.; CAMBRA, P. & A. B. GONÇALVES. 2017. "Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon". *Landscape and Urban Planning*, 157: 282-296. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2016.07.002

PAIS, F.; SOUSA, N.; MONTEIRO, J.; COUTINHO-RODRIGUES, J. & E. NATIVIDADE-JESUS. 2025. "Walking to public transport: Rethinking catchment areas considering topography and surrogate buffers". *ISPRS International Journal of Geo-Information,* 14(5): 205. Disponible en: https://doi.org/10.3390/ijgi14050205

QUINTEROS URQUIETA, C. 2018. "Moldeando prácticas y hábitat: estrategias de movilidad cotidiana en cerros de Valparaíso". *Universitas Humanística*, 85(85). Disponible en: https://doi.org/10.11144/Javeriana.uh85.mphe

RUIZ-PADILLO, A.; OESTREICH, L.; TORRES, T. B.; RHODEN, P. S.; LARRANAGA, A. M. & H. B. CYBIS. 2022. "Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case". *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 109: 103392. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.trd.2022.103392

SÁNCHEZ-SERRANO, S.; PEDRAZA-NAVARRO, I. y M. DONOSO-GONZÁLEZ. 2022. "¿Cómo hacer una revisión sistemática siguiendo el protocolo PRISMA?" *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(3): 51-66. Disponible en: https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.95090

SAELENS B. E & S. L. HANDY. 2008. "Built environment correlates of walking: a review". *Med Sci Sports Exerc,* 40(7): 550-566. Disponible en: https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31817c67a4

SERIANI, S.; APRIGLIANO, V.; PEÑA, A.; BRIONES, H.; ARREDONDO, B.; REQUESENS, J. & T. FUJIYAMA. 2025. "Evaluating the accessibility of pedestrian sidewalks to connect public transport: A pilot study in Valparaíso, Chile". *Applied Sciences*, 15(3): 1106. https://doi.org/10.3390/app15031106

SHI, Z.; ZHOU, C.; CHENG, L.; HE, M. & Y. LIU. 2025. "Examining spatial variations in walking activity among older adults considering the impact of topographical characteristics". *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2679(5): 458-475. Disponible en: https://doi.org/10.1177/03611981241302339

SHIELDS, R.; GOMES DA SILVA, E. J.; LIMA E LIMA, T. & N. OSORIO. 2023. "Walkability: a review of trends". *Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability*, 16(1): 19-41. Disponible en: https://doi.org/10.1080/17549175.2021.1936601

SUN, G.; HAINING, R.; LIN, H.; ORESKOVIC, N. M. & J. HE. 2015. "Comparing the perception with the reality of walking in a hilly environment: an accessibility method applied to a University campus in Hong Kong". *Geospatial Health*, 10(1). Disponible en: https://doi.org/10.4081/gh.2015.340

TANIKAWA OBREGÓN, K. & D. M. PAZ GÖMEZ. 2021. "El peatón como base de una movilidad urbana sostenible en Latinoamérica: una visión para construir ciudades del futuro". *Boletín de Ciencias de La Tierra*, *50*, 29–34. https://doi.org/10.15446/rbct.n50.94842

VALENZUELA-MONTES, L. M. y R. TALAVERA-GARCÍA. 2015. "Entornos de movilidad peatonal: Una revisión de enfoques, factores y condicionantes". *EURE (Santiago)*, 41(123): 5-27. Disponible en: https://doi.org/10.4067/S0250-71612015000300001

XIONG, R.; ZHAO, H. & Y. HUANG. 2024. "Spatial heterogeneity in the effects of built environments on walking distance for the elderly living in a mountainous city". *Travel Behaviour and Society*, 34: 100693. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.tbs.2023.100693

ZUNINO S., D. S. 2019. De la movilidad sustentable al \"mobile justice\": intersecciones entre justicia ambiental y social. In *XIII Jornadas de Sociología*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Buenos Aires. Argentina.

ZUNINO S., D. S.; JIRÓN, P. y G. GIUCCI (Coord). 2023. *Nuevos términos clave para los estudios de movilidad en América Latina*. (Teseo, Ed.). Buenos Aires, Argentina.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Tunja, Depto. Boyacá, Colombia; noviembre, 2025

ANEXO 1. Síntesis de artículos

	TITULO	TRADUCCIÓN	PAIS y ÁREA DE ESTUDIO	OBJETIVO
2025	Impact of street-level barriers on walking accessibility for persons with declining mobility: Comparison of two cities	Impacto de las barreras a nivel de calle en la accesibilidad a pie para personas con movilidad reducida: comparación de dos ciudades	Dos ciudades Checas de tamaño medio (Hradec Králové)	Se examinaron cuatro tipos de barreras (presencia de escaleras, superficies sin pavimentar, aceras estrechas y pendientes pronunciadas)
2025	Walking to Public Transport: Rethinking Catchment Areas Considering Topography and Surrogate Buffers	Caminar hacia el transporte público: repensar las áreas de captación considerando la topografía y las zonas de amortiguamiento sustitutivas	Comparación de las zonas planas y topográficas	Se evalúa el impacto de la topografía en la accesibilidad al transporte público
2025	Multidimensional on-site perception study of stairway spaces in mountain city parks among young and older adult people: a case study of Pipa Mountain Park, Chongqing, China	Estudio multidimensional in situ de la percepción de los espacios de escaleras en parques urbanos de montaña entre jóvenes y adultos mayores: un estudio de caso del Parque de la Montaña Pipa, Chongqing, China	Parque de la Montaña Pipa, Chongqing (China)	Se hacen mediciones en tiempo real de las percepciones psicológicas y fisiológicas de jóvenes y adultos mayores mediante descripciones estadísticas en áreas de montaña
2025	Sustainable Active Travel in Environmentally Challenging Cities: A Systematic Review of Barriers and Strategies	Movilidad activa sostenible en ciudades con desafíos ambientales: una revisión sistemática de barreras y estrategias	Revisión Literatura	Identifica estrategias que promuevan el transporte activo en zonas con condiciones ambientales adversas, caracterizadas por pendientes pronunciadas, y terrenos accidentados
2025	Exploring the spatial relationship between urban built environment and green travel: an improved semi-parametric GWR approach	Exploración de la relación espacial entre el entorno urbano construido y la movilidad sostenible: un enfoque GWR semiparamétrico mejorado	Distrito de Jiading, Shanghái (China)	Examina el efecto del entorno construido en el transporte público y la movilidad no motorizada mediante el uso de datos de puntos de interés (PDI)
2025	Influence of slope on pedestrian access to public transportation systems	Influencia de la pendiente en el acceso peatonal a los sistemas de transporte público	Belo Horizonte (Brasil)	Influencia de la pendiente del terreno en el acceso peatonal al sistema de transporte público
2024	Pedestrian dynamics on slopes: Empirical analysis of level, uphill, and downhill walking	Dinámica peatonal en pendientes: análisis empírico de la marcha en nivel, cuesta arriba y cuesta abajo	Universidad de Sichuan Chengdu, Sichuan (China)	Establecer la incidencia de la pendiente en la marcha

2024	Spatial heterogeneity in the effects of built environments on walking distance for the elderly living in a mountainous city	Heterogeneidad espacial en los efectos de los entornos construidos sobre la distancia a pie para las personas mayores que viven en una ciudad montañosa	La topografía de la zona urbana central de Guiyang (China)	Se analiza la heterogeneidad espacial de la influencia del entorno construido en la distancia que recorren a pie los adultos mayores
2024	Las prácticas de movilidad sostenible en la periferia urbana popular de Bogotá: factores facilitadores y obstaculizadores	Las prácticas de movilidad sostenible en la periferia urbana popular de Bogotá: factores facilitadores y obstaculizadores	Periferias urbanas populares en Bogotá. La upz 67 Lucero. Área caracterizada por fuertes pendientes (Colombia)	Analiza los factores que posibilitan u obstaculizan el uso de modos sostenibles en los viajes por motivo de trabajo o estudio en una zona popular de la periferia sur de Bogotá
2024	Exploring Students' Choice of Active Travel to School in Different Spatial Environments: A Case Study in a Mountain City	Explorando la elección de los estudiantes de viajar activamente a la escuela en diferentes entornos espaciales: un estudio de caso en una ciudad de montaña	Guiyang, una ciudad típica de montaña en China	Examina la influencia de las características socioeconómicas, topográficas y del entorno construido en la elección del modo de transporte activo de los estudiantes de Guiyang
2024	Examining Spatial Variations in Walking Activity Among Older Adults Considering the Impact of Topographical Characteristics	Análisis de las variaciones espaciales en la actividad de caminar entre adultos mayores considerando el impacto de las características topográficas	Guiyang Provincia de Guizhou (China)	El estudio analiza las sutiles influencias de los entornos construidos y los factores sociodemográficos, ofreciendo un panorama detallado de los determinantes
2024	Perceived walkability and daily walking behaviour in a "small city context" – The case of Norway	Percepción de la facilidad para caminar y comportamiento diario a pie en el contexto de una ciudad pequeña: el caso de Noruega	Estudio den tres ciudades Steinkjer, Narvik, Kongsvinger (Noruega)	El objetivo determinar qué caracteriza la facilidad para caminar en el contexto de una pequeña ciudad de Noruega
2024	Research on the Difference Between Recreational Walking and Transport Walking Among the Elderly in Mega Cities With Different Density Zones: The Case of Guangzhou City	Investigación sobre la diferencia entre caminatas recreativas y caminatas en transporte entre las personas mayores en megaciudades con diferentes zonas de densidad: el caso de la ciudad de Guangzhou	Caso de la ciudad de Guangzhou (China)	Este estudio modeló las características ambientales de tres zonas diferentes de densidades baja, media y alta, y examinó las diferencias al caminar entre las personas mayores en las tres zonas
2023	Assessment of the Improvement of Public Transport in Hillside Cities Considering the Impact of Topography on Walking Choices	Evaluación de la mejora del transporte público en ciudades de laderas considerando el impacto de la topografía en las opciones para caminar	Distrito de ladera en Yokohama (Japón)	Examina los beneficios de considerar la topografía en la implementación de sistemas de transporte público y mejorar la movilidad en un distrito de ladera

2023	Research on walking as a mode of transport: Recommendations of the International Walking Data Standard project versus Czech national transport research project Czechia in Motion	Investigación sobre caminar como medio de transporte: recomendaciones del proyecto International Walking Data Standard versus el proyecto nacional checo de investigación sobre transporte Czechia in Motion	Comparación metodológica	Se presenta como marco de referencia el proyecto Estándar Internacional de Datos sobre Caminata (International Walking Data Standard)
2023	Impact of Topography on Rural Cycling Patterns: Case Study of Bugesera District, Rwanda	Impacto de la topografía en los patrones de ciclismo rural: Estudio de caso del distrito de Bugesera, Ruanda	Los sectores de Nyamata y Mayange. (Ruanda)	El estudio calculó la pendiente para determinar el porcentaje (m) y la longitud (m). Los resultados de los MDE y el cálculo de la pendiente revelaron que Bugesera tiene una superficie relativamente plana, favorable para el ciclismo
2023	Multidimensional analyses of walkability in city centres by using mobile methodologies: Beşiktaş and Delft experiences	Análisis multidimensionales de la caminabilidad en los centros de las ciudades mediante el uso de metodologías móviles: experiencias de Beşiktaş y Delft	Centros de las ciudades de Beşiktaş en Estambul, Turquía, y Delft en los Países Bajos	Analizar la transitabilidad del espacio urbano con un enfoque multidimensional considerando dimensiones espaciales, fenomenológicas y de percepción
2023	Walking for Sustainable Cities: Factors Affecting Users' Willingness to Walk	Caminar por ciudades sostenibles: factores que afectan la disposición de los usuarios a caminar	Áreas metropolitanas de Sicília (Italia)	¿Qué aspectos aumentan más la disposición de los ciudadanos a caminar? ¿Está la prioridad otorgada a estos aspectos relacionada con el contexto en el que los ciudadanos se desplazan a diario?
2022	Where can the elderly walk? a spatial multi-criteria method to increase urban pedestrian accessibility	¿Dónde pueden caminar los mayores? un método espacial multicriterio para aumentar la accesibilidad peatonal urbana	2 Barrios de Nápoles. (Italia)	Investigar las relaciones entre los factores ambientales y caminar para el transporte y los posibles efectos moderadores del género
2022	Weighted assessment of barriers to walking in small cities: A Brazilian case	Evaluación ponderada de las barreras para caminar en ciudades pequeñas: un caso brasileño	Comparación encuestas Dos ciudades pequeñas (Brasil-Portugal)	Cuantifica y clasifica la importancia de las barreras para caminar en una ciudad pequeña
2022	Walking for transportation in large Latin American cities: walking-only trips and total walking events and their sociodemographic correlates	Caminar como medio de transporte en las grandes ciudades latinoamericanas: viajes sólo a pie y eventos totales de caminata y sus correlatos sociodemográficos	Ciudad de México, Bogotá, Santiago de Chile, Sao Paulo y Buenos Aires	Cuantificar las caminatas auto informadas para el transporte en la Ciudad de México, Bogotá, Santiago de Chile, Sao Paulo y Buenos Aires

2022	The walking friendliness of ladder trails for the elderly: An empirical study in Chongqing	Accesibilidad de los senderos con escaleras para personas mayores: un estudio empírico en Chongqing	El centro histórico de Chongqing, meseta entre las montañas Zhongliang y Tongluo (China)	El estudio analiza la función de los senderos como espacios vitales para los habitantes de ciudades y zonas montañosas
2022	Walking distances to public transport in smaller and larger Norwegian cities.	Distancias a pie al transporte público en ciudades noruegas pequeñas y grandes	Estudio comparativo en 4 ciudades Hamar, Kristiansand, Stavanger, Oslo (Noruega)	Contribuye al conocimiento empírico sobre las distancias y duraciones de los desplazamientos a pie hasta el transporte público en ciudades pequeñas y ciudades europeas
2021	Examining the spatially heterogeneous effects of the built environment on walking among older adults	Examinar los efectos espacialmente heterogéneos del entorno construido sobre la marcha entre los adultos mayores	zona urbana principal, que abarca cinco distritos: Gulou, Xuanwu, Jianye, Qinhuai y Yuhuatai	El estudio se centra en las variaciones espaciales locales de la relación entre el entorno construido y el tiempo diario que las personas mayores dedican a caminar
2021	Built for active travel? Investigating the contextual effects of the built environment on transportation mode choice	¿Creado para viajes activos? Investigar los efectos contextuales del entorno construido en la elección del modo de transporte	Ciudad de Hamilton. (Canadá)	Examina el papel de los atributos del entorno construido y sus efectos contextuales en el comportamiento de viaje
2021	Perception of the built environment and walking in pericentral neighborhoods in Santiago, Chile	Percepción del entorno construido y la marcha en barrios pericentrales de Santiago de Chile	6 barrios pericentrales de Santiago de Chile	Explora cómo los peatones perciben los elementos del entorno construido en seis barrios pericentrales de Santiago de Chile
2021	Sustainable transportation and policy development: A study for impact analysis of mobility patterns and neighborhood assessment of walking behavior	Transporte sostenible y desarrollo de políticas: un estudio para el análisis del impacto de los patrones de movilidad y la evaluación del comportamiento de caminar en los vecindarios	11 barrios de Mascate (Omán)	Se utiliza los modelos de ecuaciones estructurales para analizar datos perceptuales recopilados en diferentes barrios de Mascate.
2021	Attitudes, perceptions, and walking behavior in a Chinese city	Actitudes, percepciones y comportamiento al caminar en una ciudad china	Chengdu, capital de la provincia de Sichuan (China.	Se examina los desplazamientos a pie y las actitudes generales hacia la movilidad urbana y los múltiples modos de transporte
2021	Nonlinear effects of built environment on intermodal transit trips considering spatial heterogeneity	Efectos no lineales del entorno construido en los viajes de transporte intermodal considerando la heterogeneidad espacial	Nanjing. Capital de la provincia de Jiangsu (China)	Propone un marco de decisión para identificar los atributos socioeconómicos y los elementos del entorno construido, efectividad y umbrales de efecto a escala espacial
2020	Everyday Walking Among Older Adults and the Neighborhood Built Environment: A Comparison Between Two Cities in North America	Las caminatas cotidianas entre los adultos mayores y el entorno construido del vecindario: una comparación entre dos	Ocho vecindarios en Metro Portland (EE. UU.) y Metro Vancouver (Canadá)	Examinó el comportamiento de los adultos mayores al caminar y las características ambientales construidas en el vecindario

		ciudades de América del Norte		
2020	Barreras estructurales en la caminabilidad y accesibilidad a escala de barrio. estudio de tres casos en Santiago de chile	Barreras estructurales en la caminabilidad y accesibilidad a escala de barrio. estudio de tres casos en Santiago de chile	En tres conjuntos habitacionales del Gran Santiago: población Juan Antonio Ríos sector 3B (Independencia), villa San Cristóbal (Recoleta) y villa Los Sauces (La Florida)	Analizar y comparar las barreras estructurales que inciden en el área caminable a escala de barrio y estimar sus posibles efectos en los patrones de movilidad y acceso a bienes y servicios
2020	Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte. Cadernos de Saúde Pública	Caminhabilidade e envelhecimento saudável: uma proposta de análise para cidades brasileiras de pequeno e médio porte	A cidade de Viçosa. Minas Gerais. (Brasil)	Proponer un índice de caminabilidad basado en sistemas de información geográfica para una ciudad de tamaño mediano, con datos de libre acceso
2020	Persistence of walking in Chile: lessons for urban sustainability	Persistencia de caminar en Chile: lecciones para la sostenibilidad urbana	Chile	Revisa la práctica actual y la investigación reciente sobre caminar en Chile, a la luz de los hallazgos internacionales sobre accesibilidad peatonal, equidad y sostenibilidad urbana
2020	Assessing the role of the built environment and sociodemographic characteristics on walking travel distances in Bogotá	Evaluación del papel del entorno construido y las características sociodemográficas en las distancias recorridas a pie en Bogotá	Bogotá (Colombia)	Realiza un estudio econométrico de longitud de viaje que correlaciona las características socioeconómicas y las condiciones del entorno construido con las distancias recorridas a pie en la ciudad de Bogotá
2019	The development of walkability in the historic center of Enna: The case of the Saint Tommaso neighborhood	El desarrollo de la caminabilidad en el centro histórico de Enna: el caso del barrio de Saint Tommaso	El caso del barrio de Saint Tommaso (Italia)	Evaluación del índice de transitabilidad
2019	Urban walkability considering pedestrians' perceptions of the built environment: a 10-year review and a case study in a medium-sized city in Latin America	Caminabilidad urbana considerando las percepciones de los peatones sobre el entorno construido: una revisión de 10 años y un estudio de caso en una ciudad de tamaño mediano en América Latina	Áreas urbanas Latinoamericanas	Se hace una revisión de la literatura sobre el Índice de Caminabilidad (WI) de la última década (2009-2018) y destaca algunas limitaciones de los enfoques actuales
2019	Residential dissonance and walking as transportation	Disonancia residencial y caminar como transporte	Area metropolitana de Helsinki (Finlandia)	El concepto de disonancia residencial contextualiza el impacto combinado del entorno construido y las preferencias individuales de viaje y uso del suelo en el comportamiento de viaje

2019	Geographically weighted logistic regression approach to explore the spatial variability in travel behavior and built environment interactions: accounting simultaneously for demographic and socioeconomic characteristics	Enfoque de regresión logística ponderada geográficamente para explorar la variabilidad espacial en el comportamiento de viaje y las interacciones con el entorno construido: teniendo en cuenta simultáneamente las características demográficas y socioeconómicas	La región metropolitana de Benín (África)	El objetivo de este estudio es analizar la variación espacial en las interacciones entre los hábitos de movilidad y el entorno construido mediante la Regresión Logística Ponderada Geográficamente (RLPG)
2018	Moldeando prácticas y hábitat: estrategias de movilidad cotidiana en cerros de Valparaíso	Moldeando prácticas y hábitat: estrategias de movilidad cotidiana en cerros de Valparaíso	Cerros de Valparaiso (Chile)	Expone diversas estrategias, según género, edad o situación económica, para recorrer tramos cortos pero físicamente significativos, y cómo estos resignifican formas de uso, espacios, lugares y, consecuentemente, el hábitat
2018	The impact of the built environment on the decision to walk for short trips: Evidence from two Spanish cities	El impacto del entorno construido en la decisión de caminar en trayectos cortos: evidencia de dos ciudades españolas	Entornos construidos de un área de las dos ciudades. Valencia y Granada (España)	Metodología cualitativa para identificar y comparar los factores del entorno construido que influyen en la decisión de caminar para trayectos cortos en dos ciudades españolas
2017	Neighborhood Walkability, Physical Activity, and Walking for Transportation: A Cross-Sectional Study of Older Adults Living on Low Income	Caminabilidad en el vecindario, actividad física y caminar como medio de transporte: un estudio transversal de adultos mayores que viven con bajos ingresos	Barrios de bajos ingresos (Metro-Vancouver)	Examinar la asociación entre el entorno construido del vecindario y el espectro de actividad física y caminar como medio de transporte en adultos mayores de nivel socioeconómico bajo
2017	The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share	La influencia de la pendiente en la actividad peatonal y la participación modal de los peatones	Centro de Zurich Suiza	Investigar la relación entre la pendiente del terreno y la actividad de caminar. El efecto de la inclinación en la proporción modal de peatones
2017	Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon	Medición de la caminabilidad para distintos grupos de peatones con un método de evaluación participativo: un estudio de caso en Lisboa	Una zona del centro de Lisboa (Portugal)	Se presenta un marco participativo para la evaluación de la transitabilidad peatonal basado en las circunstancias y la experiencia locales, replicable en distintos contextos urbanos
2016	Active accessibility: A review of operational measures of walking and cycling accessibility	Accesibilidad activa: una revisión de las medidas operativas de accesibilidad a pie y en bicicleta	Revisión extensa de investigaciones publicadas accesibilidad activa	Revisión de las medidas de accesibilidad no motorizada a pie y en bicicleta

2016	What kind of built environment favors walking? A systematic review of the walkability indices	¿Qué tipo de entorno construido favorece el caminar? Una revisión sistemática de los índices de caminabilidad	Revisión metodológica 2000-2016; índices de caminabilidad	Examina los diversos factores del entorno construido asociados con caminar en el desarrollo del índice de caminabilidad, su combinación y los métodos adoptados
2015	Comparing the perception with the reality of walking in a hilly environment: an accessibility method applied to a University campus in Hong Kong	Comparación de la percepción con la realidad de caminar en un entorno montañoso: un método de accesibilidad aplicado a un campus universitario en Hong Kong	La Universidad China de Hong Kong (CUHK)	Se propone e implementa una medida de accesibilidad peatonal que permite comparar la percepción con la realidad
2013	The effects of topography on walking and cycling in suburban centres: A comparison of flat Salisbury with hilly Golden Grove in Adelaide's north-east	Los efectos de la topografía sobre los desplazamientos a pie y en bicicleta en los centros suburbanos. Una comparación de la llanura de Salisbury con la montañosa Golden Grove en Noreste de Adelaida	Área suburbana. Golden Grove en Noreste de Adelaida (Australia)	Hacer una evaluación comparativa de la "eficiencia al caminar" desde el borde de los "pedsheds" hasta el centro de los respectivos pedsheds para los dos estudios de caso, Golden Grove y Salisbury
2012	Walking for Recreation and Perceptions of the Neighborhood Environment in Older Chinese Urban Dwellers	Caminar como recreación y percepciones del entorno del vecindario entre los habitantes urbanos chinos mayores	Barrios a nivel de vecindario (Hong Kong) (China)	Examinar las asociaciones de los atributos ambientales percibidos con las caminatas recreativas generales y dentro del vecindario, residen en Hong Kong
2003	Walking, Bicycling, and Urban Landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area	Caminar, andar en bicicleta y paisajes urbanos: evidencia del área de la Bahía de San Francisco	Región de San Francisco (EE.UU)	Estudio de la relación entre los entornos urbanos y la movilidad no motorizada

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 440-458 /

Narrativas discursivas y publicitarias para incentivar el

espacio turístico del centro histórico de Puebla, México

Narrativas discursivas e publicitárias para promover o espaço turístico do centro histórico de Puebla, México

Discursive and advertising narratives to promote tourism in the Historic Center of Puebla, Mexico

Andrea Aguilar de Gante y Luis Alberto Salinas Areortua
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
Programa de Maestría y Doctorado
Ciudad de México
andrea_adg@hotmail.com; lsalinas@geografia.unam.mx

Aguilar: https://orcid.org/0000-0002-8067-6961
Salinas: https://orcid.org/0000-0002-0983-3629

Resumen

El centro histórico de Puebla, patrimonio mundial de la humanidad, se ha caracterizado desde el año 2011 por un crecimiento de actividades vinculadas al turismo, lo que ha traído diversas problemáticas tanto en la riqueza patrimonial edificada como en consecuencias sociales para sus residentes. El objetivo de este artículo fue discutir la manera en que los discursos y narrativas en el ámbito urbano fungen como medio de instrumentalización del espacio para fines específicos, en este caso, incentivar el uso turístico. Para ello se revisa la estrategia comunicacional del gobierno estatal del periodo 2011-2017, en donde, con un análisis de contenido se revisan las formas cómo se justifican las obras vinculadas al turismo y se incita a su uso del espacio con estas actividades. Se reconocen las relaciones entre los discursos emitidos tanto en informes gubernamentales, los mass media y las transformaciones en el centro histórico de Puebla, en donde el concepto patrimonio es el sustento para la actividad turística.
PALABRAS CLAVE: discurso; narrativas; turismo; patrimonio.

Resumo

O centro histórico de Puebla, Patrimônio Mundial da Humanidade, tem se caracterizado, desde 2011, por um aumento das atividades relacionadas ao turismo, o que tem trazido diversos problemas, tanto em relação ao patrimônio arquitetônico quanto às consequências sociais para seus moradores. O objetivo deste artigo foi discutir a maneira como os discursos e as narrativas no âmbito urbano funcionam como meio de instrumentalização do espaço para fins específicos, neste caso, incentivar o uso turístico. Para isso, analisa-se a estratégia de comunicação do governo estadual no período de 2011 a 2017, por meio de uma análise de conteúdo que examina as formas como as obras relacionadas ao turismo são justificadas e como o uso do espaço para essas atividades é incentivado. Reconhecem-se as relações entre os discursos veiculados tanto em relatórios governamentais quanto na mídia de massa e as transformações no centro histórico de Puebla, onde o conceito de patrimônio é a base para a atividade turística.
PALAVRAS-CHAVE: discurso; narrativas; turismo; patrimônio.

Abstract

Puebla's Historic Center, a World Heritage Site, has seen a rise in tourism-related activities since 2011, which has led to various problems affecting both its built heritage and the social well-being of its residents. The objective of this article was to discuss how discourses and narratives in the urban context serve as a means of instrumentalizing space for specific purposes—in this case, to encourage tourism. To this end, the state government's communication strategy for the 2011–2017 period is examined; through content analysis, the article explores the ways in which tourism-related projects are justified and how the use of space for these activities is encouraged. The study identifies the relationships between the discourses found in government reports and the mass media and the transformations in the historic center of Puebla, where the concept of heritage serves as the foundation for tourism activity.
KEYWORDS: discourse; narratives; tourism; heritage.

1. Introducción

El turismo en los países del Sur Global es ampliamente promovido como un factor de desarrollo y modernidad. Para países como México, representa el 8.5% de su producto interno bruto (PIB), (CONCANACO, 2024), de modo que, desde una perspectiva gubernamental de políticas públicas, se busca fomentar su creación y presencia en diversas partes del país más allá de los destinos de sol y playa. Desde finales de los 80's, gracias a la diversificación de los nichos de consumo actuales del producto turístico, las ciudades valor histórico y patrimonial han cobrado gran protagonismo.

La noción de patrimonio se relaciona al pasado, a la historia, a los monumentos y objetos (tangibles e intangibles), pero también se vincula con la gestión y la administración, la cual recae en ciertos jueces, quienes tendrán una interpretación de patrimonio según su propia visión del mundo (Brumann y Gfeller, 2021; Hiernaux y González, 2014), la cual se replica y en muchos casos refleja una práctica y un discurso dominante (Yujie Zhu y González, 2022) que va a sustentar todo un aparato político-jurídico para decidir qué poner en valor.

En ese sentido, es posible afirmar que la base del turismo urbano es el patrimonio. Para Latinoamérica, y en particular México, sus centros históricos son sujetos de una gran cantidad de políticas públicas que buscan sostener el concepto compartido de patrimonio y son acompañados de elementos discursivos y narrativos, que juegan un papel fundamental para cualquier toma de decisión siempre ligada a lo turístico. En efecto, son diversos los trabajos que han cuestionado la dupla turismo–patrimonio (Alvarado, 2015; Delgadillo, 2009; Hernández, 2009; Hiernaux y González, 2014; Jouault, 2018; Mercado, 2016; Salinas, 2021); sin embargo, para este trabajo destacan aquellos que ponen el foco a las políticas urbano-patrimonial-turísticas, ya que, con el objetivo de incentivar la atracción de capital a ciertas zonas, desde gobiernos locales se promueven ideas de retorno, recuperación, revalorización y mejora de la imagen urbana de la centralidad para generar atractivos turísticos (Hiernaux y González, 2014; Salinas, 2021), los cuales traen consecuencias tan marcadas como gentrificación (De Cesari y Dimova, 2019) o como la amenaza de prácticas culturales locales (UN, 2015) y en donde el turismo urbano juega un rol importante.

Es a partir de este tipo de contradicciones que, en los estudios urbanos del Sur Global, existe una necesidad cada vez más marcada de reconocer la influencia de la esfera narrativa de los discursos, sobre todo aquella derivada de la publicidad y la propaganda, dado que, en un sentido crítico, su presencia forma parte de una estrategia que justifica las decisiones de ciertos actores en el espacio, las cuales tienen diversos efectos sobre la población y el territorio, pero que, desde el imaginario, se conciben como acciones consensuadas (Moctezuma, 2021), sin afectaciones o con afectaciones menores, en tanto que, el discurso dominante turístico lo fija como positivo, dado su vínculo al desarrollo económico y progreso.

Dado lo anterior surgen cuestionamientos importantes que refieren al diseño e implementación de políticas públicas que incentivan el turismo a partir de la riqueza patrimonial, mediados por un fuerte dispositivo discursivo y publicitarios, que legitima las medidas impuestas. De esta manera, la pregunta central que guía el presente documento refiere ¿de qué manera influyen las narrativas discursivas y publicitarias para el diseño de políticas públicas o mecanismos de planificación que pretenden incentivar el turismo a partir de la riqueza patrimonial en el centro histórico de Puebla, México? De allí que se plantea como objetivo discutir la importancia de los discursos y narrativas en el ámbito urbano como medio de instrumentalización del espacio para fines específicos a partir del estudio de caso del centro histórico de Puebla, en donde se enaltece el patrimonio con fines turísticos, en el marco de la estratégica gubernamental y política pública del periodo gubernamental 2011-2017.

La disposición del documento parte de la revisión de la literatura en donde se establecen los conceptos y los antecedentes teóricos de los discursos entre patrimonio, turismo y discursos.

En seguida, se aterriza el estudio de caso en el centro histórico de la ciudad de Puebla y su nombramiento como ciudad patrimonio de UNESCO de 1987. Y se analiza la estrategia publicitaria y discursiva utilizada en el periodo 2011-2017 para incentivar el turismo patrimonial de la ciudad. En último punto se abordan los efectos derivados de esta alianza discurso, patrimonio y turismo, en el que se muestra cómo se incentivaron inversiones hoteleras, pero también la llegada de turistas a la ciudad de Puebla y discute en torno a estos puntos.

2. Antecedentes teóricos: discursos, narrativas y patrimonio

El concepto de narrativa, derivado de la palabra narración, se remite a la forma en la cual un narrador explica los hechos o, en otras palabras, la estructura discursiva de relatos que puede ser estudiada en toda forma o medio elegido. En América Latina, los estudios sociales lo tienen presente desde las décadas de 1960 y 1970 en las investigaciones socioculturales y sobre turismo, abordando el papel de las narrativas, a partir de la comprensión de la experiencia del viaje turístico dentro de un mundo consolidado al consumo de masas (Hernández *et al*., 2022). En una línea de trabajo relacionada, también es posible encontrar, desde los estudios turísticos, el concepto representaciones (Alvarado-Sizzo y López 2018), es decir, el uso de arquetipos y estereotipos de personas, sitios y lugares, como parte de la narrativa, en un formato principalmente visual. En ambos casos, los estudios tienden a centrarse en las secuencias, la estructura y formas de contar la historia.

Buscando hacer énfasis en un sentido crítico, los estudios urbanos latinoamericanos han realizado comentarios a las formas de aplicación de la narrativa desde el concepto de discurso (Jajamovich, 2019; Moctezuma, 2021; Negro, 2021; Serna, 2022). La importancia de esta categoría radica en que, como expresión de un acto de comunicación, el discurso no se reduce al contenido aislado del contexto, sino que implica al acto comunicativo completo en una situación social, esto es, los elementos que le dan sentido a la realidad (Van Dijk, 2016). Y, en un sentido urbano, estos buscan generar persuasión en torno a planes gubernamentales, sus obras de infraestructura, etc.

Sin embargo, la categoría discurso encuentra un problema al no reflejar todos los matices y actores involucrados en las intenciones del emisor de un discurso, se percibe neutra. En ese sentido, la literatura anglosajona presenta una alternativa vinculada a mercadotecnia y publicidad, que involucra el sentido comercial del discurso, nos referimos a la categoría *storytelling*, entendida como la herramienta que sirve para destacar personajes, monumentos, paisajes, actitudes y otros, para crear historias que se vinculan con posibles consumidores o para resaltar ciertos valores o características de marca. En español no existe un término que involucre un sentido mercantil y que indique la presencia de actores con intereses, lo que en inglés se entiende como *stakeholders* (Zins y Adamu, 2023).

El *storytelling* se apoya de otras herramientas, las cuales sirven para alimentar este fetiche mágico publicitario o la fantasía ideológica (Zizek, 2017), con la cual se crea y consumen muchos productos, incluyendo el turismo. En esta línea, el consejo ejecutivo de la Organización Mundial del Turismo (OMT, 2023) reconoce tan importante narrativa y el *storytelling*. Tan es así que en su reunión 118 de comunicación turística, su secretario general Zurab Pololikashivili mencionó ante periodistas, líderes de *branding* y mercadotecnia que 'la OMT está trabajando para construir una nueva narrativa en torno al turismo como fuerza de desarrollo y transformación'. Lo anterior es relevante en tanto que muestra a los actores y sus intereses y hasta jerarquías, mostrando p. ej., que la OMT es la que emite el discurso dominante, considerado como la versión oficial.

En lo que respecta al patrimonio, turismo y *storytelling,* se ha estudiado de diferentes formas: para entender las implicaciones de los sentidos de identidad (Slingerland *et al*., 2023), o por su presencia en publicidad y *slogans* con significados que son adoptados en las comunidades cerradas o fraccionamientos (Morales, 2016). Desde el marketing urbano, el

storytelling forma parte de la creación de marcas para países, cuya intención es la promoción y el vínculo turístico como la marca *Perú* y ciudades como la marca *CDMX* en México.

En este sentido, la línea de este trabajo se centra en un sentido crítico en lo que Lees (2004) entiende como una crítica ideológica vinculada a la economía política. Como resultado, se generan cierta afinidad con los autores del Norte Global que critican a las modas urbanísticas de lo *Smart* (Engelbert, 2019; Engelbert *et al*., 2019; Strüver *et al*., 2021) o aquellos que reconocen el peso de los medios de comunicación y su forma de influenciar la política pública a partir de historias (McBeth *et al*., 2018; Shiller, 2021), por citar un ejemplo.

Desde el sentido crítico, el concepto de patrimonio es entendido en este trabajo, desde una relación eurocéntrica por elementos del pasado, p. ej., desde el patrimonio arquitectónico de un estado-nación, el cual se vincula a elementos identitarios (Alvarado-Sizzo *et al*., 2018), y el que, en su calidad de patrimonio arquitectónico, tiene la capacidad de ser banalizado por un proceso de mercantilización, en donde su presencia sirve para la creación de valor (Zhu y González Martínez, 2022), en tanto que se busca su consumo turístico.

Con este trabajo se pretende hacer un aporte, a partir del concepto *storytelling,* destacando el sentido mercantil y de los *stakeholder*s presentes, a partir del análisis de los discursos oficiales y las narrativas (o publicidad) promovidos por el actor y promotor principal del turismo, el Gobierno, que utiliza esta herramienta como medio de instrumentalización del espacio para volverlo turístico.

Trabajos actuales optan por hablar más de las prácticas del urbanismo social de la mano de la narrativa. No obstante, se destacan trabajos como el de Mercier (2008) que utiliza el concepto 'narrativas urbanísticas', y el de Boito y Seveso (2014) que habla de la construcción de imágenes y narrativa del miedo para justificar separación social en las ciudades latinoamericanas.

3. Materiales y métodos

El estudio de caso propuesto es Puebla, capital del estado homónimo, y cuarta ciudad más poblada de México y la cuarta más grande del país; forma parte de la zona conurbada interestatal Puebla-Tlaxcala. A escala nacional, destaca por el rápido crecimiento turístico que tuvo durante el periodo de estudio (2011-2017), tanto en infraestructura, inversión y visitantes, siendo durante 2014 la ciudad más visitada del interior de la república (GEP, 2018).

Para responder a la pregunta central planteada, además de la reflexión teórica sobre el vínculo entre los discursos, las narrativas y el patrimonio desde un sentido crítico, se hace una breve revisión del patrimonio edificado que sustenta, en su utilización, la justificación del uso 'legítimo' del espacio y la creación del producto turístico de la ciudad de Puebla.

A continuación se describe el aparato comunicacional estatal a partir de la estrategia empleada, la cual se ejecuta en la política pública local de la Secretaría de Turismo y de la Dirección de Comunicación Social. En ambos casos, se reconoce el despliegue de múltiples medios y formatos de promoción, a partir de dos grandes categorías, la justificación de la creación del destino turístico y la promoción del destino turístico creado. En el primer caso, dirigido a la población habitante del estado y ciudad de Puebla, con el uso de los informes gubernamentales, por ser una parte de la rendición de cuentas al mostrar el conjunto de decisiones tomadas en un lapso por parte de la autoridad (Presidencia de la República, 2015). El informe de gobierno nace del vínculo con los medios de comunicación y su interés responde a la masividad, a la viralidad, por lo tanto, su presencia busca ser conocida e influir en la opinión pública, de modo que se puede entender con carga ideológica y propagandística. Por este último punto y la extensión de los informes, se utilizó la técnica análisis de contenido para identificar las formas de justificación de la transformación turística de la ciudad y su patrimonio, y las relaciones que existen con el texto, la persona o ente y la realidad que producen (Guix, 2008). Es un análisis exploratorio, de contacto inicial y de corte temático, porque se establecen hilos temáticos, con interrelaciones (O'Regan *et al*., 2022), que expresan asociación

temporal y espacial como parte de la visión del gobierno. De este modo, se realizó la selección del texto a partir de las categorías identificadas como turísticas, seguido de las temáticas abordadas y la selección de palabras utilizadas a partir de sus interrelaciones.

En el segundo caso, dirigido a audiencias externas al estado, utilizando producciones televisivas, de *streaming* e incluso cine y eventos en donde la relación al patrimonio es el punto focal para enlazar al turismo.

Finalmente, se discuten los efectos en torno a la forma cómo la narrativa sirve como medio de instrumentalización del espacio, a partir del análisis y descripción de la política pública basada en la publicidad por parte del gobierno del estado. Aunado a lo anterior, se aprecia un crecimiento constante en la inversión para infraestructura hotelera, así como un crecimiento tanto de visitantes como de turistas a la capital del estado (GEP, 2018).

Su centro histórico responde a la traza original estipulada de 1531 de la ciudad española y los barrios fundacionales proyectados para la población indígena en sus orillas. La delimitación actual de la Zona Monumental corresponde al Decreto Federal del año 2005; cuenta con 391 manzanas en 6.99 km^2 (FIGURA 1), donde 2 mil 619 edificios se encuentran catalogados como patrimonio histórico, que datan de los siglos XVI en adelante, y con estilos arquitectónicos como el barroco. Dentro de la delimitación de Zona Patrimonial se encuentra la denominada 'Los Fuertes', de nombre oficial Centro Cívico Cultural 5 de Mayo, en conmemoración de la Batalla del 5 de Mayo contra la intervención francesa, evento conocido dentro de la historia mexicana por abarcar parte del sitio francés a la ciudad. El uso actual de 'Los Fuertes' es un espacio público enfocado principalmente a parque de actividades cotidianas de ocio y turismo, dada la extensión de áreas verdes y museos con los que cuenta.

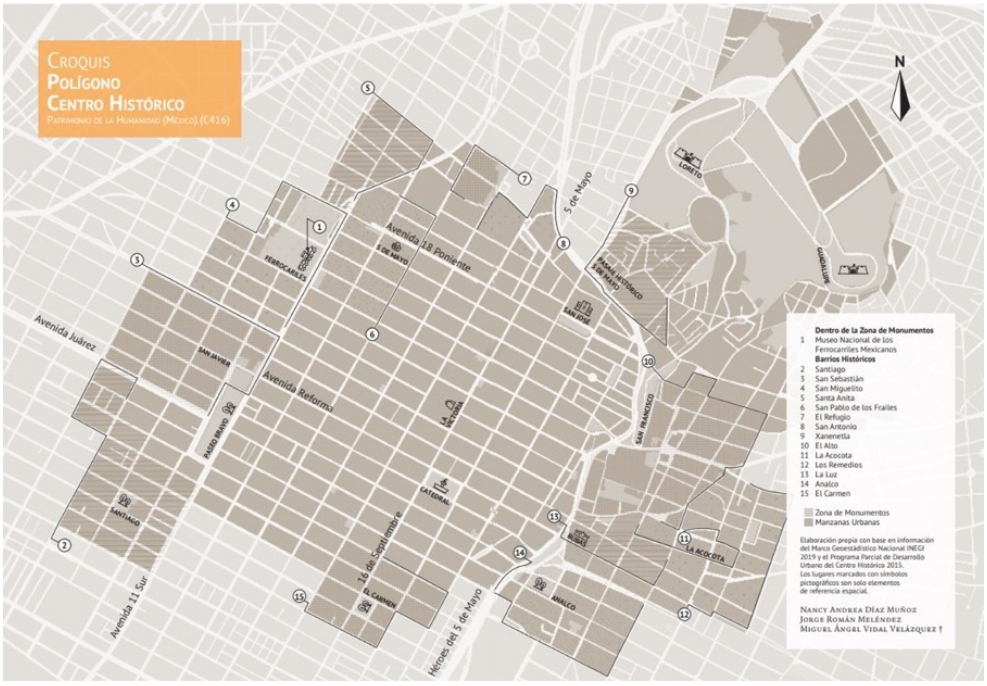


FIGURA 1. Zona Patrimonial del centro histórico de Puebla. Fuente: Revista Cuetlaxcoapan, 2021

El centro histórico de la ciudad de Puebla adquiere su denominación de Ciudad Patrimonio el 11 de diciembre de 1987 por parte de UNESCO. De acuerdo con el documento de Reglas Específicas del programa de Ciudades Mexicanas del Patrimonio Mundial (Secretaria de Cultura, 2018), el criterio de inscripción con el cual se seleccionó a Puebla obedece a que muestra 'la

importancia del intercambio de valores humanos, en un lapso o en un área cultural, sobre la evolución de la arquitectura o la tecnología, las artes monumentales, la planificación urbana o el diseño del paisaje'.

A pesar de contar con la denominación de ciudad patrimonio, la actividad turística de la ciudad de Puebla no destaca particularmente en tanto que no era un eje prioritario del gobierno local o estatal. Existieron esfuerzos puntuales de gobiernos municipales a través de la creación de museos o de planes como el Centro Histórico: Proyecto del Paseo del Río de San Francisco (1994), que tiene como punto focal el ser una obra de corte turístico, aunque fue considerada altamente controversial y que derivó en dos proyectos más modestos, dadas las protestas por los desalojos y modificaciones de la zona.

4. Estrategia discursiva transmedial del turismo patrimonial de la ciudad de Puebla

A partir del año 2011 se busca consolidar las características y tipologías turísticas que permiten que Puebla se integre a los circuitos turísticos, destacando su posicionamiento como ciudad media de origen novohispano y en posesión de declaratoria patrimonial. Ese mismo año se comienza una gran inversión considerada sin precedentes dado los diferentes rubros que abarcó la creación de una serie de atracciones como museos, túneles, teleférico, así como renovar o dar mantenimiento a espacios como la catedral, inmuebles históricos, fachadas, entre otros, que dieron como resultado un marcado cambio en el paisaje. De forma paralela, el gobierno estatal desplegó a través de la Secretaria de Turismo Estatal y el Sistema de Comunicaciones del Estado de Puebla que, a su vez tienen, en posesión la televisora y radiodifusor estatales, un plan de comunicación (TABLA 1), enfocado tanto en la consolidación del producto turístico, cuya base a nivel municipal sería el patrimonio edificado, así como la justificación de todas las obras enfocadas a la creación de la ciudad como producto turístico.

TABLA 1. Aparato comunicacional del estado de Puebla, 2011-2017. Fuente: elaboración propia

	Actores	**Tipos de mensajes**	**Temáticas**
Aparato comunicacional del Estado de Puebla (periodo 2011-2017)	Secretaria de Turismo Estatal	Publicitarios Entretenimiento	Turismo Patrimonio
	Sistema de Comunicaciones del Estado	Propaganda estatal Comunicación oficial	Gobernador

4.1 Justificación de las obras turísticas

Entender las intenciones gubernamentales es clave dado que, como toda obra pública, está sujeta a escrutinio público y pueden existir controversias. No obstante, gracias al vínculo con el desarrollo económico, todas las obras turísticas son altamente justificadas y, por lo tanto, toleradas, a pesar de los conflictos que pudiesen generar. Como se señaló anteriormente, se retoman los informes gubernamentales por ser los documentos del discurso oficial estatal y por ser el único medio que divulgaba información en torno a los trabajos de infraestructura y planes turísticos. Dentro de los hilos temáticos, se esperaba encontrar ciertas palabras como rehabilitación, inversión, regeneración (Delgadillo, 2020). La categorización temática muestra un nivel de evolución a lo largo del sexenio, donde es posible observar la creación del producto turístico, en un primer informe y, posteriormente, gestión turística como p. ej., al incluir y expandirse a nuevas tipologías turísticas o la inclusión de un plan de medios (TABLA 2).

TABLA 2. Categorías temáticas en seis informes de gobierno según la cronología de emisión.
Fuente: elaboración propia

Informe	Temáticas abordadas
Primer informe	Puesta en valor, rescate, modernización, mejoramiento, inversión
Segundo informe	Producción, diversificación, mejoramiento, intervención, dignificación
Tercer informe	Capacitación, promoción, inversión, rehabilitación, inventario, gestión
Cuarto informe	Ecoturismo, gastronomía, infraestructura, infraestructura deportiva, consolidar, rescate, reconocimientos, promoción
Quinto informe	Hoteles, inversión, conectividad, infraestructura deportiva, MIB, marca Puebla es mi destino, Plan Integral de Medios, calidad, competitividad, pueblos mágicos
Sexto informe	Hoteles, inversión, cadena de valor, capacitación, credencialización, Marca *Rutas Sierra Mágica*, películas, nuevos atractivos, capacitación, fortalecimiento

Derivado de lo anterior, destaca la presencia de otros conceptos amplios, que sirven para categorizar varios de los argumentos presentes, que valen para entender el caso de estudio, como lo son: 1) Obra e Infraestructura: alude a las transformaciones físicas acontecidas en la ciudad; 2) Nichos Turísticos: el gobierno busca expandir las tipologías turísticas al interior del estado o incluso a segmentos como el turismo de negocios y de eventos; 3) Promoción: justificación para dar a conocer el estado de diversos sitios, ferias y apoyar a producciones mediáticas y, 4) Gestión: en donde se habla de capacitación y empadronamiento.

No obstante, sobresalen para este trabajo los conceptos de inversión, puesta en valor, patrimonio y rescate por la forma en cómo son utilizados por el gobierno como parte de una estrategia específica para justificar la voluntad política.

4.2 Inversión

Se encontraron asociaciones de palabras que permitieron ampliar el panorama contextual de cómo, desde el plan gubernamental, se genera una justificación a su paquete de obras, de modo que, por citar un ejemplo, cada vez que se habla de Inversión, suele ir asociada a palabras como fomento, desarrollo, economía, crecimiento (FIGURA 2). Vale la pena destacar, que la revisión se centró en los sectores turísticos, puesto que se habla de inversión en otros contextos. Lo anterior permite entender el uso del estereotipo turístico de desarrollo económico y de ideología modernizadora (López y Marín, 2010).

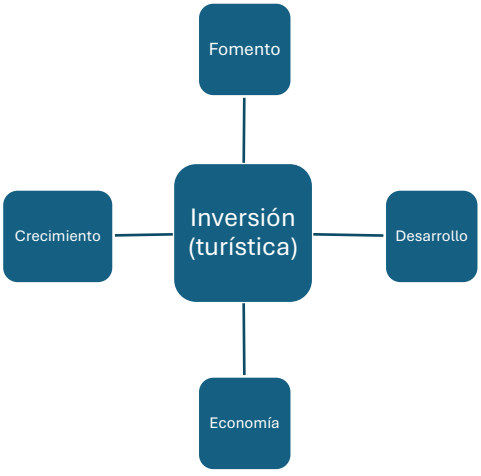


FIGURA 2. Asociaciones de palabras en torno al concepto inversión dentro de los informes gubernamentales.
Fuente: elaboración propia

4.3 Puesta en valor

La categoría puesta en valor no aparece de forma explícita dentro de los informes, salvo contadas excepciones; no obstante, desde un sentido teórico, que reconoce la mercantilización de los espacios turísticos, este concepto hace referencia al núcleo del atractivo turístico (De la Calle Vaquero, 2019). Para el gobierno municipal, la puesta en valor consiste en acciones concretas que permitan la transformación o recuperación del inmueble (Balbuena, 2021), usualmente patrimonial y, una vez recuperadas adquieran valor mercantil. "*En el estado existe un gran número de ciudades y poblados históricos con características culturales y ambientales de gran relevancia.*" (GEP, 2011: 40). "*Rescate de un emblemático sitio para poner en valor la historia del lugar.*" (GEP, 2017: 106).

4.4 Patrimonio

Respecto al patrimonio, dado que es la base del producto turístico, se percibe una retórica desde un posicionamiento de salvaguarda por parte del estado con palabras como defensa y conservación (GEP, 2015), (FIGURA 3). En los documentos oficiales se da como resultado, de forma implícita, que el patrimonio es 'recurso' explotable, destacando su riqueza cultural, pero también como una riqueza explotable económicamente.



FIGURA 3. Asociaciones de palabras en torno al concepto de patrimonio dentro de los informes gubernamentales. Fuente: elaboración propia

4.5 Rescate

La noción de rescate se construye desde una posición defensiva del patrimonio que da pie para el sustento turístico. Esto es, viene a reforzar la idea de defensa del patrimonio que tiene el gobierno en tanto que sirve como justificante y como forma de habilitar o dar un designio del espacio, ya que indican al motivo de por qué se realizan las obras, pero también muestran la voluntad del agente con más poder sobre el espacio. Así, podemos apreciar: *Rescate y dignificación de la zona arqueológica de Cholula* (GEP, 2017: 106). "*A partir del rescate y la remodelación de la Ex Hacienda de Chuautla, así como la inauguración del Hotel Misión Grand Ex Hacienda de Chautla, este espacio se convirtió en el atractivo turístico más importante de la zona*" (GEP, 2017: 89). "*En el marco de un convenio de colaboración histórico, celebrado entre el Gobierno del Estado y la Arquidiócesis de Puebla, se rescató y adecuó el inmueble virreinal del Ex Colegio de San Pedro para instalar la Galería de Tesoros de la Catedral de Puebla*" (GEP, 2014: 44), (FIGURA 4).

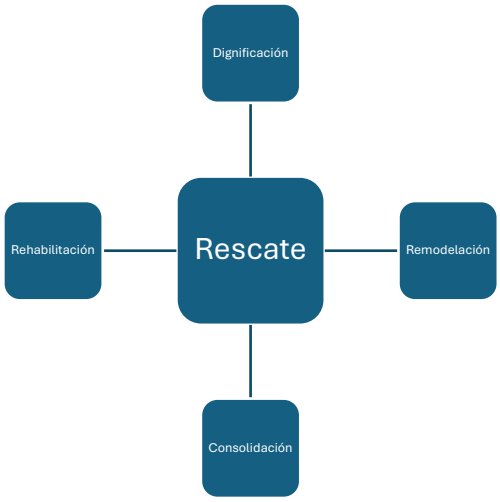


FIGURA 4. Asociaciones de palabras en torno al concepto de rescate dentro de los informes gubernamentales. Fuente: elaboración propia

5. La promoción del destino turístico creado

Desde la Secretaría de Turismo Estatal (Aroche, 2014), la que tiene en sus estatutos la difusión del estado y del municipio, se pagó para la filmación de más de 160 novelas y películas principalmente producciones televisivas. Aunado a lo anterior, se trabajaron marcas como *Smart City* con el congreso del mismo nombre de la organización FIRA Barcelona; se volvieron a impulsar las marcas *Puebla Travel, Visti Puebla* y *Puebla es mi destino* y las celebraciones anuales de la inclusión del centro histórico en la lista de Patrimonio Mundial de UNESCO (FIGURA 5).

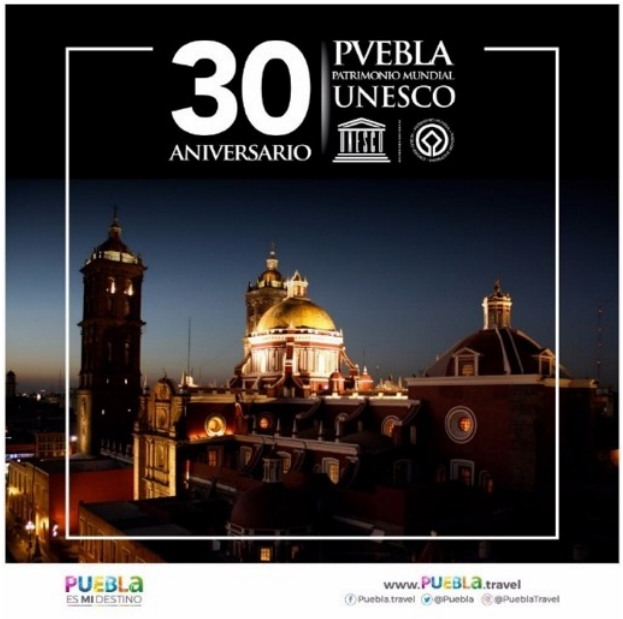


FIGURA 5. Puebla Travel. Publicidad referente a los 30 años de la ciudad como patrimonio de la humanidad. Fuente: https://twitter.com/puebla/status/940278281718206465

Durante 2011, las dos televisoras principales a nivel nacional en México, Televisa y TV Azteca, recibieron la mitad del presupuesto aprobado para comunicación social por el gobierno estatal, esto es, 88 millones 506 mil pesos (Vanguardia 2015), aunque el resto de su sexenio continuaron su presencia en compañía de otras productoras más como Netflix, con la serie Club de Cuervos.

Tanto Televisa como TV Azteca tuvieron presencia con diferentes programas, pero destaca la inclusión de formatos diversos de la temática turística y patrimonial, más allá de los informativos tradicionales como un noticiero, en los programas de variedades como el titulado Hoy de Televisa (FIGURA 6), o como parte del argumento de la novela El Color de la Pasión, en donde sus protagonistas vivían en Puebla y son dueños de una fábrica de *talavera*.



FIGURA 6. Programa Hoy. *Moreno Valle explica riquezas de Puebla*.
Fuente: https://www.lasestrellas.tv/programas/hoy/noticias/publirreportaje-puebla-rafael-moreno-valle

Aunado a lo anterior, la imagen del gobernador es impulsada con el uso de espectaculares en toda la república mexicana (Sin Embargo, 2016), donde el turismo era una de las temáticas recurrentes (FIGURA 7).



FIGURA 7. Espectacular del primer informe de gobierno de Rafael Moreno Valle
Fuente: Intolerancia Diario, enero 09, 2014

6. Discusión

Las cadenas globales de incentivos e imaginarios se aterrizan en Puebla a partir del giro patrimonial del turismo que inicia en los ochenta. A nivel teórico, el giro patrimonial del turismo obedece a la conjunción de elementos como la expansión y segmentación de los tipos de turismo, en donde los centros urbanos se colocan como opciones viables al destino más popular de sol y playa. A esto se le suma el valor que adquieren ciudades con centros históricos dado los entendimientos actuales de patrimonio que apelan al rescate o la preservación, lo que se manifiesta desde el discurso con la etiqueta de 'patrimonio', lo cual tiene una connotación ya vinculada al turismo.

La discusión se centra en tres elementos principales, 1) objetivo del discurso como justificante de las obras; 2) uso continuo y repetitivo de palabras vinculadas a las políticas públicas y, 3) vínculo en torno a turistas y visitantes.

6.1 La necesidad de justificación para la intervención del patrimonio

El espacio más visitado de la ciudad de Puebla es el centro histórico y su catedral. Lo anterior ayudó a reforzar la idea de intervención sobre toda la zona histórico patrimonial, donde, por ejemplo, el área 'Los Fuertes', dentro de la delimitación oficial de zona monumental, tuvo 18 obras vinculadas a la rehabilitación de las áreas verdes y creación de museos. Se le suman otras grandes obras en el resto de la ciudad como la creación del Museo Internacional Barroco, las obras viales como el Metrobús, entre otras. En cuanto a inversión económica, se menciona a la inversión directa del sector privado, a partir de la presencia de hoteles, lo cual tuvo un repunte directo, y que de acuerdo con datos del mismo gobierno estatal, en 2011, al inicio del periodo de estudio, se contaba con 173 hoteles en todas las categorías y, para 2018, 301 hoteles (GEP, 2018).

Como resultado surgieron diversas problemáticas tanto con el patrimonio edificado (Cabrera, 2015; Cabrera y Tenorio, 2006; López 2013; Ramírez *et al*., 2020) como para los residentes (Aguilar y Cabrera, 2020; Bailleres y Vélez, 2020; Cabrera, 2014, 2015; Jones y Varley, 1999) en tanto que, al no seguir lineamientos participativos, no hubo socialización de los proyectos turísticos, lo que derivó en diferentes protestas. De estas hubo dos muy sentidas por la población: 1) la destrucción de la antigua 'Casa del Torno', espacio importante del siglo XVII que funcionaba como vestiglo de la Puebla novohispana, destruida durante la instalación del teleférico en el año 2012; 2) los procesos de desalojo durante la instalación del teleférico que derivaron en negociaciones e imposiciones como un macro mural en las azoteas de las casas o la prohibición de utilizar estos espacios (Aguilar y Cabrera, 2020).

Desde un sentido comunicacional, la misma se presentó totalmente jerarquizada en un sentido vertical, solo quienes ejecutaban las obras tenían conocimiento de las estas y la población no fue tomada en cuenta. En suma, gracias a las modificaciones y a las protestase se hace una revisión exhaustiva de los planes de renovación y modificaciones turísticas del sexenio que derivan en la creación de un departamento llamado Gerencia del Centro Histórico como exigencia de la misma UNESCO, para que, a nivel municipal se pueda dar seguimiento y vigilancia a las obras de la zona patrimonial (Periódico Central, 2014).

Buscando dar sentido a la política turística-patrimonial, quien fuera el gerente del centro histórico durante todo el periodo de gobierno y era conocido como la mano derecha del gobernador declaró en 2021: "*La idea de Moreno Valle era actualizar y poner en valor el patrimonio cultural poblano, con una visión contemporánea que internacionalizara la ciudad, generara turismo, empleo, y modernizara la oferta cultural de Puebla, que siempre ha sido muy importante, pero estaba envejecida*." (De Anda, 2021). Según publicaciones de periodismo de investigación (FIGURA 8), más que poner en valor el patrimonio cultural poblano, se destruyó y alteró bienes culturales e históricos del centro de Puebla.



FIGURA 8. Arrasa Moreno Valle con el patrimonio histórico de Puebla.
Fuente: Revista Proceso, noviembre 16, 2012

6.2 Discurso repetitivo de la política pública

En Latinoamérica se puede evidenciar el vínculo entre retórica y política pública a partir de modas en el uso de ciertos conceptos como, por ejemplo, 'ciudades justas' (Jajamovich, 2019), las '*smart cities*' (Negro, 2021) o el 'derecho a la ciudad' (Serna, 2022). El cuestionamiento general viene por lo ambiguo de estos conceptos. En esta línea, existe un vínculo que se presenta a partir de la presencia del capital en las ciudades, mostrando que ningún término es neutro, al contrario, presenta elementos ideológicos, como lo *Smart* en Buenos Aires, vinculándose al neoliberalismo al fomentar retóricas empresariales, por ejemplo, al cambiar al ciudadano por usuario. Otro ejemplo sería lo que se presenta en Ciudad de México con el término 'regeneración urbana' (Delgadillo, 2020), el cual ha sido utilizado para justificar intervenciones públicas desde los años setenta con gran vinculo a elementos propios neoliberales como subsidios, negocios inmobiliarios, etc.

En Puebla no es la primera vez que se utilizan las palabras vinculadas al rescate; la primera vez que se intervino el centro histórico se hizo con el Programa de Regeneración del Centro Histórico de Puebla: política 'Estrategia general para la desconcentración comercial y servicios del centro de la ciudad de Puebla' en el año 1984, lo cual sienta las bases para el turismo deseado, desde el segmento poblacional que consume el patrimonio histórico al buscar retirar negocios tan tradicionales como pulquerías, que eran tolerados, pero no muy bien vistos, o a todo el comercio ambulante. La narrativa presente hace alusión a la biología, a partir de la capacidad de reconstrucción de algo dañado que, para el caso turístico, se reformula y se refina para un consumo específico.

En 2011, de nueva cuenta, se remiten a las mismas palabras con un segundo plan de renovación, en donde el gobierno ahora emprende las obras de creación de infraestructura turística. Al analizar los informes en los dos primeros años, el gobierno se da a la tarea de dar razones a su intervención en el espacio, de ahí que las palabras seleccionadas sean: inversión, rescate, modernización, para posteriormente evolucionar a gestión, manejo, etc. Lo anterior implica que, a pesar de ser distintos años y distintos gobiernos, se presenta una alianza, o lo que Lees (2004) entiende como '*discourse coalitions*' donde lo que se pretende es apelar a la persuasión, un elemento principal de la narrativa, y se establece una relación de poder implícita a la figura de un gobierno tomador de decisiones, bajo una cierta buena voluntad.

6.3 Turistas y visitantes

Por otra parte, algo que se debe entender es que, no porque exista la infraestructura en torno al ocio y esparcimiento, así como hotelera, van a llegar turistas. De modo que se entiende una relación directa de la política pública enfocada a las obras y a la estrategia publicitaria y discursiva del gobierno. Al analizar las estadísticas turísticas de la gestión 2011-2017 (TABLA 3), se observa una correspondencia con la llegada de turistas, dado que hay una constante alza llegando a duplicarse en cuatro años. Por dar un ejemplo, al inicio de la gestión gubernamental analizada, al cierre del año 2011, el número más bajo de visitantes fue de 91.864 personas, mientras que, para fines del 2017, el número más bajo fue de 180.913.

TABLA 3. Comparativa de visitantes turísticos durante la gestión 2011-2017, ciudad de Puebla.
Fuente: elaboración propia con información de: Datos Abiertos del Municipio de Puebla (Coordinación General de Transparencia, 2024) y Datatur (2024)

Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Número más bajo	77. 092	91.864	113. 085	123.771	146.875	163.607	199.002	180.913
Número más alto	135.440	146.125	165.952	211.288	213.167	211.837	224.454	267.810

Al mismo tiempo es pertinente ser prudente al interpretar las cifras, en tanto que, desde la categorización 'visitante' se juega con la idea de que todo visitante es turista; sin embargo, esta situación se diferencia ya que, de acuerdo a los sitios estadísticos oficiales de turismo en México, como DATATUR, el turista es aquel que pernocta al menos un día en la ciudad que visita.

Lo que se observa entonces es que el visitante de Puebla sigue pasando por el estado por horas determinadas y viene de entrada por salida. Lo anterior es derivado del análisis del perfil del turista en Puebla, quien usualmente viene de las ciudades contiguas como Ciudad de México, Veracruz o Hidalgo, y viene a pasear al centro histórico y se regresa el mismo día.

Quienes se quedan a pernoctar tienden a ser el turista de conferencias o eventos y el turista extranjero, y esto sigue siendo un mínimo, pues a pesar de los esfuerzos realizados por el gobierno, el promedio de estancia de Puebla pasó de 1.2 a 1.8 días, esto es, sigue sin pasar la estancia de los dos días.

7. Reflexiones

El uso de discursos como parte de la política pública estatal genera una esfera de influencia pocas veces estudiada en la literatura del Sur Global, en donde existe una necesidad cada vez más frecuente de reconocer cómo impacta el lenguaje, las imágenes y las ideas promovidas por ciertos agentes con poder en el espacio.

El trabajo encontró que existen dos principales vías de influencia en torno a las narrativas discursivas y publicitarias, en una primera instancia, como medio de justificación para las obras derivadas de la política pública, representando un consenso bajo el ideal del progreso, con la cual se asocia al turismo. En esta parte, el uso del lenguaje juega un papel importante porque se busca asociar las ideas de renovación, modernidad a la política pública. Por otra parte, el patrimonio se reconoce como un elemento a salvaguardar y proteger, mientras que, al mismo tiempo, sostiene el concepto del turismo urbano en Puebla vinculado a lo edificado y la imagen urbana.

En un segundo punto, se reconoce que la esfera discursiva y publicitaria sí tiene un impacto masivo, vinculado al llamado de visitantes y turistas, el cual responde en número, pero sin lograr alterar otros indicadores como el promedio de estadía de los visitantes.

Se reconoce que esta esfera publicitaria, es parte de un proceso que termina al designar el uso e instrumentaliza el territorio, en un sentido mercantil hacia el turismo y utiliza, como primer recurso al patrimonio. En este último caso, el

patrimonio se exhibe como algo a lo cual defender, en donde el gobierno es el que asume la responsabilidad del mismo, y al seleccionar cuidadosamente palabras como inversión, puesta en valor o rescate, se fomenta la idea de progreso y desarrollo. Nunca hay oportunidad de vincular el patrimonio con algo no mercantil, en tanto que el progreso económico y modernidad son deseables, a pesar de las problemáticas que pudiera generar.

8. Referencias citadas

AGUILAR, A. y L. CABRERA. 2020. "Turistificación en la Zona Fuertes de Loreto y Guadalupe, Puebla, México". *Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, Año XIII(20): 164-192.

ALVARADO, C. 2015. "Conservación del patrimonio cultural en el Pueblo Mágico de Tepoztlán, Morelos (2001-2012)". *Territorios*, 16(32): 15-33.

ALVARADO-SIZZO, I. y , Á. LÓPEZ (Eds.). 2018. *Turismo, patrimonio y representaciones espaciales*. Pasos, RTPC. Tenerife, España.

ALVARADO-SIZZO, I.; ZAMORA, F. y Á LÓPEZ. 2018. "Representaciones espaciale4s, patrimonio y turismo: apuntes teórico – metodológicos". En: I. ALVARAD-SIZZO y Á LÓPEZ, *Turismo, patrimonio y representaciones espaciales*, pp. 27-52. Pasos, RTPC. Tenerife, España.

AROCHE, E. 2014. *Apoya gobierno de RMV más de 160 producciones audiovisuales. Lado B, 24 de marzo de 2014.* Disponible en: https://www.ladobe.com.mx/

BAILLERES, J. y F. VÉLEZ. 2022. "Gentrificación turística en el centro histórico de la ciudad de Puebla". *Topofilia, Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, Año XIV(23): 179-196.

BALBUENA, F. 2021. "De la Ley Federal de Monumentos al Código Reglamentario". *Cuetlaxcoapan*, 7(28).

BOITO, M. y E. SEVESO. 2014. *Epílogo: El capital como imagen e ideología materializada: la construcción de figuras y espacios del miedo en la discursividad audiovisual sobre las Ciudades Barrio. Urbanismo estratégico y separación clasista. Instantáneas de la ciudad en conflicto*. Puño y Letra. Rosario, Argentina.

BRUMANN, C. & A. É. GFELLER. 2021. "Cultural landscapes and the UNESCO world heritage list: perpetuating European dominance." *International Journal of Heritage Studies*, 28(2): 147-162. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13527258.2021.1941197

CABRERA, V. 2015. "Elitismo de la política urbana. Centro histórico de Puebla, México." *Revista Mañogo,* 44(XXIII): 43-70.

CABRERA, L. 2014. "El proyecto del Paseo del Río San Francisco, Puebla, México. Gentrificación fallida, dirigida por el Estado y la inversión privada". *Perspectivas del estudio de la gentrificación en México y Latinoamérica. Contested Cities.* WPCC-14023: 1-14.

CABRERA, V. y L. TENORIO. 2006. "Programa Angelópolis en la zona monumental de la ciudad de Puebla, México". *CIENCIA ergo-sum,* 13(1): 7-14.

CONCANACO SERVYTUR. 2024. *Así pintan las cosas para el turismo en México en 2024*. Disponible en: https://www.concanaco.com.mx/turismo/notasdeinteres/

COORDINACIÓN GENERAL DE TRANSPARENCIA. 2024. *Datos abiertos del Municipio de Puebla.* Puebla, México. Disponible en: https://datos.pueblacapital.gob.mx/

DATATUR. 2024. *Actividad Hotelera.* Disponible en https://www.datatur.sectur.gob.mx/SitePages/ActividadHotelera.aspx

DE ANDA, J. 2021. "Una vendetta contra Moreno Valle, lo de Puebla". *El Economista* (25 de febrero). Disponible en: https://www.jornada.com.mx/notas/2023/02/16/

DELGADILLO, V. 2020. "Regeneración urbana en la Ciudad de México: polisemia de concepciones y de acciones públicas". *Revista INVI*, 35(100): 20-37.

DELGADILLO, V. 2009. "Patrimonio urbano y turismo cultural en la Ciudad de México: las chinampas de Xochimilco y el Centro Histórico". *Andamios*, 6(12): 69-94.

DE CESARI, C. & R. DIMOVA. 2019. "Heritage, gentrification, participation: Remaking urban landscapes in the name of culture and historic preservation." *International Journal of Heritage Studies*, 25(9): 863-869. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13527258.2018.1512515

DE LA CALLE VAQUERO, M. 2019. "Turistificación de centros urbanos: clarificando el debate". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles,* 83(2829): 1-40. Disponible en: http://dx.doi.org/10.21138/bage.2829

ENGELBERT, J. 2019. "Reading the neoliberal smart city narrative: The political potential of everyday meaning-making". En: P. CARDULLO; C. DI FELICIANTONIO & R. KITCHIN (eds.), *The Right to the Smart City The right to the smart city,* pp. 43-55. Emerald Publishing Limited. Disponible en: https://doi.org/10.1108/978-1-78769-139-120191003

ENGELBERT, J.; VAN ZOONEN, L & F. HIRZALLA. 2019. "Excluding citizens from the European smart city: The discourse practices of pursuing and granting smartness", *Technological Forecasting and Social Change*, 142(2): 347-353.

GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA (GEP). 2018. I*ndicadores básicos de la actividad cultural y turística en Puebla*. Año 2018. Secretaría de Cultura y Turismo. Puebla, México

GOBIERNO DEL ESTADO DE PUEBLA (GEP). 2011-2017. *Primer informe de gobierno. Segundo informe de gobierno. Tercer informe de gobierno. Cuarto informe de gobierno. Quinto informe de gobierno. Sexto informe de gobierno.* Secretaría General de Gobierno. Puebla, México.

GUIX, J. 2008. "El análisis de contenidos: ¿qué nos están diciendo?". *Revista de Calidad Asistencial,* 23(1): 26-30.

HERNÁNDEZ E., R.; MENDOZA O., M. y M. V. RUÍZ C. 2022. "Narrativa y experiencia turística en los visitantes de Teotihuacán". *Investigaciones Turísticas*, (24): 23-45. Disponible en: https://doi.org/10.14198/INTURI2022.24.2

HERNÁNDEZ, J. 2009. "Tequila: centro mágico, pueblo tradicional. ¿Patrimonialización o privatización?" *Andamios*, 6(12): 41-67.

HIERNAUX, D. e I. GONZÁLEZ. 2014. "Patrimonio y turismo en centros históricos de ciudades medias ¿imaginarios encontrados?". *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales,* 5(2): 111-125.

INTOLERANCIA DIARIO. 2014. Disponible en: https://intoleranciadiario.com

JAJAMOVICH, G. 2019. "Grandes proyectos urbanos alternativos o alternativas a los grandes proyectos urbanos: una revisión a partir del concepto de just city". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 28(2): 394-407. Disponible en: https://doi.org/10.15446/rcdg.v28n2.72090

JONES, G. A. & A. VARLEY. 1999. "The reconquest of the Historic Centre: Urban conservation and gentrification in Puebla, Mexico". *Environment and Planning A: Economy and Space,* 31(9): 1.547-1.566. Disponible en: https://doi.org/10.1068/a311547

JOUAULT, S. 2018. "La milpa maya en Yucatán: ¿una transición entre la patrimonialización y la turistificación?" *Gremium,* 5(10): 9-24.

LEES, L. 2004. "Urban geography: discourse analysis and urban research". *Progress in Human Geography*, 28(1): 101-107.

LÓPEZ, Á. y G. MARÍN. 2010. "Turismo, capitalismo y producción de lo exótico: una perspectiva crítica para el estudio de la mercantilización del espacio y la cultura". *Relaciones*, XXXI(123): 219-258.

LÓPEZ, N. 2013. "Dinámica y crisis de los centros históricos: Puebla, México". *Estudios Jalisciense*s, 91: 33-46

McBETH, M. K.; TOKLE, R. J. & S. SCHAEFER. 2018. "Media narratives versus evidence in economic policy making: The 2008–2009 financial crisis". *Social Science Quarterly (Wiley-Blackwell)*, 99(2): 791-806.

MERCADO, E. 2016. "Patrimonio cultural y turismo en el México posrevolucionario". *Pasos. Revista de Turismo y Patrimonio Cultural,* 14(4): 1.027-1.040

MERCIER, G. 2008. "Dimensión cultural de la renovación urbana: un análisis retórico del urbanismo contemporáneo". *Investigación y Desarrollo,* 16(1): 82-117.

MOCTEZUMA, V. 2021. *El desvanecimiento de lo popular. Gentrificación en el Centro Histórico de la Ciudad de México*. CIESAS. El Colegio de México.

MORALES, E. 2016. *Middle-Class Gatedness: A Practice-Based Analysis of Middle-Class Communities in Mexico*. University of Sheffield. Doctoral Tesis.

NEGRO, A. 2021. "La promesa de las 'smart cities' como nuevo enclave ideológico del proceso de neoliberalización de las ciudades. *Quid 16: Revista del Área de Estudios Urbanos*, 244-262.

O' REGAN, M.; CHOE, J.; SALAZAR, N. & D. BUHALIS. 2022. "Unpacking overtourism as a discursive formation through interdiscursivity". *Tourism Review*, 77(1): 54-71. Disponible en: https://doi.org/10.1108/TR-12-2020-0594

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO (OMT). 2023. *Nuevas narrativas en turismo: La OMT lidera la comunicación para repensar el turismo*. Disponible en: https://www.untourism.it/es/

PERIÓDICO CENTRAL. 2014. *La creación de la gerencia del centro histórico como exigencia de UNESCO*." Periódico Central (20 de agosto). Disponible en: https://centrohistorico.pueblacapital.gob.mx/

PRESIDENCIA DE LA REPÚBLICA. 2015. *¿Qué son los informes de gobierno?* Blog. Disponible en: https://www.gob.mx/epn/articulos/que-son-los-informes-de-gobierno

RAMÍREZ, N.; REYES, J. y B. CALDERÓN. 2020. "El turismo y su impacto en el patrimonio cultural del centro histórico de Puebla". *Antrópica. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (6)12: 129-154.

REVISTA CUETLAXCOAPAN. 2021. *Croquis polígono Centro Histórico. Patrimonio de la Humanidad (México)*. Disponible en: https://centrohistorico.puebla.capital.gob.mx/

REVISTA PROCESO. 2012. Disponible en: https://www.proceso.com.mx

SALINAS, L. 2021. *Procesos urbanos en la ciudad de México: Entre la gentrificación y la expansión de la periferia. Ciudad de México.* Ediciones Monosílabo y Universidad Nacional Autónoma de México.

SECRETARÍA DE CULTURA. 2018. *Reglas específicas del Programa de Ciudades Mexicanas del Patrimonio mundia*l. Disponible en: https://fonca.cultura.gob.mx/

SERNA, Y. 2022. "Renovación urbana y derecho a la ciudad: discursos y actores en torno a la renovación del espacio público en el centro histórico de Medellín". *Revista de Arquitectura*, 24(2): 37-49. Epub. Disponible en: https://doi.org/10.14718/revarq.2022.24.3858

SHILLER, R. 2021. *Narrativas económicas*. Editorial Deusto. Barcelona, España.

SLINGERLAND, G.; JULIA, K.; STEPHAN, L.; TINA, C. & B. FRANCES. 2023. "The power of stories: A framework to orchestrate reflection in urban storytelling to form stronger communities." *Community Development* 54(1): 18-37. Disponible en: https://doi.org/10.1080/15575330.2021.1998169

SIN EMBARGO, 2016. *Moreno Valle en campaña: espectaculares, tele, camiones, portadas y viajes*. Disponible en: https://www.sinembargo.mx

STRÜVER, A.; SALTIEL, R.; SCHLITZ, N.; HOHMANN, B.; HÖFLEHNER, T. & B. GRABHER. 2021. "A smart right to the City-Grounding corporate storytelling and questioning smart urbanism". *Sustainability,* 13(17): 9.590.

UNITED NATIONS (UN). 2015. *Habitat III Issue Papers 4ABITAT III ISSUE PAPERS 4 – Culture and urban heritage*. New York, USA. [Consulta: mayo, 2023].

VANGUARDIA. 2015. *Revelan que Moreno Valle pagó a Televisa y Tv Azteca 112.4 millones en un solo año por publicidad*. Vanguardia MX, (29 de septiembre). Disponible en: https://vanguardia.com.mx/noticias/nacional/

VAN DIJK, T. 2016. "Análisis crítico del discurso." *Revista Austral de Ciencias Sociales*, 30: 203-222.

YUJIE Z. & P. GONZÁLEZ. 2022. "Heritage, values and gentrification: The redevelopment of historic areas in China". *International Journal of Heritage Studies,* 28(4): 476-494.

ZINS, A. & A. ADAMU. 2023. "Heritage storytelling in destination marketing: Cases from Malaysian States." *Journal of Heritage Tourism,* 1-13. Disponible en: https://doi.org/10.1080/1743873X.2023.2232476

ZIZEK, S. 2017. *El acoso de las fantasías*. Siglo XXI editores. Ciudad de México.

ZHU, Y. & P. GONZÁLEZ MARTÍNEZ. 2022. "Heritage, values and gentrification: The redevelopment of historic areas in China". *International Journal of Heritage Studies*, 28(4): 476-494. Disponible en: https://doi.org/10.1080/13527258.2021.2010791

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Ciudad de México; noviembre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 459-475 /

Análisis espacio-temporal de enfermedades no transmisibles

en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, México

Análise espaço-temporal das doenças não transmissíveis na sub-bacia hidrográfica de Almoloya-Otzolotepec, México

Spatio-temporal analysis of non-communicable diseases in the Almoloya-Otzolotepec Sub-basin, Mexico

Raúl Camacho Sanabria[1], Marcela Virginia Santana Juárez[2] y Arturo Sánchez Porras[3]

[1] Estancias Posdoctorales por México, Secretaria de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI) / Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía
[2] Universidad Autónoma del Estado de México, Facultad de Geografía
[3] Universidad Nacional Autónoma de México, Escuela Nacional de Estudios Superiores, Unidad Mérida
r_3camacho@hotmail.com; mvsantana@uaemex.mx; sp.arturo@gmail.com

Camacho: https://orcid.org/0000-0002-0877-4743
Santana: https://orcid.org/0000-0002-8639-2767
Sánchez: https://orcid.org/0000-0002-1691-286X

Resumen

La subcuenca Almoloya-Otzolotepec (SAO) perteneciente a la cuenca del río Lerma designada como Región de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA), enfrenta una grave crisis de contaminación que impacta la salud pública, observándose una tendencia global creciente de Enfermedades No Transmisibles (ENT). La investigación tuvo como objetivo analizar espacial y temporalmente las ENT en la subcuenca estudiada. Se calcularon las incidencias acumuladas para 27 enfermedades (2011-2025) a nivel municipal, utilizando datos de egresos hospitalarios. La prueba de *Mann-Kendall* se aplicó para determinar tendencias significativas. Se identificaron seis ENT con tendencia creciente, incluyendo diversos tipos de cáncer, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad renal crónica (ERC) etapa V, sugiriendo una posible asociación con la exposición a factores ambientales, socioeconómicos y estilos de vida. Estos hallazgos refuerzan la hipótesis de la crisis sanitaria en la región y de que la contaminación ambiental es un determinante crucial en la distribución de las ENT.
PALABRAS CLAVE: salud pública; incidencia; región de emergencia sanitaria y ambiental.

Resumo

A sub-bacia Almoloya-Otzolotepec (SAO), pertencente à bacia do rio Lerma e designada como Região de Emergência Sanitária e Ambiental (RESA), enfrenta uma grave crise de poluição que impacta a saúde pública, com uma crescente tendência global de Doenças Não Transmissíveis (DNTs). O objetivo da pesquisa foi analisar as doenças não transmissíveis (DNTs) na Área do Atlântico Sul (AAS) espacial e temporalmente. As incidências cumulativas de 27 doenças (2011–2025) foram calculadas em nível municipal utilizando dados de alta hospitalar. O teste de Mann-Kendall foi aplicado para determinar tendências significativas. Foram identificadas seis DNTs com tendência crescente, incluindo diversos tipos de câncer, diabetes mellitus tipo 2 e doença renal crônica (DRC) estágio V, sugerindo uma possível associação com a exposição a fatores ambientais, socioeconômicos e de estilo de vida. Esses achados reforçam a hipótese de uma crise de saúde na região e de que a poluição ambiental é um determinante crucial na distribuição das DNTs.
PALAVRAS-CHAVE: saúde pública; incidência; região de emergência sanitária e ambiental

Abstract

The Almoloya-Otzolotepec Sub-basin (SAO), which belons to the Lerma River Basin, designated as a Sanitary and Environmental Emergency Region (RESA), faces a serious pollution crisis that impacts public health, with a globally growing trend of Non-Communicable Diseases (NCDs). The research aimed to analyze non-communicable diseases (NCDs) in the SAO spatially and temporally. Cumulative incidences for 27 diseases (2011–2025) were calculated at the municipal level using hospital discharge data. The Mann-Kendall test was applied to determine significant trends. Six non-communicable diseases (NCDs) with an increasing trend were identified, including various cancers, type 2 diabetes mellitus, and stage V chronic kidney disease (CKD), suggesting a possible association with exposure to environmental, socioeconomic, and lifestyle factors. These findings reinforce the hypothesis of a health crisis in the region and that environmental pollution is a crucial determinant in the distribution of NCDs.
KEYWORDS: public health; incidence; region of health and environmental emergency

1. Introducción

Los adelantos en la medicina lograron reducir las enfermedades transmisibles, incrementando también la esperanza de vida, gracias a los avances alcanzados en materia de antibióticos, vacunas y a las mejoras en las condiciones de vida de la población; sin embargo, esto produjo el surgimiento de una problemática ligada a las enfermedades no transmisibles (ENT), principalmente en los países industrializados, donde patologías como la diabetes, el cáncer en sus diferentes tipos, las enfermedades cardiovasculares, respiratorias (enfermedades pulmonares crónicas) y mentales, se volvieron un problema para los sistemas de salud en países desarrollados. En consecuencia, las ENT se extendieron a escala mundial, con una tendencia creciente hacia los países menos desarrollos (CEPAL, 2021; NHI, 2025; OMS, 2025a; OMS, 2025b).

Las ENT son un grupo de enfermedades no causadas por infecciones, ya que su origen se vincula a factores genéticos, fisiológicos, ambientales y estilos de vida, las cuales como resultado pueden traer consecuencias a la salud a mediano y largo plazo, pues recurrentemente es necesario llevar un tratamiento y cuidados de por vida. Entre estas afecciones se tienen: el cáncer, la diabetes, las enfermedades respiratorias y las cardiovasculares (OMS, 2025a; OPS, 2025).

De acuerdo con un estudio realizado por la Secretaría de Salud (2022a) sobre el panorama epidemiológico de las ENT en México, las mayores tasas de incidencia se presentaron en padecimientos como úlceras, gastritis y duodenitis, hipertensión arterial, diabetes mellitus no insulinodependiente (Tipo II), obesidad, depresión, asma, enfermedad isquémica del corazón, enfermedad cerebro vascular, entre otras. Con relación a la mortalidad, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2024), reportó de enero a junio de 2023 a las enfermedades del corazón como la primer causa de mortalidad a escala nacional, con 97.187 casos, seguidos por la diabetes mellitus con 55.885 defunciones y tumores malignos con 45.409 muertes.

Diversos estudios vinculan a la contaminación ambiental como causa para el desarrollo de ENT, factor de riesgo que aumenta las probabilidades de morir por dichas enfermedades (Schraufnagel *et al.*, 2019; Khomenko *et al.*, 2021; Rojas-Rueda *et al.*, 2021; Bronte-Moreno *et al.*, 2023; OPS, 2025). Es así que, el desarrollo socioeconómico de algunos territorios, está influenciado por la industrialización, que implica en muchos casos, impactos negativos hacia el ambiente y la salud, puesto que este sector es responsable de verter sustancias tóxicas a los ríos o cuerpos de agua y liberar cantidades importantes de contaminantes al aire y suelo (Carrasco, 2025; Olmos-Palma y Octavio-Aguilar, 2022; Pérez *et al.*, 2023; Ramírez *et al.*, 2023).

Dado que en la actualidad la contaminación ambiental actúa como un factor importante en la generación de ENT, en México se han determinado Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA), que corresponden a áreas geográficas donde la integración de actividades económicas y los procesos contaminantes, han producido un deterioro ambiental significativo y daños a la salud de su población (CONAHCYT, 2023).

La subcuenca Almoloya-Otzolotepec pertenece a la cuenca del río Lerma, México, la que ha sido catalogada como RESA, ya que es un territorio que enfrenta una grave crisis de contaminación industrial y doméstica, con serias afectaciones a la salud de sus pobladores. Diversos estudios evidencian que uno de los principales factores de contaminación en el río Lerma, es provocada por más de 500 industrias multisectoriales (alimenticia, automotriz, farmacéutica, metalmecánica, plásticos, química y textil) que se encuentran ligadas al corredor industrial Toluca-Lerma, siendo una de las zonas industriales más importante del país. Estas industrias producen aguas residuales que contienen productos químicos (mercurio, plomo, cadmio, tolueno y benceno) tóxicos y metales pesados nocivos para la salud y el ambiente (*Controlar innovating industry*, 2024).

Consecuente con la problemática ambiental y de salud presente en el territorio, el objetivo de

la investigación fue analizar espacial y temporalmente las ENT en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec (SAO).

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

La SAO pertenece a la cuenca Lerma-Toluca, de la región hidrológica Lerma-Santiago. Su ubicación geográfica corresponde a las coordenadas 19° 31´ 27´´ norte, 19° 3´ 15´´ sur, 99° 18´ 12´´ este y 99° 44´ 40´´ oeste, y su superficie es de 1.325,58 km^2. Desde el punto de vista político-administrativo, este territorio integra 21 municipios, los cuales se distribuyen de la siguiente manera: al norte Otzolotepec, Xonacatlán y Lerma; al este Capulhuac, Ocoyoacac, Santiago Tianguistenco y Xalatlaco; al sur Almoloya del Río, Atizapán, Joquicingo, Ocuilan, Rayón, San Antonio la Isla, Tenango del Valle y Texcalyacac; y al Oeste Calimaya, Chapultepec, Metepec, Mexicaltzingo, Toluca y San Mateo Atenco (FIGURA 1), (INEGI, 2025). Respecto a su población, alberga un total de 2 736 153 habitantes (CONAPO, 2025).

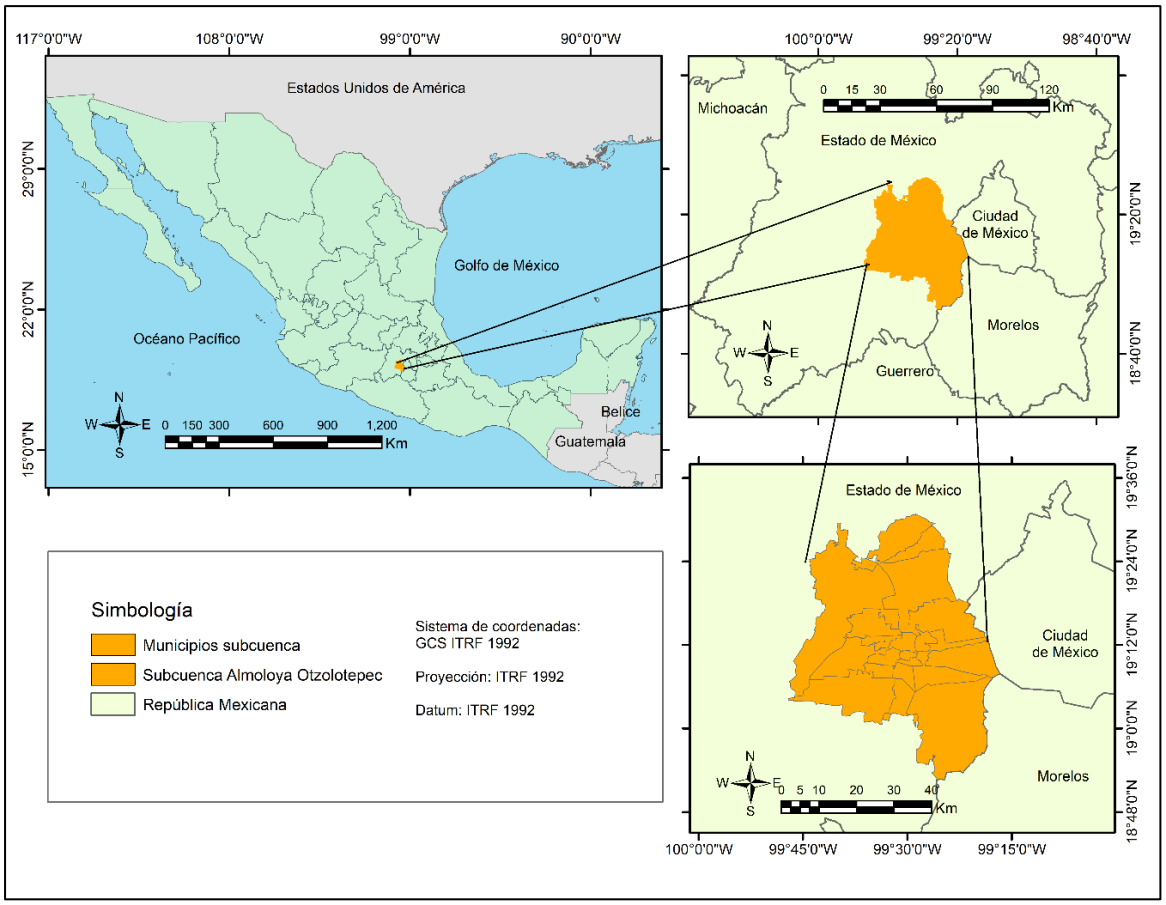


FIGURA 1. Subcuenca Almoloya-Otzolotepec en el contexto estatal y nacional

2.2 Enfermedades

Las enfermedades consideradas en el estudio fueron un total de 27 (TABLA 1), pertenecientes a 6 grupos de enfermedad, según la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-10) de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2008).

TABLA 1. Enfermedades no transmisibles en la SAO

Grupo	Enfermedad
Tumores (neoplasias)	Tumor maligno del estómago, parte no especificada (C169)
	Tumor maligno del recto (C20X)
	Melanoma y otros tumores malignos de la piel (C43)
	Otros tumores malignos de la piel (C44)
	Tumor maligno de la mama (C50)
	Tumor maligno del cuello del útero, sin otra especificación (C539)
	Tumor maligno del endometrio (C541)
	Tumor maligno del ovario (C56X)
	Tumor maligno de la próstata (C61X)
	Tumor maligno del testículo, no especificado (C629)
	Tumor maligno del riñón, excepto de la pelvis renal (C64X)
	Tumor maligno de la glándula tiroides (C73X)
	Leucemia linfoblástica aguda (C910)
Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones renales (E112)
	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con otras complicaciones especificadas (E116)
	Diabetes mellitus no insulinodependiente, con complicaciones múltiples (E117)
	Diabetes mellitus no insulinodependiente, sin mención de complicación (E119)
Enfermedades del sistema nervioso	Enfermedad de Parkinson (G20X)
	Enfermedad de Alzheimer de comienzo tardío (G301)
Enfermedades del sistema circulatorio	Hipertensión esencial (primaria) (I10X)
	Enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca (congestiva) (I110)
	Enfermedad renal hipertensiva con insuficiencia renal (I120)
Enfermedades del sistema respiratorio	Enfisema, no especificado (J439)
	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica, no especificada (J449)
Enfermedades del sistema genitourinario	Enfermedad renal crónica, etapa V (N185)
	Enfermedad renal crónica, no especificada (N189)
	Insuficiencia renal no especificada (N19X)

2.3 Fuentes de datos

Las bases de datos de morbilidad fueron obtenidas a través de la plataforma de la Dirección General de Información en Salud (DGIS), a cargo de la Secretaría de Salud (SSA, 2025), donde se trabajó a partir de los egresos hospitalarios por lugar de residencia.

Para poder realizar el cálculo de las incidencias acumuladas, fue necesaria la descarga de datos de población, obtenidos de las proyecciones de población a mitad de año por municipio y grupos quinquenales de edad (1990-2040), de la Secretaría General del Consejo Nacional de Población (CONAPO, 2025).

Las bases de datos se descargaron para los 21 municipios de la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, abarcando cada uno de los años correspondientes a la serie de tiempo de 2011-2025.

2.4 Incidencia acumulada

Se calcularon las incidencias para las 27 enfermedades en cada municipio de la SAO, de acuerdo a la disponibilidad de datos para el periodo 2011-2025 (año 2025 de enero a octubre), mediante la siguiente ecuación (SSA, 2025):

$$IA = [Número\ de\ egresos\ hospitalarios\ por\ lugar\ de\ residencia\ (año) / Total\ de\ población\ (año)] \times 100\ 000\ hab.$$

2.5 Tendencia y selección de enfermedades

A partir del cálculo de las incidencias acumuladas de las 27 enfermedades previamente referidas, se aplicó la prueba estadística de Mann-Kendall para conocer la tendencia (creciente o decreciente) y significancia de dichas enfermedades. Con los resultados obtenidos de la prueba, se realizó la selección de enfermedades para representación y análisis.

3. Resultados y discusión

De acuerdo a los resultados obtenidos de la prueba de Mann-Kendall, se seleccionaron las enfermedades que presentaron tendencia creciente y significativa (FIGURA 2), siendo las siguientes: Tumor maligno del estómago, parte no especificada (C169); Tumor maligno del recto (C20X); Leucemia linfoblástica aguda (C910); Diabetes mellitus no insulinodependiente, con otras complicaciones especificadas (E116); Enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca (congestiva) (I110) y Enfermedad renal crónica, etapa V (N185).

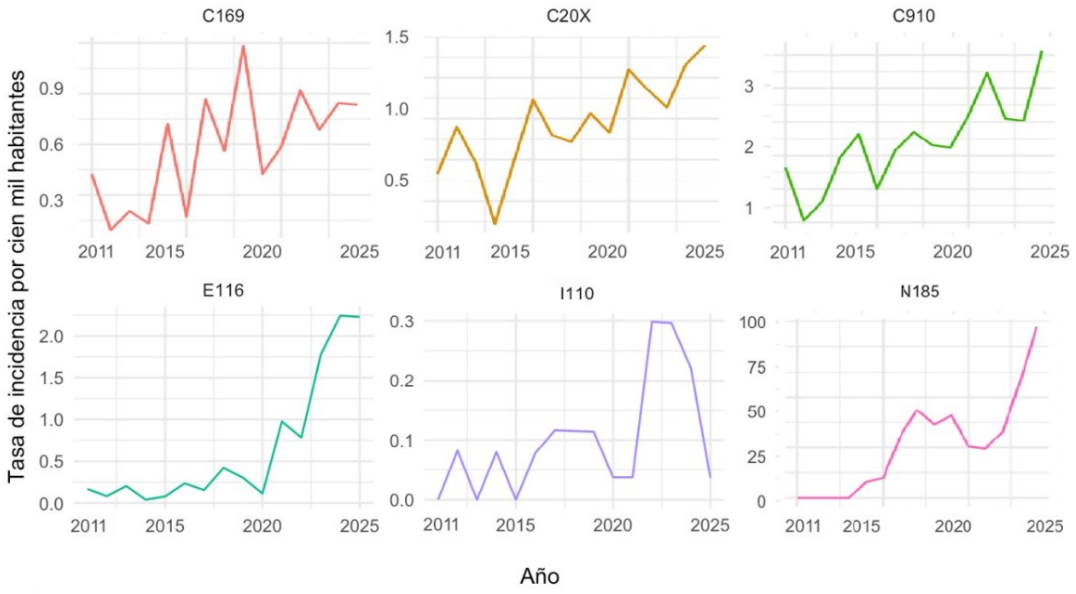


FIGURA 2. Tendencias de enfermedades no transmisibles en la SAO

3.1 Tumores (neoplasias)

3.1.1 Tumor maligno del recto

El cáncer colorrectal es un término general para los tumores originados en el colon o recto, y en la FIGURA 3 se muestra la distribución del tumor maligno del recto a nivel municipal en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, donde se identifican las áreas con las tasas de incidencia más altas (color más oscuro) y más bajas (color más claro). En México, se presenta una alta incidencia de cáncer colorrectal, enfermedad que se vincula con el consumo de alimentos ricos en grasas animales, carnes rojas y procesadas, y

bajos en fibra, combinados con sedentarismo (INSBI, 2023; ACS, 2025; AMLCC, 2025).

El municipio que presenta las tasas de incidencia más altas (1,61 – 2,00) para el tumor maligno del recto es Tenango del Valle, localizado en la porción suroeste de la subcuenca, seguido de municipios con valores altos (1,21 – 1,60) como Almoloya del Río, Calimaya, Mexicaltzingo, Ocoyoacac y Xonacatlán, ubicados en las porciones centro, centro-oeste, centro-este y norte de la zona de estudio (FIGURA 3). Es probable que los municipios con mayor incidencia en el mapa citado, puedan tener relación con los estilos de vida (alimentación y sedentarismo) referidos y con comorbilidades como la obesidad y la diabetes mellitus tipo 2, siendo factores de riesgo, pues es común que las zonas metropolitanas del estado de México presenten altas tasas de estas comorbilidades (Jaramillo-Vargas, 2019; INSABI, 2023). También es importante contextualizar que el cáncer de recto, representa cerca del 40% de los casos de carcinomas colorrectales, con una tasa de mortalidad en incremento y presente en personas menores de 50 años (Frías, 2024; Álvarez *et al.*, 2025).

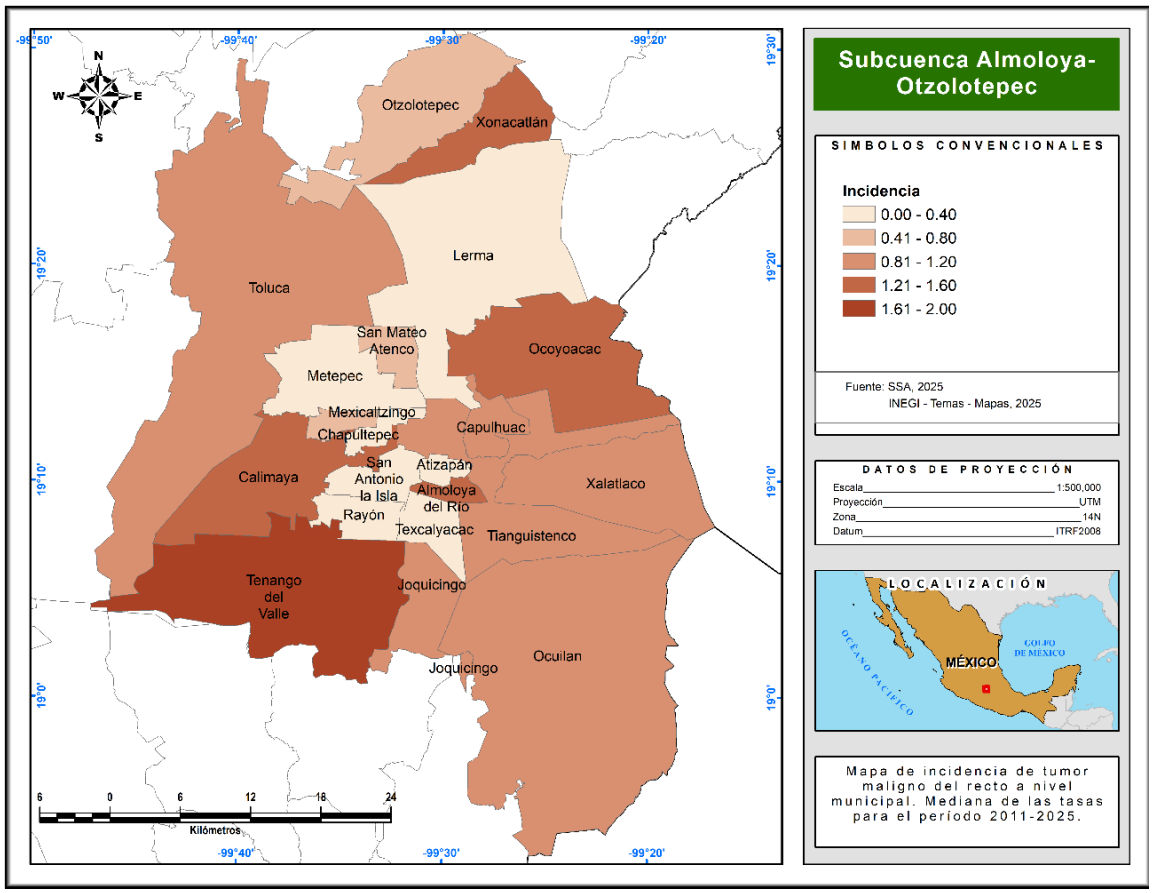


FIGURA 3. Incidencia de tumor maligno del recto en la SAO

3.1.2 Tumor maligno del estómago, parte no especificada

El cáncer de estómago o gástrico, hace referencia a la presencia de tumores malignos en dicho órgano, perteneciente al sistema digestivo; la FIGURA 4 muestra la distribución de dicho padecimiento a nivel municipal en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec. A escala mundial es la enfermedad que ocupa el quinto lugar por su incidencia y en México, representa uno de los

problemas de salud pública, considerada como la sexta neoplasia maligna más recurrente y la quinta causa de mortalidad por cáncer (Díaz-Romero *et al.*, 2023).

Los municipios de la subcuenca con la tasa de incidencia más alta (1,61 – 2,00) de tumores en el estómago son Almoloya del Río (porción central) y Xalatlaco (centro-este), seguidos con valores medios (0,81 – 1,20) por Toluca y Mexicaltzingo en las áreas centro-oeste (FIGURA 4). En México, la incidencia por cáncer de estómago se asocia a múltiples factores modificables y no modificables, uno de ellos (también vinculado a nivel mundial) es la infección crónica por *Helicobacter pylori* (H. pylori), generando lesiones gástricas premalignas, pero a su vez, es importante considerar la exposición a factores ambientales (carcinógenos, radiación e industrias de caucho y carbón), hídricos (saneamiento y suministro), alimenticios (carcinógenos dietéticos) y socioeconómicos (Cruz, 2025; Hernández, 2025; NHI, 2025; SEOM, 2025).

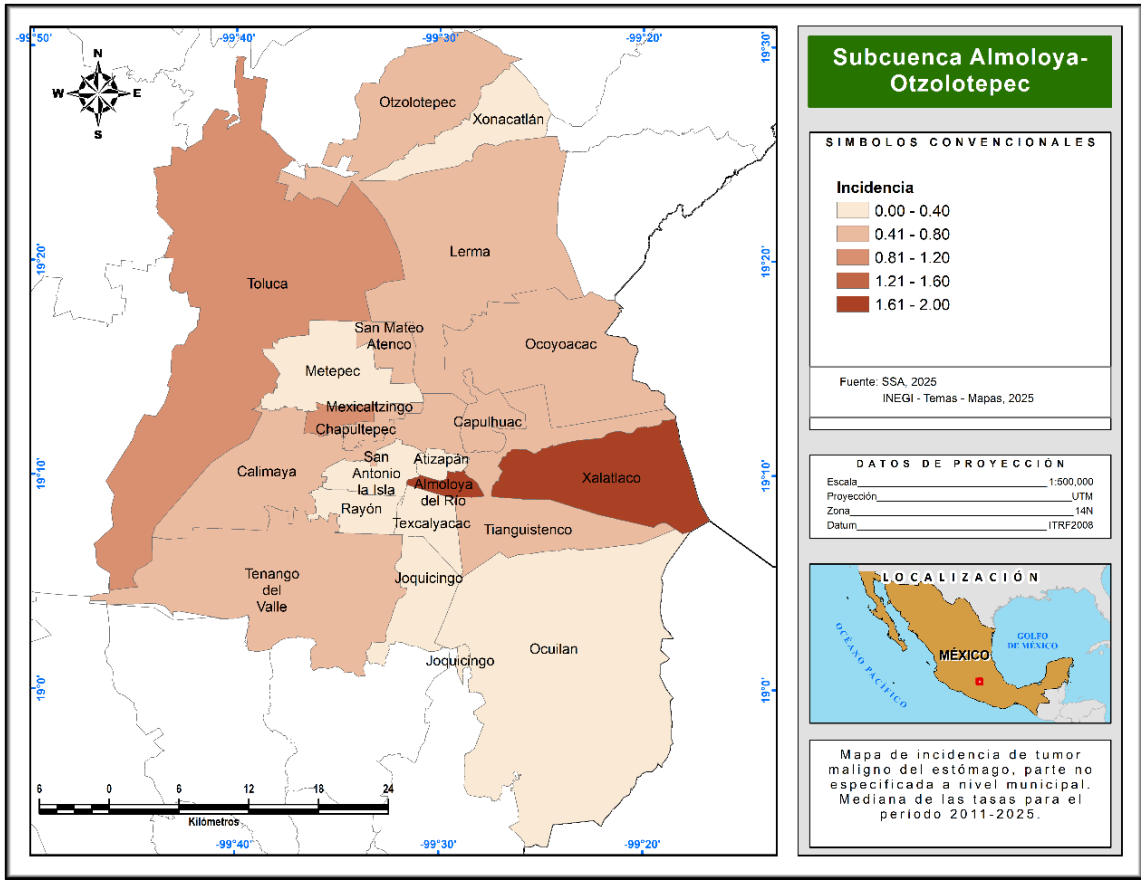


FIGURA 4. Incidencia de tumor maligno del estómago, parte no especificada en la SAO

3.1.3 Leucemia linfoblástica aguda (LLA)

La leucemia linfoblástica aguda es un tipo de cáncer de la sangre y la médula ósea, que se produce cuando la médula desarrolla demasiados linfocitos inmaduros o anormales. El Gobierno de México (2020), a través de su 'proposición con punto de acuerdo para implantar políticas públicas eficientes y evaluables en el corto, mediano y largo plazo para sanear el río Lerma y frenar los efectos ambientales', plantea que la LLA afecta principalmente a niños y se ha relacionado en varios estudios, con la exposición a contaminantes ambientales como pesticidas, benceno y otros compuestos orgánicos volátiles.

Los valores más altos de incidencia (8,81-11,00) para leucemia linfoblástica aguda en la subcuenca se presentan en el municipio de Ocuilan, ubicado en la porción sureste, mientras que municipios como Capulhuac, Joquicingo, San Mateo Atenco, Otzolotepec, Tianguistenco, Toluca, Xalatlaco y Xonacatlán concentrados en las zonas sur, centro-este, oeste y norte (FIGURA 5), contienen incidencias de 2,21 y 4,40. En diversas investigaciones en México se sustenta que la LLA se debe a factores multifactoriales, no necesariamente genéticos, ya que 9 de cada 10 casos se deben a factores socioambientales (agentes cancerígenos), ligando regiones con alta densidad poblacional, actividad industrial y agrícola, como es el caso de la SAO (Mata, 2017; Poy, 2023; Romero, 2024; MSKCC, 2025). Además, es importante referir que muchos de los municipios con altas incidencias son agrícolas y florícolas, actividades con excesivo uso de agroquímicos, herbicidas y pesticidas, cuyo escurrimiento y volatilidad se consideran factores de alto riesgo en la generación de cáncer (Gobierno de México, 2020).

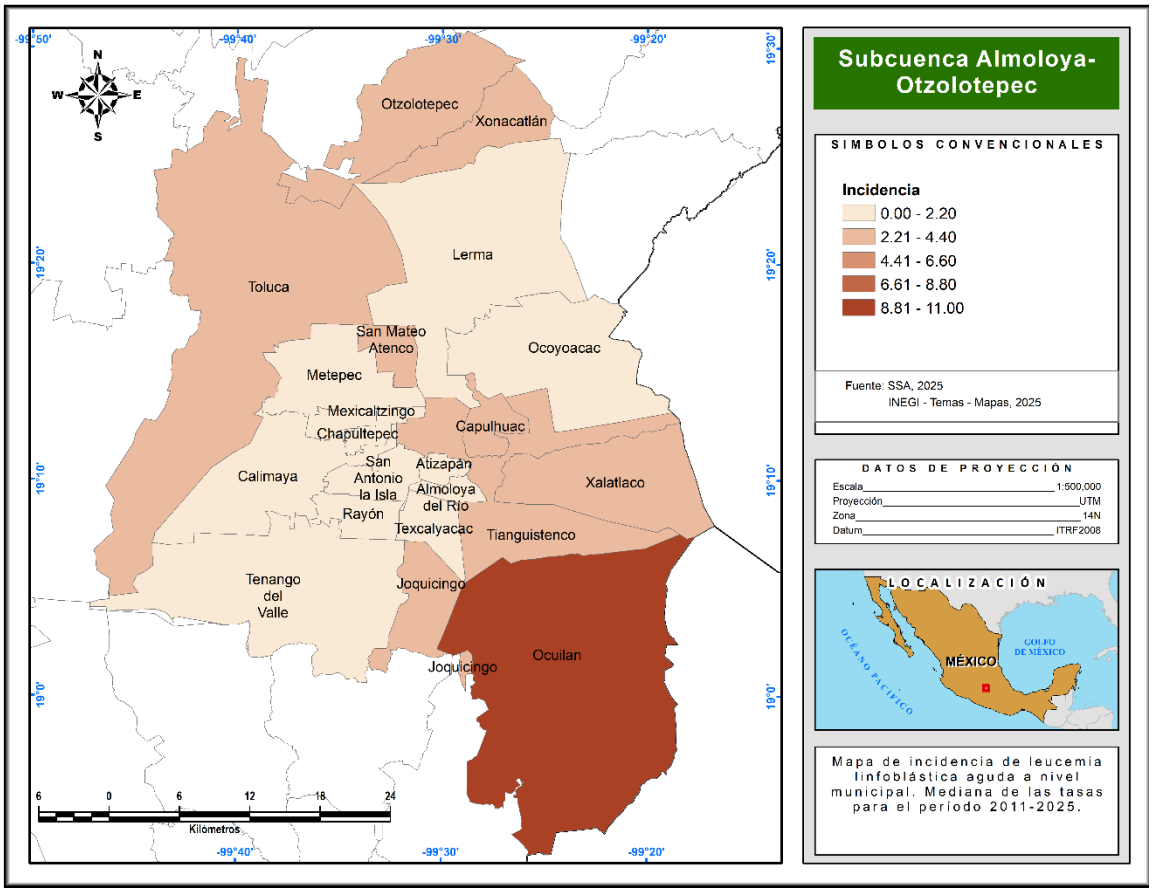


FIGURA 5. Incidencia de leucemia linfoblástica aguda en la SAO

3.2 Enfermedades endocrinas, nutricionales y metabólicas

3.2.1 Diabetes mellitus no insulinodependiente con otras complicaciones especificadas

De acuerdo a la *American Diabetes Association* (ADA, 2024), para este tipo de diabetes no insulinodependiente, las complicaciones son generalmente crónicas y van dirigidas a diferentes órganos del cuerpo, que pueden ser microvasculares (neuropatía, nefropatía,

retinopatía, etc.) o macrovasculares (enfermedad cardíaca, accidente cerebrovascular, enfermedad arterial periférica, entre otras).

La FIGURA 6 representa la distribución diabetes mellitus no insulinodependiente con otras complicaciones especificadas a nivel municipal en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, misma que exhibe que el municipio de Xalatlaco (porción este) cuenta con las tasas de incidencia más altas (9,61 – 12,00) para la enfermedad citada. Luego, le siguen del municipio de Tianguistenco (centro-este) con valores altos (7,21 – 9,60) y Almoloya del Río y Capulhuac con valores intermedios (4,81 – 7,20). De acuerdo a Montoya *et al.* (2023), México enfrenta una fuerte epidemia ligada a la diabetes tipo 2, pues en el año 2022, se estimó que el 18% de los adultos mayores de 20 años vivían con la enfermedad a nivel nacional, siendo la principal causa de pérdida de salud y responsable de una significativa carga de enfermedad (cuarto país del mundo). Es importante valorar el impacto a la salud en los municipios de la SAO, dado que algunas de las complicaciones de esta diabetes, se ligan a la enfermedad arterial periférica que puede llevar a la amputación (ADA, 2024).

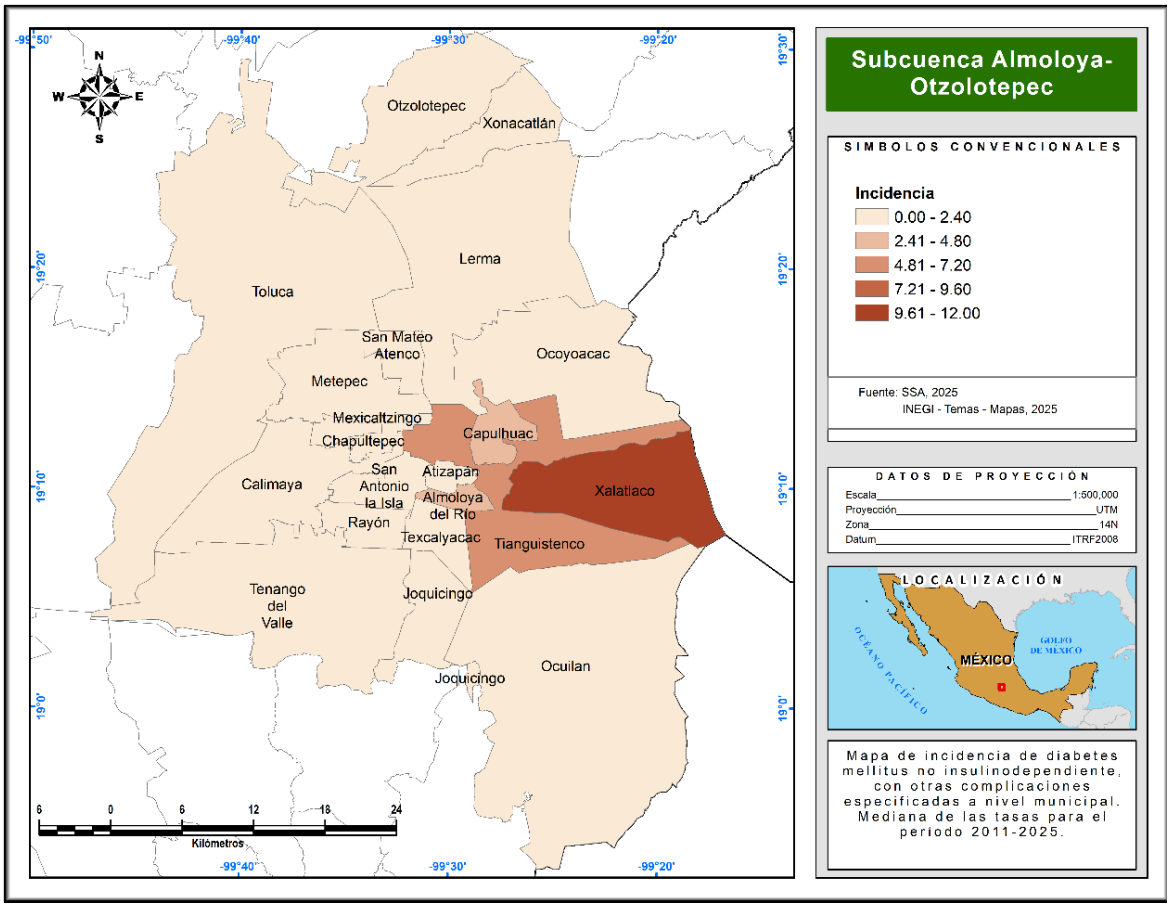


FIGURA 6. Incidencia de diabetes mellitus no tipo 2 con otras complicaciones en la SAO

3.3 Enfermedades del sistema circulatorio

3.3.1 Enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca (congestiva)

Esta enfermedad funge como una afección en la que la presión arterial alta crónica (hipertensión), provoca que el corazón trabaje más de lo normal, forzando su funcionamiento (*Cleveland Clinic*,

2025). Para el caso de México, las enfermedades cardiovasculares, y particularmente las relacionadas con la hipertensión, representan una de las principales causas de muerte y discapacidad (INEGI, 2023).

Los municipios que presentan las tasas de incidencia más altas (0,5761 – 0,7200) por enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca (congestiva), se localizan en la porción centro y centro-este de la subcuenca, (Capulhuac y Xalatlaco), luego aparece el municipio de Ocuilan con valores medios (0,2881 – 0,4320), ubicado en la porción sureste de la zona de estudio (FIGURA 7). Uno de los principales factores de la enfermedad referida, es la elevada prevalencia de hipertensión arterial, el mal manejo de la misma y la falta de un diagnóstico oportuno, favorecido por factores socio-económicos, ambientales, estilos de vida, calidad de acceso a la salud en áreas específicas y a comorbilidades como la diabetes mellitus no insulinodependiente (SSA, 2022b; OMS, 2023), dichas determinantes, pueden ser elementos que inciden a la incidencia observada en la SAO.

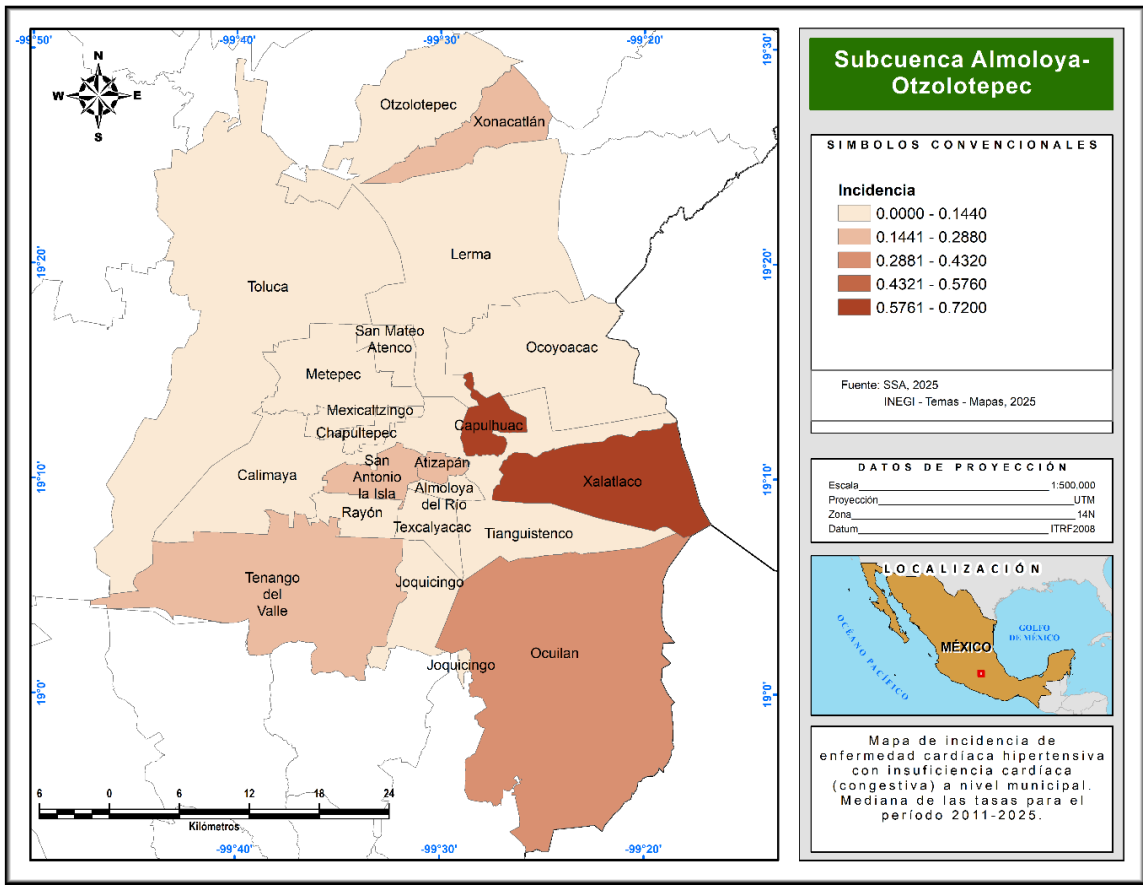


FIGURA 7. Incidencia de enfermedad cardíaca hipertensiva con insuficiencia cardíaca en la SAO

3.4 Enfermedades del sistema genitourinario

3.4.1 Enfermedad renal crónica (ERC), etapa V

La enfermedad renal crónica (etapa V) también es conocida como insuficiencia renal o enfermedad renal terminal. A nivel mundial es una enfermedad catalogada como una epidemia silenciosa, misma que genera años de vida ajustados por discapacidad (AVAD) y mortalidad (*Global Burden of Disease Study*, 2020). En el contexto nacional, la ERC ha desarrollado un crecimiento preocupante, rebasando recurren-temente los valores presentes en otras naciones

de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Dicho proceso se vincula a factores de riesgo como las comorbilidades por diabetes mellitus no insulinodependiente y la hipertensión arterial sistémica (Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica, 2023).

Los municipios de la subcuenca con la tasa de incidencia más alta (96,61 – 117,00) por enfermedad renal crónica son Joquicingo y Ocuilan en la zona sur y sureste, seguido con valores altos (70,21 – 93,60) Almoloya del Río en la porción central, y con valores medios (46,81 – 70,20) Tenango del Valle y Texcalyac al centro-sur y suroeste del territorio en estudio (FIGURA 8). La concentración espacial de la ERC, etapa V en la SAO, incita a conocer los posibles factores (determinantes locales y ambientales) que propician la agrupación de la enfermedad (porciones centro, sur, sureste y suroeste de la zona de estudio), pues la mayor parte de los municipios afectados se localizan en zonas agrícolas y florícolas, actividades que pueden generar exposición ocupacional o alterar la calidad del agua, con la contaminación de metales pesados (como cadmio o plomo) o plaguicidas, además como ya fue referido y es fundamental considerar, la SAO es un territorio con una crisis ambiental importante tanto en el aire como en el agua (AGOLABS, 2021; Ortega *et al*., 2023).

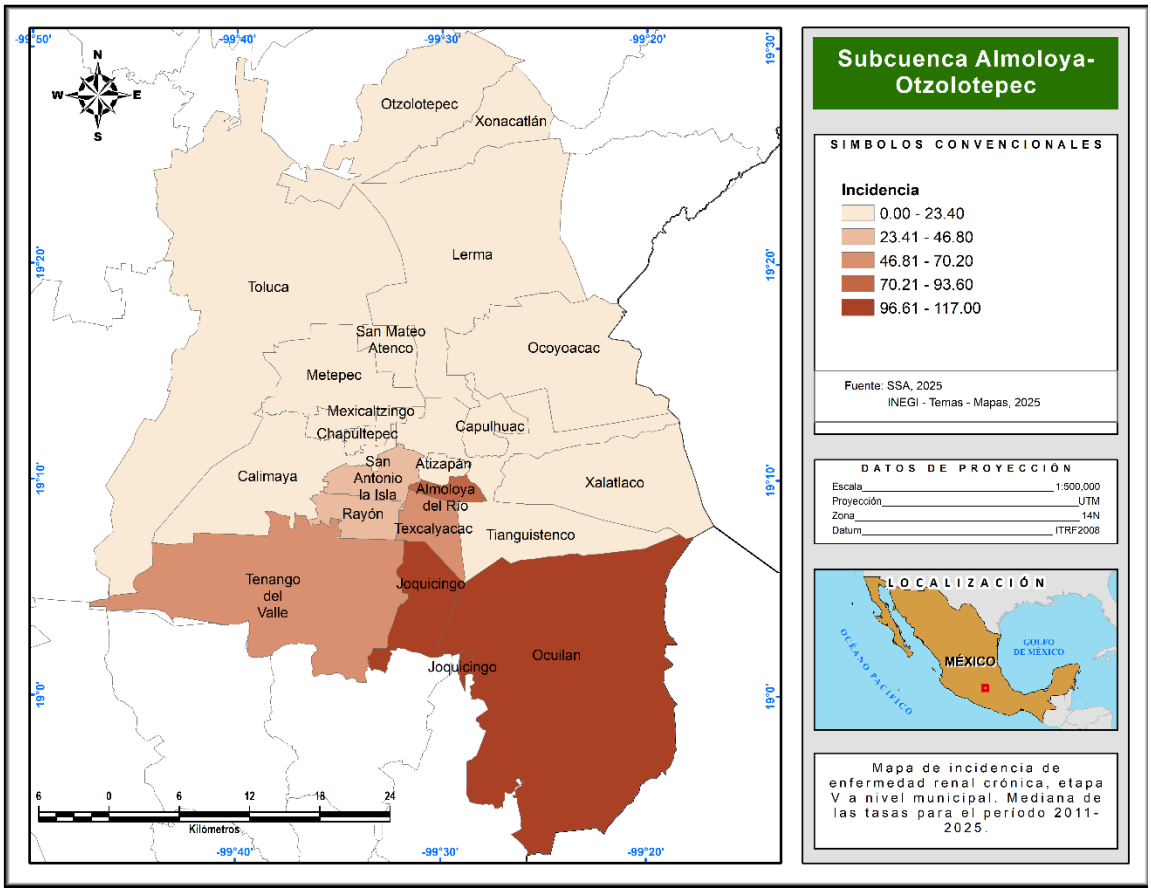


FIGURA 8. Incidencia de enfermedad renal crónica, etapa V

4. Conclusiones

Los resultados del análisis espacio-temporal en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec resaltan la tendencia creciente y significativa de enfermedades no transmisibles seleccionadas a

partir de la prueba de Mann-Kendall, lo que puede marcar una crisis sanitaria regional que se superpone y probablemente es agravada por la problemática ambiental del territorio.

La selección de las seis ENT con tendencia creciente (diversos tipos de cáncer, diabetes mellitus tipo 2, enfermedad cardíaca hipertensiva y enfermedad renal crónica) demuestra una consolidación del patrón epidemiológico en países y regiones industrializadas, como es el caso de la SAO, territorio con importante actividad industrial y deterioro ambiental, lo cual atribuye una demanda creciente en los sistemas de salud locales y regionales.

Los municipios más recurrentes con tasas de incidencia muy altas y altas en las diversas enfermedades son Xalatlaco en el centre-este; Ocuilan, Joquicingo y Tenango del Valle en las zonas sur, suroeste y sureste; Almoloya del Río, Calimaya, Mexicaltzingo y Capulhuac en las porciones centro; Ocoyoacac en el este; y Xonacatlán al norte.

La distribución espacial de las ENT más relevantes (leucemia linfoblástica aguda, cáncer de recto y enfermedad renal crónica etapa V) muestra una concentración en municipios específicos que probablemente comparten características de exposición ambiental y actividades económicas de riesgo. La incidencia alta de LLA y ERC etapa V, en municipios como Joquicingo y Ocuilan (sur y sureste), sugiere una asociación con el uso intensivo de agroquímicos y plaguicidas en actividades como la agricultura y floricultura dominantes en estas regiones. La exposición ocupacional y la contaminación de los recursos hídricos por metales pesados (cadmio y plomo) y químicos son probables factores determinantes.

La alta incidencia de cáncer de recto en Almoloya del río, Calimaya, Mexicaltzingo, Ocoyoacac, Tenango del Valle y Xonacatlán puede estar vinculada a una composición de factores dietéticos, sedentarismo y comorbilidades como la obesidad y la diabetes tipo 2.

Se observa una interconexión entre las enfermedades, pues como fue referido existen diversas comorbilidades que se vinculan con algunas enfermedades con tendencia creciente en la SAO. La alta prevalencia de diabetes tipo 2 e hipertensión arterial sistémica, pueden asociarse con la tendencia de la enfermedad cardíaca hipertensiva, actuando como un factor de riesgo modificable y principal precursor de la ERC etapa V, lo cual enfatiza la necesidad de estrategias de salud pública que aborden estas comorbilidades de forma integral.

Como fue referida, la SAO pertenece a la cuenca del río Lerma, misma que ha sido catalogada como Región de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA), designación que puede ser fundamentada de acuerdo a los resultados y análisis de las enfermedades seleccionadas, pues aportan a la hipótesis de la problemática ambiental y de salud en dicho territorio. Además, la concentración espacial y la tendencia temporal creciente de estas seis ENT en la SAO, permite inferir que la contaminación funge como un factor importante para la generación de enfermedades y su distribución, más allá de los factores genéticos o de estilos de vida.

5. Referencias citadas

AGOLABS. 2021. *Análisis de cadmio en suelos y fertilizantes agrícolas*. Disponible en: https://agqlabs.pe/2021/06/03/analisis-de-cadmio-en-suelos-y-fertilizantes-agricolas/ [Consulta: noviembre, 2025].

ÁLVAREZ, A.; PALACIO, L. y J. E. HERNÁNDEZ. 2025. "Mortalidad por cáncer de colon en México: una llamada a la adopción de un estilo de vida saludable". *Revista Universitaria*, 8(55): 82-85. Disponible en: https://siid.insp.mx/ [Consulta: noviembre, 2025].

AMERICAN CANCER SOCIETY (ACS). 2025. *Factores de riesgo del cáncer colorrectal*. Disponible en: https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-colon-o-recto/causas-riesgos-prevencion/factores-de-riesgo.html [Consulta: noviembre, 2025].

AMERICAN DIABETES ASSOCIATION (ADA). 2024. "Microvascular complications and foot care: Standards of medical care in diabetes-2024". *Diabetes Care*, 47(1): 216-298. Disponible en: https://doi.org/10.2337/dc24-S012

ASOCIACIÓN MEXICANA DE LUCHA CONTRA EL CÁNCER (AMLCC). 2025. *Cáncer Colorrectal*. Disponible en: https://amlcc.org/que-es-el-cancer/tipos-de-cancer/cancer-colorrectal/ [Consulta: noviembre, 2025].

BRONTE-MORENO, O.; GONZÁLEZ-BARCALA, F. J.; MUÑOZ-GALL, X.; PUEYO-BASTIDA, A.; RAMOS-GONZÁLEZ, J. & I. URRUTIA-LANDA. 2023. "Impact of air pollution on Asthma: A scoping review". *Open Respiratory Archives*, 5(2): 100229.

CARRASCO, J. 2025. *Percepción de la contaminación por metales pesados y riesgos en la salud en la población de dos distritos en Cerro de Pasco*. Escuela Universitaria de Posgrado, Universidad Nacional Federico Villareal. Lima, Perú. Tesis de Doctorado.

CLEVELAND CLINIC. 2025. *Enfermedad cardíaca hipertensiva*. Disponible en: https://my.clevelandclinic.org/health/diseases/21840-hypertensive-heart-disease [Consulta: noviembre, 2025].

COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA y EL CARIBE (CEPAL). 2021. *La alta prevalencia de enfermedades no transmisibles en el Caribe está exacerbando el impacto de la pandemia y dificultando el avance de la subregión hacia el desarrollo sostenible*. Disponible en: https://www.cepal.org/es/ [Consulta: octubre, 2025].

CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES, CIENCIAS y TECNOLOGÍAS (CONAHCYT). 2023. *Las Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA) en México: avances, balance críticos y perspectivas a futuro. ¿Qué son las Regiones de Emergencia Sanitaria y Ambiental (RESA)?: definición del concepto y ubicación geográfica*. Junio 2023. Disponible en: https://www.youtube.com/live/Ylz8tMzKldM?si=HCZo-XsC1dAhqN4h

CONSEJO NACIONAL DE POBLACIÓN (CONAPO). 2025. *Población a mitad de año por municipio y grupos quinquenales de edad (1990-2040)*. Disponible en: https://datos.gob.mx/ [Consulta: octubre, 2025].

CONTROLAR INNOVATING INDUSTRY. 2024. *CNA collects eggshell to clean the Lerma River*. Disponible en: https://controlar.com/en/cna-collects-eggshell-to-clean-the-lerma-river/ [Consulta: octubre, 2025].

CRUZ, A. 2025. *En 70% de mexicanos, bacteria asociada al cáncer gástrico*. La Jornada. Disponible en: https://www.jornada.com.mx/noticia/2025/11/07/ [Consulta: noviembre, 2025).

DÍAZ-ROMERO, M. C.; CALDERILLO, G.; MIYAGUI, S. M.; LEÓN, A.; HERRERA, M. y E. RUIZ. 2023. "Oncoguía de cáncer gástrico 2023". *Latin American Journal of Clinical Sciences*, 14: 115-124. https://lajclinsci.com/vD-6-36

FRÍAS, L. 2024. *Alcanza a menores de 50 cáncer rectal*. Gaceta UNAM. Disponible en: https://www.gaceta.unam.mx/ [Consulta: noviembre, 2025].

GLOBAL BURDEN OF DISEASE STUDY. 2020. "Global, regional, and national burden of chronic kidney disease, 1990–2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019". *The Lancet*, 395(10228): 1.546-1.563.

GOBIERNO DE MÉXICO. 2020. *Proposición con punto de acuerdo para implantar políticas públicas eficientes y evaluables en el corto, mediano y largo plazos para sanear el Río Lerma y frenar los efectos ambientales*. Cámara de Diputados del Congreso de la Unión. Disponible en: http://sil.gobernacion.gob.mx/Archivos/Documentos/ [Consulta: noviembre, 2025).

HERNÁNDEZ, L. 2025. *Bacteria en México puede derivar cáncer; recomiendan expertos (2025).* Grupo Milenio. Disponible en: https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/bacteria-mexico-derivar-cancer-recomiendan-expertos [Consulta: noviembre, 2025].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2025. *Marco geoestadístico*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/temas/mg/#descargas [Consulta: octubre, 2025].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2024. *Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) enero a junio 2023*. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024 [Consulta: octubre, 2025].

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA y GEOGRAFÍA (INEGI). 2023. *Estadísticas de defunciones registradas (EDR).* Comunicado de Prensa Núm. 433/23. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/ [Consulta: octubre, 2025].

INSTITUTO DE SALUD PARA EL BIENESTAR (INSABI). 2023. *Día Mundial contra el Cáncer de Colon. Gobierno de México.* Disponible en: https://www.gob.mx/insabi/articulos/-cancer-de-colon-31-de-marzo [Consulta: noviembre, 2025].

JARAMILLO-VARGAS, G.; MANRIQUE, M. A.; CHÁVEZ-GARCÍA, M. A.; CISNEROS, A. A.; ÁLVAREZ-CASTELLO, R.; PÉREZ-CORONA, T.;... J. F. MOLINA-RODRÍGUEZ. 2019. "Factores epidemiológicos del cáncer colorrectal en mayores de 50 años en el Hospital Juárez de México". *Endoscopia,* 31(Supl. 2): 286-289. Disponible en: https://doi.org/10.24875/end.m19000110

KHOMENKO, S.; CIRACH, M.; PEREIRA-BARBOZA, E.; MUELLER, N.; BARRERA-GÓMEZ, J.; ROJAS-RUEDA, D.;... & M. NIEUWENHUIJSEN. 2021. "Premature mortality due to air pollution in European cities: a health impact assessment". *Lancet Planet Health*, 5(3): 121-134.

MATA, M. 2017. *Hay más cáncer cerca del río Lerma: AMANC*. Milenio. Disponible en: https://www.milenio.com/estados/ [Consulta: noviembre, 2025].

MEMORIAL SLOAN KETTERING CANCER CENTER (MSKCC). 2025. *Factores de riesgo de la leucemia*. Disponible en: https://www.mskcc.org/es/cancer-care/types/leukemias/risk-factors [Consulta: noviembre, 2025]

MONTOYA, A.; GALLARDO, H.; SILVA, R.; GARCÍA, R.; RAZO, C., ONG, L.;... y S. BARQUERA. 2023. "Epidemia de diabetes tipo 2 en México. Análisis de la carga de la enfermedad 1990-2021 e implicaciones en la política pública". *Gaceta Médica de México*, 159(6): 488-500.

NATIONAL CANCER INSTITUTE (NHI). 2025. *Causas y factores de riesgo del cáncer de estómago.* Disponible en: https://www.cancer.gov/espanol/tipos/estomago/causas-factores-riesgo [Consulta: noviembre, 2025].

OLMOS-PALMA, D. y P. OCTAVIO-AGUILAR. 2022. "Efectos sobre la salud por agua contaminada con metales pesados". *Herreiana*, 4(1): 43-47. Disponible en: https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/herreriana/issue/archive

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2025a. *Enfermedades no transmisibles*. Notas descriptivas. Disponible en: https://www.who.int/es/ [Consulta: octubre, 2025].

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2025b. *Logros para la salud pública a lo largo de los años*. Disponible en: https://www.who.int/es/ [Consulta: octubre, 2025].

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2023. *Hipertensión*. Disponible en: https://www.who.int/es/ [Consulta: noviembre, 2025].

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). 2008. *Clasificación Estadística Internacional de Enfermedades y Problemas Relacionados con la Salud, 10a. revisión.* Washington, USA. Disponible en: https://ais.paho.org/classifications/chapters/pdf/volume1.pdf [Consulta: septiembre, 2025].

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). 2025. *Enfermedades no transmisibles*. Disponible en: https://www.paho.org/es/temas/ [Consulta: octubre, 2025].

ORTEGA, O.; ZÁRATE, J.; ALBA, C. M.; JIMÉNEZ, M. y N. RAMÍREZ. 2023. "Enfermedad renal crónica asociada a la exposición a metales pesados y productos agroquímicos en Latinoamérica". *Enfermería Nefrológica*, 26(2): 120-131.

PÉREZ-CASTRESANA G.; CAMACHO-SANABRIA R.; ROMERO-NATALE A.; SÁNCHEZ-PORRAS A.; ARROYO-ORTEGA I. y D. JIMÉNEZ-RAMOS. 2023. *Salud ambiental en la Cuenca del Alto Atoyac: situación, peligros ambientales y acciones para reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT).* Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías. Ciudad de México, México. Disponible en: https://repositorio-salud.conacyt.mx/jspui/handle/1000/60

POY, L. 2023. *Factores ambientales causan 9 de cada 10 casos de leucemia linfoblástica aguda: CONACYT*. La Jornada. Disponible en: https://www.jornada.com.mx/ [Consulta: noviembre, 2025].

RAMÍREZ, M.; ESCOBAR, O. y M. BETANCOURT. 2023. "Metales pesados: antagonistas de la salud en México". *Ciencia,* 74(3). Disponible en: https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/ [Consulta: octubre, 2025].

ROJAS-RUEDA, D.; MORALES-ZAMORA, E.; ALSUFYANI, W. A.; HERBST, C. H.; ALBALAWI, S. M.; ALSUKAIT, R.;... & M. ALOMRAN. 2021. "Environmental Risk Factors and Health: An Umbrella Review of Meta-Analyses". *Int J Environ Res Public Health,* 18(2).

ROMERO, M. 2024. *Identifican alta incidencia de cáncer infantil atribuida a contaminación en 5 municipios*. Diario Portal. Disponible en: https://diarioportal.com/ [Consulta: noviembre, 2025].

SCHRAUFNAGEL, D.; BALMES, J.; COWL, C.; MATTEIS, S.; JUNG, S.; MORTIMER, K.;... & D. WUEBBLES. 2019. "Air pollution and noncommunicable diseases: A review by the forum of International Respiratory Societies Environmental Committee, Part 2". *Air Pollution and Organ Systems,* 155(2): 417-426. Disponible en: https://doi.org/10.1016/j.chest.2018.10.041

SECRETARÍA DE SALUD (SSA). 2025. *Dirección General de Información en Salud*. Disponible en: https://www.gob.mx/salud/ [Consulta: octubre, 2025].

SECRETARÍA DE SALUD (SSA). 2022a. *Dirección general de información en salud*. Disponible en: https://www.gob.mx/salud/acciones-y-programas/ [Consulta: octubre, 2025].

SECRETARÍA DE SALUD (SSA). 2022b. *Manejo de la Hipertensión Arterial y sus Complicaciones.* Guía de Práctica Clínica. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/ [Consulta: octubre, 2025].

SISTEMA NACIONAL DE VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA. 2023. *Informe anual de la incidencia de enfermedad renal crónica*. Secretaría de Salud. México.

SOCIEDAD ESPAÑOLA DE ONCOLOGÍA MÉDICA (SEOM). 2019. *Cáncer gástrico*. Disponible en: https://seom.org/info-sobre-el-cancer/ [Consulta: noviembre, 2025].

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Toluca, México; noviembre, 2025
Fecha de revisión y corrección:
Toluca, México; marzo, 2026

NOTAS Y DOCUMENTOS

NOTAS E DOCUMENTOS / NOTES AND DOCUMENTS

Revista GEOGRÁFICA VENEZOLANA | Volumen 67(2) 2026 julio-diciembre | ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: noviembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 478-493 /

Puquios, huellas de la minería del cobre en el desierto de Atacama, Chile

Puquios, vestígios da mineração de cobre no deserto de Atacama, Chile

Puquios, traces of copper mining in the Atacama Desert, Chile

David Rodrigo Cortez Godoy[1], Rodrigo Riveros Strange[2], Natalia Jorquera Silva[3] y Andrea Osorio Rodríguez[4]

[1] Universitat Politècnica de València, España
[2] Longino Spa, Providencia, Santiago, Chile
[3] Universidad de Chile, Departamento de Arquitectura, Santiago, Chile
[4] Universidad Central de Chile, Santiago, Chile
davidcortezg@gmail.com; reriveross@gmail.com; nataliajorquera@uchilefau.cl; pilar.osorio.docenteexterno@ucentral.cl

Cortez: https://orcid.org/0000-0003-0028-4990
Riveros: https://orcid.org/0009-0008-7929-7420
Jorquera: https://orcid.org/0000-0002-6230-8110
Osorio: https://orcid.org/0000-0002-3882-4860

Resumen

El desierto de Atacama en Chile ha sido desde tiempos prehispánicos delineado por la minería, la cual fue modelando pequeños enclaves y rutas de conexión en un territorio hostil. Esta actividad, intensificada desde la segunda mitad del siglo XIX de manos de capitales extranjeros, dio lugar a una serie de importantes asentamientos y redes de movilidad efímeras, las que hoy se encuentran en estado de ruinas. Este es el caso de Puquios, un sitio minero arqueológico hoy abandonado, que fuera un importante enclave en la actividad cuprífera y argentífera durante el siglo XIX. Empleando un análisis multiescalar desde lo territorial, lo arquitectónico-constructivo, la investigación histórica y el estudio de los restos materiales culturales que aún se encuentran en el sitio, se dará a conocer este enclave minero de alta importancia en la historia de Atacama, reflexionando sobre la epopeya de construir, producir y habitar en el desierto.
PALABRAS CLAVE: patrimonio minero; arqueología industrial; técnicas de tierra; tapial; circulación de tecnologías.

Resumo

O Deserto de Atacama, no Chile, tem sido delineado pela mineração desde tempos pré-hispânicos, atividade que moldou pequenos enclaves e rotas de conexão em um território hostil. Essa prática, intensificada a partir da segunda metade do século XIX por capitais estrangeiros, deu origem a uma série de importantes assentamentos e redes de mobilidade efêmeras, que hoje se encontram em ruínas. É o caso de Puquios, um sítio arqueológico mineiro atualmente abandonado, que foi um importante enclave na atividade cuprífera e argentífera durante o século XIX. Por meio de uma análise multiescalar — abrangendo o territorial, o arquitetônico-construtivo, a investigação histórica e o estudo dos vestígios materiais culturais ainda presentes no sítio —, este estudo revela a relevância desse enclave mineiro na história de Atacama, refletindo sobre a epopeia de construir, produzir e habitar no deserto.
PALAVRAS-CHAVE: patrimônio mineiro; arqueologia industrial; técnicas de construção em terra; terra batida; difusão de tecnologias.

Abstract

The Atacama Desert in Chile has been shaped by mining since pre-Hispanic times, an activity that formed small enclaves and connecting routes across a hostile landscape. This practice, intensified in the second half of the 19th century by foreign capital, gave rise to a series of important settlements and ephemeral transportation networks, which today lie in ruins. Such is the case of Puquios, a currently abandoned mining archaeological site that was an important hub for copper and silver mining during the 19th century. Through a multiscale analysis—encompassing the territorial, architectural-constructive, historical research, and the study of the material cultural remains still present at the site—this study reveals the significance of this mining enclave in the history of Atacama, reflecting on the epic endeavor of building, producing, and inhabiting the desert.
KEYWORDS: mining heritage; industrial archaeology; earthen construction techniques; rammed earth; the spread of technologies.

1. Introducción

El sitio de Puquios se ubica a 60 km al oriente de Copiapó (27°9'37.52"S - 69°53'24.91"O), capital de la Región de Atacama en el norte de Chile a 1.248 msnm (FIGURA 1). El sitio se encuentra abandonado desde la década de 1950, manteniendo los vestigios de sus edificaciones, entre ellas la aldea, instalaciones industriales, cementerio, maestranza de ferrocarriles, entre otros. En funcionamiento, el asentamiento fue un núcleo minero y de intercambio de gran importancia en Atacama (Yungue, 1905), destacando su vinculación con la geografía por su adaptabilidad a un territorio sin abundantes recursos naturales y por ser un importante nodo de abastecimiento de otros poblados cercanos, descrito por Rodolfo Philippi (1860) como un lugar de provisión y descanso en las rutas de intercambio del desierto de Atacama, desarrollándose como un núcleo de movilidad, circulación y relevancia geoeconómica en la precordillera de Atacama.

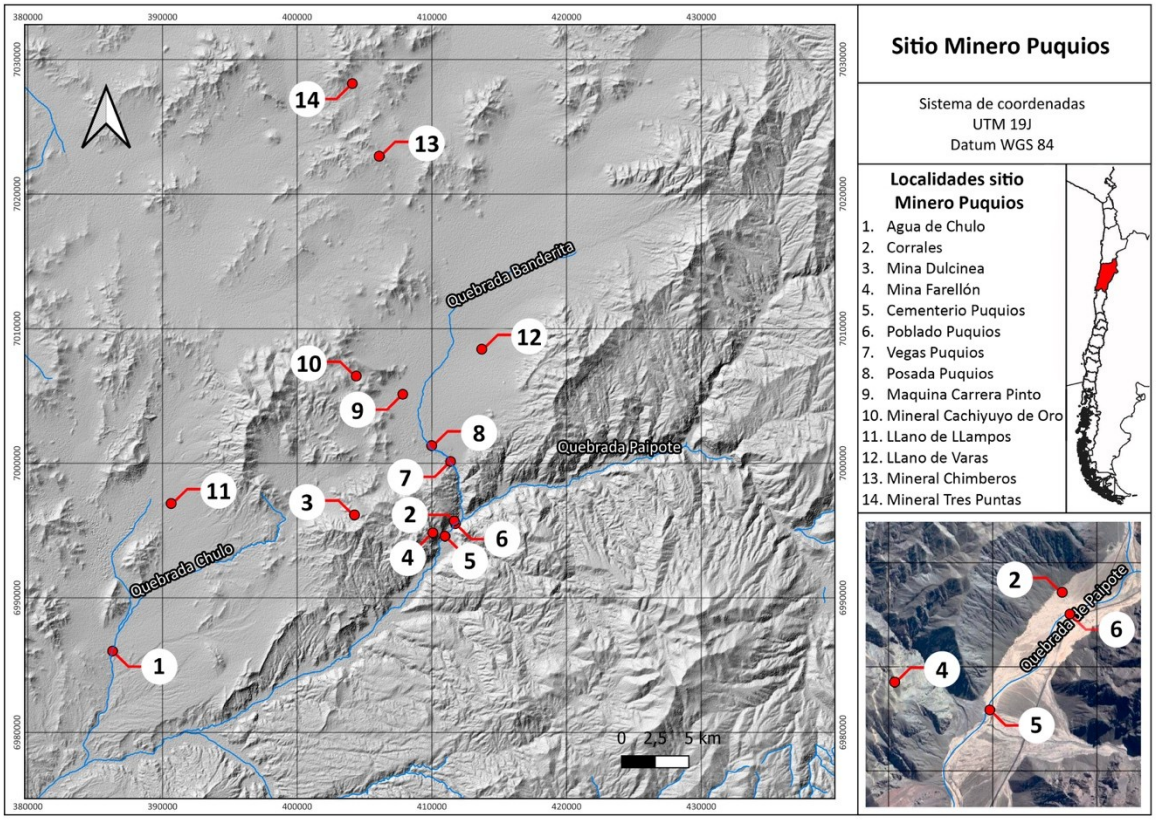


FIGURA 1. Ubicación de Puquios. Fuente: autores, 2026

En un macro contexto, Puquios se localiza al sur de Llano de Varas, planicie árida y extensa con importantes yacimientos mineros históricos a su alrededor como Inca de Oro, Tres Puntas y Carrera Pinto. Al sur se encuentra la sierra de Puquios, cordón montañoso que genera un límite natural entre el Llano y la quebrada de Paipote, donde se ubica el sitio de Puquios. La quebrada de Paipote no cuenta con cursos de agua superficiales; sin embargo, estos se activan con caudales poco abundantes por efecto de deshielos o lluvias estivales, los que además pueden crecer con carácter aluvional (Juliá *et al.*, 2008); por este motivo, los diversos hitos que conforman el sitio minero de Puquios - su aldea, cementerio y corrales- son muy vulnerables al periódico flujo de aluviones.

En el sitio de Puquios se han llevado a cabo diversos ciclos mineros, principalmente el ciclo de la plata y el cobre desde principios del siglo XIX hasta mediados del XX (Espech, 1897), en donde en un contexto global, las demandas de cobre iban en aumento asociadas a los procesos de implementación de electrificación urbana, telégrafos y redes eléctricas industriales en las últimas décadas del siglo XIX (Culvert y Reinhart, 1989).

En 1809 se descubre la veta del mineral de Puquios, atribuido a Ambrosio de Mercado, marcando el inicio del ciclo de la plata en Atacama (Sayago, 1874). Así, a mediados del siglo XIX se consolidó una red de rutas mineras que conectaban la quebrada de Paipote con Copiapó, el principal núcleo urbano de la región.

En este contexto de movilidad destaca el desarrollo ferroviario del sitio con la línea Paipote a Puquios, que corresponde a un ramal del ferrocarril de Copiapó, el cual entró en operaciones en 1871. Este ramal servía a diversos enclaves mineros de la zona, generando una red de movilidad de gran importancia para el auge minero y comercial del distrito.

La primera mención explícita de la aldea de Puquios aparece en el Censo de Población de 1875, en el cuadro de población general del Departamento de Copiapó, contando con 257 habitantes. Ya en el siglo XX, el área de Puquios fue registrada en diversas publicaciones y censos, destacando el Censo de 1907, documentándose por primera vez su población desglosada por género, dando así un panorama detallado de la demografía del asentamiento, contando en este año con 1.216 hombres y 773 mujeres, cifra que evidencia el rol femenino en los sitios mineros de Atacama a inicios del siglo XX. Los censos posteriores (1930-1960) dan cuenta del progresivo despoblamiento de Puquios, posiblemente vinculado al fin del ferrocarril, modernización regional y el auge urbano de Copiapó.

Ya hacia 1950 se encuentran los últimos registros de ocupación del sitio, reconociendo a través de testimonios orales la presencia de oficinas de carabineros y telégrafo, sin contar con habitantes permanentes en esta fecha.

En la actualidad, el sitio se encuentra conformado por una serie de elementos arquitectónicos en estado de ruina (FIGURA 2), los cuales fueron sustento de la vida en el mineral y reflejo de la empresa de habitar el desierto.



FIGURA 2. Situación actual sitio minero de Puquios. Fuente: autores, 2025

2. Metodología

El estudio del sitio se aborda desde una perspectiva multiescalar e interdisciplinaria, basada en el análisis territorial; el estudio de las estructuras arquitectónico-constructivas del sitio y el estudio arqueológico de sus restos materiales en superficie. Teniendo presente lo postulado por la Carta del Patrimonio Industrial de Nizhny Tagil, en donde identifica este tipo de patrimonio como

los "*restos de la cultura industrial que poseen un valor histórico, tecnológico, social, arquitectónico o científico (…) así como los sitios donde se desarrollan las actividades sociales relacionadas con la industria*" (ICOMOS, 2003: 1).

Para esto, preliminarmente se han considerado tres grandes hitos territoriales que conforman el sitio minero de Puquios: la aldea, su cementerio, ubicado al poniente de la aldea y una zona de corrales ubicada al norte del cementerio.

Como parte del análisis territorial del sitio y su inserción en el paisaje arqueológico y cultural, la metodología se centró en el trabajo de *campo in situ*, recopilando información que luego fue sistematizada en trabajo de gabinete. Además, se consideró la revisión de antecedentes bibliográficos, junto con fotointerpretación de imágenes satelitales usando el programa *Google Earth*, lo cual se empleó para identificar a macro escala, los diversos asentamientos y rasgos del territorio en donde se inserta el sitio minero de Puquios. Complementado con la información proveniente de fuentes geográficas primarias, se establecieron vínculos y formas de conectividad entre asentamientos sincrónicos en el tiempo, así como un primer acercamiento a su vigencia cronológica.

Por otro lado, se elaboraron planimetrías de los tres hitos territoriales (aldea, cementerio y corrales) a través de fotogrametría con vuelo en dron y ortofotografías.

En cuanto al análisis arquitectónico y constructivo, el estudio se organizó identificando los sistemas constructivos en el sitio, para luego generar un levantamiento planimétrico y fotogramétrico de paramentos representativos. Se aplicó la metodología propuesta por Roberto Parenti (1995) abocada al análisis en elevación de los muros estudiados utilizando ortofotos. En segunda instancia, se caracterizaron los sistemas constructivos, reconociendo los elementos necesarios para analizar su factura. Para cada sistema se realizó un plano de detalle, tomando como referencia una zona delimitada de 100x150 cm (Parenti, 1995).

Con los antecedentes históricos, constructivos y territoriales, desde una perspectiva cronológica, se establecen momentos históricos que conducirán la lectura temporal del sitio minero de Puquios desde la geohistoria, territorio y restos materiales del lugar.

Finalmente, para el estudio de los restos materiales en superficie, se generó una sistematización y espacialización de estos restos, a partir de lo observado *in situ* en ejercicios de prospección arqueológica por el sitio. Así, la concentración de determinados restos materiales da luces sobre los modos de ocupación de las diversas zonas de Puquios.

El análisis de los restos materiales del sitio minero se analiza con el objetivo de identificar las entidades arqueológicas adscritas a los diversos momentos históricos del sitio. Estos restos materiales se dividen en cuatro ámbitos de actividad: actividad minera, movilidad, infraestructura ferroviaria y conjuntos arquitectónicos. Así mismo, los restos materiales son analizados estadísticamente según su frecuencia absoluta (FA), correspondiente a la cantidad de veces que se repite un dato dentro de un conjunto y su frecuencia relativa (FR), referente a la proporción de un dato particular en función del total de datos recopilados.

Con los análisis realizados, se procedió a generar una discusión de resultados en torno a la construcción del hábitat minero en un territorio hostil como lo es la precordillera de Atacama en pleno desierto. Con el cruce de antecedentes se obtuvo una mirada amplia con respecto a los procesos de ocupación y desocupación de Puquios, sus factores internos y externos que repercutieron directamente con el desarrollo minero de la región de Atacama y de Chile.

3. Resultados

3.1 Análisis territorial del sitio minero Puquios

A partir de los antecedentes documentales del sitio, junto con el ejercicio de fotointerpretación, se pudo establecer el correlato entre las evidencias materiales y la geografía histórica del sitio de Puquios, especialmente en lo referente a los asentamientos que le conforman y su vigencia temporal, testigos materiales de la época de apogeo del sitio minero en la transición entre el siglo XIX y principios del XX.

De esta manera, en lo referente a las evidencias vinculadas a la actividad minera en la serranía de Puquios, se observan tres grandes grupos: centros de procesamientos de minerales, posadas y sistemas de circulación. Este conjunto de evidencias se relaciona con la mina de cobre Dulcinea (1854), parte de la Copiapó *Miningn Company Limited* (Bowman, 1942; Gandarillas, 1915; Rees Jones, 2016; Yungue, 1905).

Con respecto a los centros de procesamiento de mineral, estos se concentran al suroeste del Llano de Varas. Se reconocen cuatro establecimientos (FIGURA 1), que se interpretan como la Maquina Atacama, construida en 1865 (San Román, 2012), La Máquina Carreta Pinto y el Ingenio Zelaya, ambas datadas hacia la segunda mitad del siglo XIX.

Las evidencias relacionadas con posadas o postas se limitan a un conjunto arquitectónico con corral identificado mediante fotointerpretación en la quebrada de Chulo, cercano a la aguada de Llampos y que podría corresponder a los establecimientos descritos por Philippi (2008 [1860]) y Treutler (1958) en la ruta entre Tres Puntas y Copiapó.

Por su parte, las evidencias relacionadas con los sistemas de circulación hacen relación a senderos troperos, caminos carreteros, vías férreas y andariveles. Respecto a los senderos troperos y caminos carreteros, la mayor parte de sus evidencias se concentra en el Llano de Varas. Al cotejar el comportamiento de estos rasgos con las vías descritas por fuentes históricas, es posible establecer el correlato con rutas con conectividad regional y local. Por ejemplo, el camino carretero que unía Copiapó con mineral de Tres Puntas, vía habilitada para el tráfico de recuas de mulas, carretas tiradas por mulas y birlochos.

De esta manera, se observa en la zona un conjunto de senderos troperos que conectaba el sector de la mina Republicana con la fundición de vegas de Puquios, ambas de propiedad de la Copiapó *Miningn Company Limited* (Rees Jones, 2016).

Se reconocen evidencias de dos andariveles. El primero se corresponde al de la mina Descubridora con su plantel experimental de concentrados de cobre, en el extremo suroeste del Llano de Varas (Yungue, 1905). El segundo corresponde al que conectaba la mina Sofía con el ramal de ferrocarril de Puquios, al surponiente de la aldea homónima y que comenzó sus operaciones con posterioridad a 1910.

Desde una perspectiva diacrónica, el desarrollo del distrito minero de Puquios, entre mediados del siglo XIX y las primeras décadas del XX, revela una evolución marcada por el desarrollo minero, la infraestructura de plantas de beneficio, el desarrollo vial y la consolidación del ferrocarril. Se distinguen cinco momentos clave que permiten comprender la transformación progresiva de este espacio productivo y sus formas de conexión, hasta su paulatino abandono. El primer momento (1848–1870) corresponde a la fase inicial de explotación de oro y cobre. Se instalan los primeros centros de beneficio como la Máquina Atacama y el establecimiento de Puquios. La conectividad se sostenía principalmente mediante caminos de carretas entre Copiapó y Tres Puntas, con posadas en puntos estratégicos y un sendero tropero que conectaba los enclaves mineros con los centros de procesamiento y el litoral.

El segundo momento (1871-1900) se inicia con la llegada del ferrocarril en 1871, se reestructura el sitio en su escala de movilidad y equipamiento. El poblado de Puquios se consolida con servicios asociados a la minería. El ferrocarril reemplaza parcialmente los antiguos caminos, pero estos aún articulan conexiones con diversos sectores del distrito. Este período se contextualiza también en un panorama político regional y nacional con la Revolución de 1859, alzamiento del partido Liberal gestada en Atacama que exigía medidas de descentralización y autonomía económica (Fernández, 2015), poniendo el desarrollo del sitio minero en un contexto mayor en cuanto a su territorio, política y economía.

Durante el tercer momento (1900–1920), el auge del cobre, liderado por la mina Dulcinea, eclipsa a la minería aurífera. Se integran andariveles y ferrocarriles para el traslado de mineral, consolidando una red de transporte compleja y eficiente. El poblado de Puquios se mantiene como eje logístico fundamental.

El cuarto momento (1920-1950) representa la consolidación del sitio minero, destacando la integración de diversos medios de transporte y el fortalecimiento del rol articulador del poblado de Puquios, en un contexto de creciente especialización minera y conectividad regional. De forma paralela, en este período ocurre el terremoto de 1922, que causó gran destrucción del sitio y procesos de reconstrucción de su infraestructura, evidenciando factores naturales que afectan directamente a la consolidación del sitio.

El quinto momento y final (1950-1980) se corresponde con el progresivo abandono del sitio minero de Puquios y el desmantelamiento de plantas de beneficio. Esto responde a lógicas de migración a centros urbanos de la región de Atacama y a motivos internos como la baja de la ley de cobre en el sitio, llegando hasta la actualidad como el asentamiento deshabitado que se puede observar. Este momento también se entiende por la acción de fuerzas externas asociadas a cambios en la movilidad con la puesta en marcha del Ferrocarril Longitudinal Norte (Vassallo y Matus, 1943), red ferroviaria que unía al país en un ramal norte - sur, y que, al no incluir Puquios en su trazado, generó cambios en las lógicas de movilidad del sitio, colaborando así con la reducción de su población, equipamiento y servicios.

En lo que respecta el análisis espacial y arquitectónico del sitio minero de Puquios, este se centra en los tres hitos territoriales emplazados en la quebrada de Paipote.

La aldea se ubica en la quebrada en un eje oriente-poniente, articulada por una única vía principal, paralela a la línea del tren del ramal Paipote-Puquios (FIGURA 3). Su configuración es lineal, en contraste con el modelo de damero utilizado en la fundación de ciudades en América. Se distinguen distintas zonas: residenciales, de equipamiento, ferroviarias, de beneficio minero y basurales.



FIGURA 3. Ortofotografía y planimetría aldea de Puquios. Fuente: autores, 2025

La zona residencial y de equipamiento está compuesta por edificaciones de un nivel, con muros medianeros y fachadas hacia la calle principal. La aldea se caracteriza por su ausencia de plaza o placilla, como en el modelo colonial español de damero y también presente en otros sitios mineros como el caso de Tres Puntas (Treutler, 1958).

La zona ferroviaria, al sur de la aldea, incluye un patio de maestranza delimitado por un muro de tapial. Se identifica además el trazado ferroviario, un durmiente, basamentos de

edificaciones y corredores y un fragmento de tornamesa de piedra y hormigón.

Las zonas de beneficio minero se ubican dispersas en los extremos oriente y poniente de la aldea. Se caracterizan por estructuras de soporte para maquinaria, piscinas de flotación de mineral, pozos de agua de uso industrial y plataformas de trabajo.

Se identifican dos basurales en los extremos norte y sur de la aldea, retirados de las zonas residenciales. No presentan edificaciones, pero contienen objetos desechados, los que proporcionan valiosa información sobre los modos de vida y consumo de sus habitantes.

El segundo hito, correspondiente al cementerio de Puquios (FIGURA 4), se ubica a 1,2 km al sur poniente de la aldea. Se compone por un polígono rectangular de 2.890 m^2, delimitado por sus cuatro fachadas por un muro de adobe, con un único acceso por su costado oriente.



FIGURA 4. Ortofotografía y planimetría cementerio de Puquios. Fuente: autores, 2025

Uno de sus elementos singulares son dos recintos en su acceso, cuyo uso pudo haber estado asociado a espacios de oratorio, propios del rito funerario. Arquitectónicamente, destaca la ejecución de sus muros perimetrales, que cuentan con un zócalo de piedra además de pilastras, elementos únicos al compararse con otros cementerios de sitios mineros de la época en Atacama.

La zona de corrales se emplaza adyacente al cementerio de Puquios en su costado norte, en el inicio de la quebrada de la mina Farellones (FIGURA 5). Se compone de tres grandes estructuras construidas en pirca de piedra con uso de corrales de animales y canchas. Los corrales corresponden a espacios abiertos delimitados por muros de piedra de mediana altura, mientras que las canchas son recintos abiertos con pavimento de piedra, generalmente de formas rectangulares, construidos para acopiar mineral.

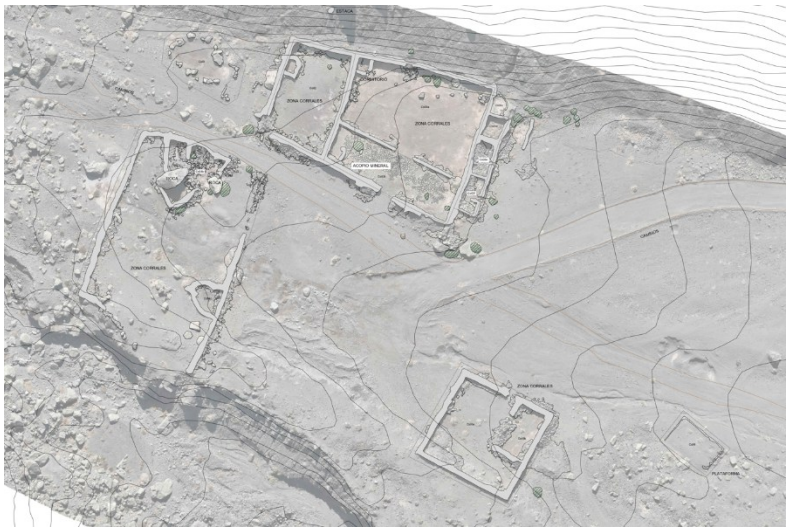


FIGURA 5. Ortofotografía y planimetría zona de corrales. Fuente: autores, 2025

3.2 Análisis constructivo

El sitio de Puquios se encuentra conformado por una serie de restos de muros, que sólo en pocos casos logran conformar un paralelepípedo, encontrándose en la mayor parte de los casos sueltos e incompletos. En estos elementos, las técnicas identificadas son predominantemente albañilería de adobe, tapial, mampostería de piedra y, sólo en casos puntuales, hormigón macizo. Como terminaciones, se encontraron revoques gruesos y finos de tierra y aislación de techumbre en base a tierra y fibra vegetal.

3.2.1 Muros de adobe

El adobe es una técnica consistente en una albañilería simple conformada por bloques elaborados con tierra, fibras vegetales y agua, que se unen entre sí con una argamasa a base de tierra, con terminación interior y exterior de revoque de tierra (FIGURA 6). La mezcla con la que están elaborados los adobes de Puquios, es de tierra con características limosas, con piedrecillas del suelo del entorno inmediato y sin fibra vegetal; estas condiciones hacen que los bloques posean baja resistencia y tiendan a disgregarse.

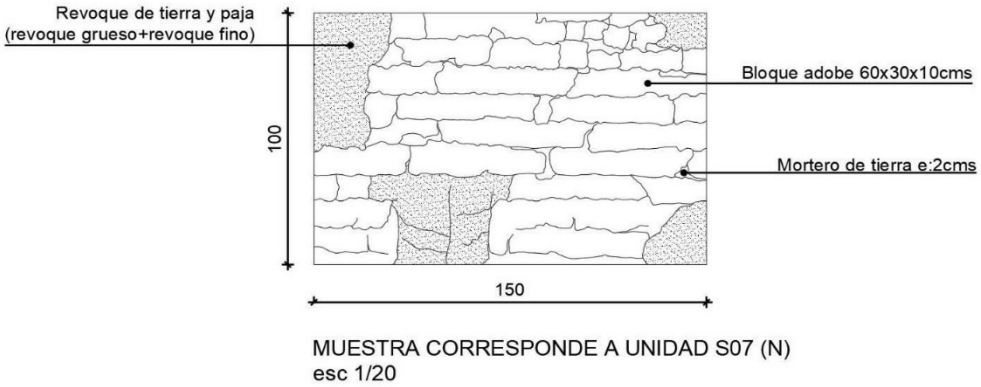


FIGURA 6. Detalle del aparejo del adobe. Fuente: autores, 2025

En Puquios se encuentran diversos muros de adobe, sin existir una relación directa entre usos de los recintos y la técnica constructiva. Los bloques poseen dimensiones aproximadas de 60x30x10cms, medida estándar en Chile. Sin embargo, debido a su alto grado de erosión, las medidas hoy se presentan irregulares (FIGURA 7).

La disposición de los bloques en muros o aparejo es a soga, es decir, con el lado más largo del bloque en dirección paralela al muro, con un solo bloque por hilada, generando un espesor de 30 cm con un alto promedio de 2,45 m.

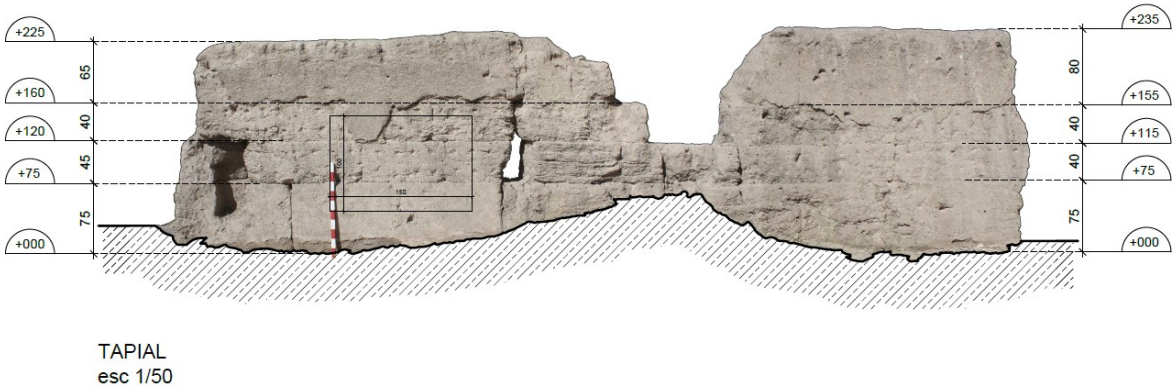


FIGURA 7. Ortofotografía de elevación de muro construido en adobe. Fuente: autores, 2025

3.2.2 Muros de tapial

Los muros de tapial se encuentran en diversos recintos del sitio de Puquios. Al igual que el adobe, no se identificó una relación directa entre usos de recintos, cronología y técnica constructiva, usándose indistintamente en diversos tipos y partes de inmuebles.

El tapial (también llamado tapia o tierra apisonada) es un bloque monolítico de tierra compactada con un pisón al interior de un encofrado (FIGURA 8). Es una técnica presente en zonas donde el agua es escasa y las tierras poseen baja cantidad de arcillas y granulometría heterogénea, con presencia de partículas de dimensiones mayores (Jorquera, 2022).

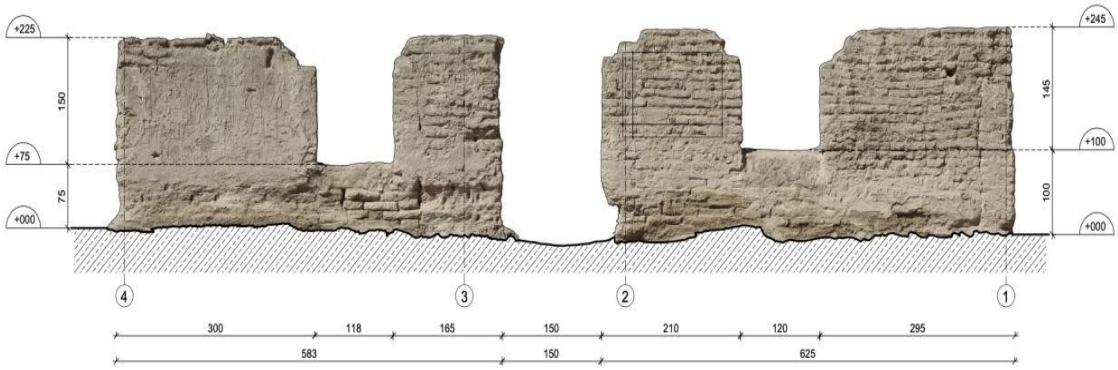


FIGURA 8. Ortofotografía de elevación de muro construido en tapial. Fuente: autores, 2025

Siendo conformado por bloques de gran tamaño, en el tapial es difícil lograr un aparejo adecuado con los muros perpendiculares debidamente trabados entre sí; esta condición en el sitio ha sido resuelta con el uso de un textil de arpillera de Yute (*Corchorus capsularis*) dispuesto horizontalmente entre los bloques de tapial (FIGURA 9), logrando unir los paramentos perpendiculares.



FIGURA 9. Detalle tapial con textil de arpillera entre sus bloques. Fuente: autores, 2025

3.2.3 Muros de mampostería de piedra

Los muros de mampostería de piedra corresponden a la técnica también conocida como muro 'a saco', que consiste en dos paramentos externos de piedra semi labrada, de forma irregular (aprox. 30x20 cm), unidas con mortero de tierra y con un núcleo interior de piedras pequeñas y abundante argamasa (FIGURA 10).

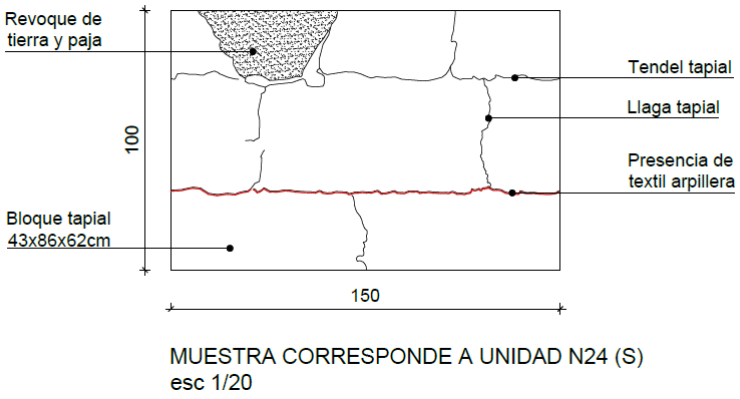


FIGURA 10. Ortofotografía de muro de piedra con argamasa de tierra. Fuente: autores, 2025

En el sitio de Puquios, esta técnica se emplea en bases de muros residenciales, corrales y recintos industriales. Destaca la regularidad de las hiladas y el correcto nivel, aunque su resistencia estructural frente a sismos es baja, debido a la escasa cohesión de la argamasa, además de no contar con ningún dispositivo adicional en la conformación del muro que colabore ante los esfuerzos dinámicos generados por sismos o viento (FIGURA 11).

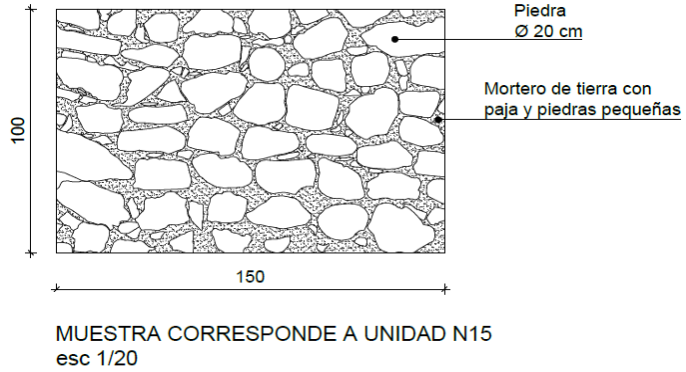


FIGURA 11. Detalle muro de pirca de piedra con argamasa de tierra. Fuente: autores, 2025

3.3 Análisis de los ámbitos de actividad y restos materiales muebles

3.3.1 Análisis de los ámbitos de actividad

La recopilación y análisis de antecedentes bibliográficos relativos a asentamientos en el sitio minero de Puquios permitió identificar un total de 236 entidades arqueológicas adscritas a los cinco momentos históricos identificados (TABLA 1). Los ámbitos de actividad y sus restos son un testimonio material principalmente del auge del sitio minero entre el segundo y cuarto momento (1871 – 1950); sin embargo, también se puede apreciar evidencia del primero a través de los caminos de carretas y senderos.

TABLA 1. Sistematización elementos arqueológicos por actividad. Fuente: autores, 2025

ÁMBITO ACTIVIDAD	ELEMENTO	FRECUENCIA ABSOLUTA (FA)	FRECUENCIA RELATIVA (FR)
Actividad minera	Campamento minero	7	3,0
	Piso emplantillado	2	0,8
	Estructura combustión	2	0,8
	Mina histórica	32	13,6
	Pique minero	2	0,8
	Senda	10	4,2
Movilidad	Botella vidrio aislada	3	1,3
	Camino carreta	24	10,2
	Locus basura histórica	3	1,3
	Rasgo vial indeterminado	9	3,8
	Sendero	35	14,8
	Zooarqueológico	10	4,2
Infraestructura ferroviaria	Impronta/terraplén vía férrea	12	5,1
Conjuntos arquitectónicos	Conjunto arquitectónico	85	36,0
	TOTAL	236	100,0

La categoría de actividad minera abarca el 23,3% (N=55) de la muestra y se compone por minas históricas, campamentos mineros, entre otros. Las minas históricas, se encuentran conformadas por campamentos constituidos por conjuntos arquitectónicos de planta cuadrangular o

cuadrangular irregular, de uno o más recintos adyacentes, construidos con muros de rocas y emplazados en laderas de baja pendiente. Estas edificaciones se encuentran adyacentes a labores mineras, en forma de piques, socavones o labores a tajo abierto.

Las actividades de movilidad abarcan el 35,6% (N=84) de la muestra e incluye senderos troperos, caminos de carreta, rasgos viales indeterminados, entre otros. Los senderos troperos se presentan en forma de franjas ocupadas por varias sendas de desarrollo ondulante. Los caminos carreteros, en tanto, se presentan con una calzada conformada por tres o más surcos, lineales y paralelos entre sí. Los basurales históricos se conforman por concentraciones acotadas de restos que incluyen botellas de vidrio fragmentadas, latas de conserva y fragmentos de loza, vestuario femenino y masculino, comprendiéndose como restos descartados en labores al acomode de cargas en tránsito. A lo anterior se suman restos zooarqueológicos de mamíferos posiblemente vacunos o equinos, los cuales se presentan parcialmente esqueletizados o en partes anatómicas aisladas.

La infraestructura ferroviaria alcanza el 5,1% (N=12) y se manifiesta a través de improntas y/o terraplenes de vías férreas, vinculadas al desarrollo del ramal Paipote a Puquios.

Los conjuntos arquitectónicos alcanzan el 36,0% (N=85). Son estructuras de planta subcircular irregular, de uno o dos recintos, con muros de mampostería de piedra, sin elementos materiales diagnósticos en superficie. Sin descartar su adscripción prehispánica, la concentración de espacios en donde abundan las evidencias de movilidad histórica plantea su relación con refugios de pernocte o de apoyo logístico para desplazamientos en baja escala.

3.3.2 Análisis de restos materiales muebles e inmuebles en la Aldea de Puquios

Las actividades de terreno en la aldea de Puquios y entorno inmediato permitieron documentar 60 puntos de registro, que se desglosan en 34 puntos relacionados con evidencias inmuebles y 26 puntos de registro de elementos muebles (FIGURA 12).



FIGURA 12. Restos materiales muebles del sitio minero Puquios. Fuente: autores, 2025

En lo referente a la funcionalidad identificada a partir de las evidencias muebles e inmuebles documentados, los más representados se relacionan con actividades domésticas, con un 41,7% (N=25) de la muestra. Las evidencias de este tipo se relacionan con la preparación y consumo de alimentos: latas, fragmentos de loza y botellas de vidrio, restos de arqueofauna con cortes de sierra, restos vegetales, restos malacológicos, entre otros elementos como vestuario y juguetes. Es altamente probable que gran parte de estos bienes ingresaron al poblado a través del ferrocarril, lo cual habla de la importancia de este medio de transporte en las dinámicas de aprovisionamiento de recursos para el distrito.

En un 18,3% (N=11) de los casos se reconocieron puntos interpretados como campamentos mineros, caracterizados por conjuntos arquitectónicos de uno o dos recintos, de planta cuadrangular, muros de roca sin cantear, con relleno de sedimentos y argamasa de tierra. Se suelen emplazar a los pies de la ladera de cerro, por lo que fue necesario terraplenar este espacio, en donde el muro posterior sirve como muro de contención y cierre posterior de los recintos.

El abastecimiento de agua se presenta en un solo punto (1,7%), correspondiente a un pozo de agua, conformado por una plataforma de planta circular, de piedra y enlucido de barro. El pozo, situado en medio de esta plataforma, presenta sección cilíndrica, también con enlucido de barro. La presencia de este pozo, sumado al antecedente de la inexistencia de fuentes de agua para el consumo humano en este tramo de la quebrada de Paipote (Felsch, 1922), lleva a suponer que se trata de una fuente relacionada con procesos industriales.

4. Discusión de los resultados

Tras el análisis de los resultados obtenidos, se evidencian cuatro ejes desde los que se puede generar una lectura integral del sitio de Puquios en su período de auge y su evolución a partir de los restos materiales que hoy se pueden observar: el eje territorial; el eje histórico; el eje constructivo y el eje arqueológico.

Desde el eje territorial, el estudio del sitio minero de Puquios releva la gran importancia del emplazamiento geográfico que posee el enclave, el cual propició tanto la forma de adecuar el territorio a los requerimientos de ocupación como las propias actividades extractivas que definieron su existencia. Así, la ubicación estratégica del sitio minero de Puquios fue sustento de una vigorosa red de movilidad que definió tanto la economía como los modos de vida del poblado y sus alrededores durante su ocupación, vinculándose con otros poblados como Carrera Pinto, Tres Puntas y Copiapó. De esta manera, la condición territorial evidencia en una primera instancia la ardua tarea de emplazarse en la cordillera de Atacama, adaptándose a un ambiente hostil en función de la extracción minera.

En cuanto al eje histórico, se puede comprender el desarrollo, auge y decaimiento del sitio minero de Puquios a través de una lectura tecnológica, en donde los vestigios materiales del sitio, junto con las crónicas y documentos analizados dan cuenta de un enclave que superpuso una alta tecnología en los aspectos extractivos (andariveles, uso del hormigón, entre otros) en contraposición con una persistencia de las tecnologías tradicionales y vernáculas en la configuración del hábitat.

Con relación al eje arquitectónico constructivo, este representa una perspectiva de alta relevancia en el sitio, ya que la gran mayoría de los vestigios materiales que permanecen en la actualidad corresponden a elementos arquitectónicos, a partir de los cuales es posible comprender las dinámicas de uso y adaptación del territorio para generar un núcleo extractivo y habitacional. De esta manera, el uso del adobe, el tapial y la mampostería en piedra generan un reflejo de un momento tecnológico en la región de Atacama, entregando relevante información sobre los métodos de construcción en un territorio con grandes condicionantes debido al escaso acceso al agua, a madera y a fibras vegetales.

El eje arqueológico en el sito de Puquios evidencia una alta actividad y movilidad en el sitio, dando cuenta con elementos y artefactos

tanto del uso doméstico como de los procesos extractivos, la ocupación que tuvo el enclave minero. Además de los objetos en superficie, las modificaciones y huellas generadas en el territorio, tales como caminos, redes de andariveles, senderos, entre otros, otorgan una valiosa información para comprender los usos y dinámicas de ocupación en un contexto territorial macro.

Con lo anterior se evidencia la condición de un paisaje cultural minero, leído desde la perspectiva de Sauer (1925: 309) en donde este "*se crea a partir de un paisaje natural por un grupo cultural. La cultura es el agente, la naturaleza es el medio, el paisaje cultural es el resultado*". Con esto, es posible entender los indisolubles lazos entre la construcción del hábitat minero, el territorio en donde se emplaza y las condicionantes históricas en el cual se inscribe.

5. Conclusiones

De la investigación realizada, cobra especial relevancia las relaciones del territorio y su condición geográfica para el desarrollo de la minería en la proeza de habitar, construir y producir en entornos áridos, como lo es el desierto de Atacama.

Así, el habitar en zonas áridas revela una superposición de capas: desde lo material, expresado en las estructuras construidas, hasta lo inmaterial, manifestado en las formas de vida y prácticas cotidianas que configuran la experiencia de habitar en estos territorios.

En este contexto, la puesta en valor de las técnicas constructivas empleadas en la construcción de viviendas y equipamiento como expresión de saberes arraigados al territorio en superposición con la utilización de tecnologías estandarizadas como el hormigón para las zonas extractivas del mineral.

La mirada sobre los vestigios muebles e inmuebles de este sitio minero, desde distintas escalas, aporta al entendimiento del fenómeno del urbanismo asociado a actividades mineras en espacios con escasos medios para su subsistencia, al tiempo que permite visibilizar su trayectoria histórica especifica. De esta manera, a macro escala, muestra un gran dinamismo, con profundos cambios en el patrón de asentamiento y conectividad en un lapso de 150 años. A microescala, la amplia gama de restos muebles depositados en el asentamiento son un testimonio elocuente de diversos ámbitos de la vida cotidiana de sus habitantes, así como el acceso que tenían a una serie de productos y mercaderías, de origen local como foráneo. Esto último, a su vez, permite vislumbrar las amplias redes de comunicaciones en la que se encontraba inserto el asentamiento minero, a pesar de situarse en medio del desierto.

Finalmente, es importante destacar, tras los hallazgos de vestimenta, juguetes y objetos, la epopeya de mujeres, hombres, niñas y niños en la hazaña de habitar una de las zonas más áridas del planeta, modificando el paisaje circundante para construir y producir en torno a la actividad minera.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen al proyecto FONPAT "Puesta en valor del sitio minero de Puquios. Aproximaciones desde el territorio, la arqueología y las comunidades" folio 83277 de la convocatoria 2023, financiado por el Fondo del Patrimonio Cultural del Ministerio de las Culturas, las Artes y el Patrimonio de Chile.

7. Referencias citadas

BOWMAN, I. 1942. *Los senderos del desierto de Atacama*. Imprenta Universitaria. Santiago, Chile.

CULVERT, W. & C. REINHART. 1989. "Capitalist dreams: Chile's response to nineteenth-century world copper competition". *Comparative Studies in Society and History*, 31(4): 722-744.

ESPECH, R. 1897. *El jubileo de Atacama. Estudio sobre la situación económica de esta Provincia a través de cincuenta años*. Imprenta de 'La Gaceta'. Santiago, Chile

FELSCH, J. 1922. "El abastecimiento con agua subterránea del ferrocarril longitudinal, entre Copiapó y Pueblo Hundido". *Boletín SONAMI*, 276: 167-182.

FERNÁNDEZ, J. 2015. "Guerra, militarización y caudillismo en el norte chileno: el caso de Copiapó en la Guerra Civil de 1859". *Economía y Política,* 2(2): 41-75.

GANDARILLAS, J. 1915. "Bosquejo del estado actual de la industria minera del cobre en el extranjero y en Chile". *Boletín SONAMI*, 219: 357-419.

ICOMOS. 2003. *Carta de Nizhny Tagil sobre el Patrimonio Industrial*. Consejo Internacional de Monumentos y Sitios (ICOMOS). Moscú, Rusia.

JORQUERA, N. 2022. *Patrimonio chileno construido en tierra*. Ediciones ARQ. Santiago, Chile.

JULIÁ, C.; MONTECINOS, S. y A. MALDONADO. 2008. "Características climáticas de la Región de Atacama". En: F. SQUEO; G. ARANCIO y J. GUTIÉRREZ (eds.), *Libro rojo de la flora nativa y de los sitios prioritarios para su conservación: Región de Atacama*, pp. 25-42. Universidad de La Serena. La Serena, Chile.

PARENTI, R. 1995. "Historia, importancia y aplicaciones del método de lectura de paramentos". *Informes de la Construcción*, 46(435): 19-29.

PHILIPPI, R. 2008. (1860). *Viaje al desierto de Atacama*. Biblioteca Fundamentos de la Construcción de Chile. Santiago, Chile.

REES JONES, R. 2016. *Carlos Lambert y la innovación tecnológica en la industria del cobre de Chile durante el siglo XIX*. Editorial Ricaventura. Santiago, Chile.

SAN ROMÁN, F. 2012. *Desierto y cordilleras de Atacama*. Biblioteca fundamentos de la construcción de Chile. Santiago, Chile.

SAUER, C. 1925. "The Morphology of Landscape". *Geography*, 2: 19-54.

SAYAGO, C. M. 1874. *Historia de Copiapó*. Imprenta de 'El Atacama'. Copiapó, Chile.

TREUTLER, P. 1958. *Andanzas de un alemán en Atacama - 1852-1858*. Editorial del Pacífico. Santiago, Chile.

VASSALLO, E. y C. MATUS. 1943. *Ferrocarriles de Chile: historia y organización*. Rumbo. Santiago, Chile.

YUNGUE, G. 1905. *Estadística minera en 1903. Tomo I*. Imprenta, Litografía y Encuadernación Barcelona. Santiago, Chile.

Lugar y fecha de finalización del artículo:
La Serena, Chile; noviembre, 2025

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2) 2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: diciembre, 2025/ Aceptado: marzo, 2026
pp. 494-507 /

Geografía electoral: una herramienta para abordar los giros políticos

Geografia eleitoral: uma ferramenta para analisar as mudanças políticas

Electoral geography: a tool for analyzing political shifts

Israel Cabeza-Morales y Andrés Felipe Bautista Vargas
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC)
Tunja, Departamento de Boyacá, Colombia
israel.cabeza@uptc.edu.co; andres.bautista@uptc.edu.co

Cabeza-Morales: https://orcid.org/0000-0002-0872-990X
Bautista-Vargas: https://orcid.org/0000-0001-7781-2072

Resumen

En el artículo se analiza la forma como se ha concebido la geografía electoral, en el marco de la geografía política, sus alcances y enfoques, con el fin de dar cuenta de su pertinencia en la actualidad, particularmente para evitar aproximaciones parcializadas a los fenómenos de la realidad. Metodológicamente es un trabajo de revisión y reflexión, para entender la relevancia del campo temático a la luz de las dinámicas locales y globales contemporáneas. Se concluye que la geografía electoral es un nicho de oportunidad para posicionar el alcance tanto de la geografía política como de la geografía en general, para la comprensión de las dinámicas espacio territoriales; igualmente, que la poca existencia de trabajos de geografía electoral en Latinoamérica, está asociada a las dinámicas de la comunidad de geógrafos y el interés por otro tipo de temáticas, entre las cuales se destaca la geopolítica.
PALABRAS CLAVE: geografía electoral; geografía; dinámicas espacio territoriales.

Resumo

Este artigo analisa como a geografia eleitoral tem sido concebida no âmbito da geografia política, seu escopo e abordagens, a fim de demonstrar sua relevância atual, particularmente para evitar abordagens enviesadas a fenômenos do mundo real. Metodologicamente, trata-se de um trabalho de revisão e reflexão, buscando compreender a relevância desse campo temático à luz das dinâmicas locais e globais contemporâneas. Conclui que a geografia eleitoral apresenta uma oportunidade para posicionar o escopo tanto da geografia política quanto da geografia em geral para a compreensão das dinâmicas espaciais e territoriais. Além disso, a escassez de estudos de geografia eleitoral na América Latina está associada à dinâmica da comunidade de geógrafos e ao seu interesse por outros temas, entre os quais se destaca a geopolítica.
PALAVRAS-CHAVE: geografia eleitoral; geografia; dinâmicas espaciais e territoriais.

Abstract

This article analyzes how electoral geography has been conceived within the framework of political geography, its scope, and approaches, in order to demonstrate its current relevance, particularly to avoid biased approaches to real-world phenomena. Methodologically, it is a work of review and reflection, seeking to understand the relevance of this thematic field in light of contemporary local and global dynamics. It concludes that electoral geography presents an opportunity to position the scope of both political geography and geography in general for understanding spatial and territorial dynamics. Furthermore, the scarcity of electoral geography studies in Latin America is associated with the dynamics of the geographers' community and their interest in other topics, among which geopolitics stands out.
KEYWORDS: electoral geography; geography; spatial-territorial dynamics.

1. Introducción

"Pensamos demasiado en términos de historia,
personal o universal,
pero los devenires pertenecen a la geografía,
son orientaciones, direcciones, entradas y salidas"
Deleuze

La geografía, como estudiosa de las dinámicas del espacio, ha tenido una particular relación con la temporalidad como clave para comprender lo espacial que, en escenarios recientes, ha sido enriquecido por lo territorial; de este modo, gran parte de la narrativa al interior de la disciplina se ha centrado en lo constitutivo de los ámbitos que soportan la estructura relacional que sostiene lo territorial, desdibujando la pertinencia de lo espacial como insumo para comprensiones estructurales. Por lo anterior, se ha insistido en hacer mención a lo espacio territorial como objeto de la geografía.

Una de las principales características de las dinámicas espacio territoriales, ya sea a nivel de individuos o colectivos, es la incidencia que en ellas tiene la praxis espacial como algo político, entendido como aquello que soporta un conjunto de apuestas, imaginarios o visiones que se concretan de manera inmediata y que, al materializarse, triangula las posibilidades de que un conjunto de circunstancias proyecten la viabilidad o no de que tales visiones o escenarios de futuro intencionados puedan constituirse como realidad. Reconocer que esas acciones, cuyas intencionalidades (esencialmente políticas), ya sea individuales o colectivas, resultan clave en los procesos de transformación espacio territorial, es en parte el propósito de la geografía política, de ahí el interés de esta por dar cuenta de las relaciones sociedad-naturaleza, cuya dialéctica solo se materializa en términos espaciales.

Esa preocupación por la dialéctica espacio territorial, posiciona a la geografía en un lugar destacado al interior de las ciencias humanas y sociales, pero especialmente a la geografía política, como esa rama o ámbito que, al interior de la disciplina, busca entender el rol de la política en las dinámicas y procesos de configuración espacio territorial. Sin embargo, la geografía política ha sido reducida a la acción de los estados como únicos agentes transformadores o generadores de dinámica, lo cual ha relegado su rol al interior de la disciplina y del universo de las ciencias sociales (Talledos Sánchez, 2014). Resulta paradójico que esta situación esté asociada a la omisión del carácter interescalar de la geografía, ¿Qué factores explican este hecho?

En la actualidad, el avance tecnológico ha llevado a una pasión exacerbada por la inmediatez, por un falso imaginario de dominio de conocimiento amplio sobre algún tema de actualidad. Algunos escenarios académicos han sido permeados por ese imaginario de aceleración lo que ha llevado a propender cada vez más por abordajes ligeros/superficiales, rechazando elementos necesarios para estudios completos en correspondencia con la robustez que históricamente se ha consolidado en correspondencia con la teoría y método de la disciplina.

Si el contexto actual ha relegado a la geografía política, también lo ha hecho con la geografía electoral, que es una ramificación de esta. La particularidad de la geografía electoral radica en su interés particular por comprender no solo la distribución espacial de los resultados electorales, sino los patrones que soportan el comportamiento electoral, los métodos (legalidad y legitimidad); aventurándose así a procesos explicativos sobre la dinámica electoral, los cuales dan cuenta de las realidades espacio territoriales que configuran dichas realidades electorales. Hoy por hoy, genera mayor preocupación cuál va a ser el devenir de un Estado, que el ahondar en los elementos estructurales que configuran su realidad política, como condición previa a cualquier escenario prospectivo.

Con base en lo planteado hasta ahora, en el presente documento se busca ahondar en el campo de la geografía electoral para comprender su relevancia en el contexto de la geografía política contemporánea; seguidamente se apunta a explorar las aproximaciones metodológicas predominantes en el contexto de la geografía electoral, así como su potencial; finalmente, se

plantean nuevos escenarios para la geografía electoral, más allá de su pertinencia en el contexto actual, revisando temas u enfoques que se proyectan como nichos de oportunidad, así como herramientas de vanguardia que pueden contribuir a un mayor alcance de este campo.

2. La geografía electoral como parte de la geografía política

La geografía electoral es un campo que se ha establecido en dialogo con áreas como la sociología y el derecho, entre otros, cuya naturaleza o esencia espacial se remonta al giro espacial de la geografía, en los años sesenta del siglo XX. Tradicionalmente, se centraron en ejercicios puntuales sobre cada proceso electoral, para poder encontrar explicaciones desde lo espacial, a lo que más adelante se integraron herramientas cuantitativas como la regresión múltiple, el análisis factorial, entre otros, las cuales solían estar desconectadas de la dinámica real sobre la cual se desarrollaban los procesos electorales; de ahí, la geografía electoral contemporánea, bastante olvidada (Cunha y Ávila, 2017).

Reconocer la geografía electoral como parte de la geografía política implica aceptar que el estudio de las dinámicas electorales, trasciende a la distribución espacial de los resultados de unos comicios; implica ahondar en la estructura de un sistema de representatividad y de participación, cuya legitimidad es objeto de análisis y fuente para la comprensión de procesos espacio territoriales que estructuran la realidad de escenarios locales y regionales. Por otra parte, vale la pena resaltar la relevancia de tales abordajes locales y regionales para estudiar la configuración de planos nacionales e internacionales, tan propios de la geografía política a través de los estados nacionales.

En la actualidad, la prelación por lo global ha centrado su atención en los niveles nacionales e internacionales, lo cual ha desdibujado la geografía política local, incluyendo los abordajes regionales, escenario ideal para dar cuenta de la territorialización de los sistemas electorales. La territorialización de un sistema electoral, va más allá de las dinámicas de participación en torno a la legitimidad, implica dar cuenta del conocimiento del mismo y de sus estructuras, en función de su capacidad de responder a los intereses y expectativas de los individuos, así como de las colectividades que los agrupan: grupos políticos, etarios, económicos, regionales, entre otros. Sin dejar de lado las particularidades de los votos preferentes o preferenciales, el rol de las elecciones en escenarios de autonomía regional o jurisdiccional, los cuales dan sentido al legado de la democracia participativa, sea cual sea el contexto (Mikuš y Gurňák, 2014).

Hablar de la territorialización de un sistema electoral es hacer alusión a las dinámicas de apropiación y reconocimiento por parte de un colectivo de individuos, que aceptan dicho instrumento como herramienta válida para la gestión de su entorno inmediato; ello supera el imaginario de la participación, pues las dinámicas de participación pueden estar asociadas a factores que no corresponden al imaginario territorial que desde y hacia lo político predomina al interior de un sistema espacio territorial. En ese orden de ideas resulta particularmente llamativo el foco de algunos autores en la apatía a los procesos electorales, sin lecturas de contexto que reconozcan la complejidad de la geografía política; los trabajos en los que se asume un enfoque interescalar muestran que, en las comunidades más pequeñas, los procesos de participación son más acogidos que en las de mayor tamaño (Mikuš y Gurňák, 2014), con lo cual se evidencia la necesidad de hacer desde la geografía política un abordaje a las territorialidades que configuran nuestros sistemas y que dan cuenta de las dinámicas actuales de los estados-nación (Saquet, 2015).

El estudio de aspectos como el carácter atípico de unos comicios electorales, las particularidades en la distribución espacial de los resultados contextualizadas en el marco de los ámbitos del sistema territorial (social, económico, político, ambiental), así como la correspondencia o no con grupos/partidos políticos tradicionales, la naturaleza del proceso electoral (locales, regionales, nacionales), entre otros, validan la riqueza y alcance potencial de la geografía

electoral, como punto de partida para reposicionar la geografía política como fuente necesaria para comprender los procesos de estructuración de los sistemas espacio territoriales a la luz del saber geográfico. En algunos contextos, la condición de ruralidad o nivel de urbanización (Guţoiu y Pandelea, 2016) han resultado determinantes para dar cuenta de las dinámicas locales e incluso nacionales que alcanzan a consolidarse como patrones explicativos de los imaginarios sobre los cuales se desarrollan los procesos electorales, algunas veces inexplicables para muchos; nada más geográfico que ello, entendido como la capacidad para dar cuenta de los procesos de estructuración y configuración de los sistemas espacio territoriales.

Sin embargo, la geografía electoral suele ser el inicio de apuestas investigativas cada vez más profundas, basta con estudiar un proceso electoral y llegar a la aceptación de la idea de que es necesario realizar estudios de una mayor franja de tiempo para profundizar en la comprensión de las dinámicas de un sistema espacio territorial. Incluso para ahondar en temas que tienen que ver con la cultura política, en donde intervienen los medios de comunicación y las redes entre otros.

Se han realizado cuestionamientos en torno al método en la geografía electoral (Cunha y Ávila, 2017), pasando desde el enfoque estructural centrado en la espacialidad de los resultados, que desconoce la realidad de los sistemas espacio territoriales; el enfoque ecológico que reconoce aspectos socioeconómicos y demográficos, tendiendo a la homogenización económica y social; el enfoque que planeta la relación entre factores espaciales, la elección y las particularidades del elector, como apuesta por una mejor comprensión de los procesos; los resultados corológicos a través de unidades espaciales; el enfoque sociológico basado en la intención de voto (principalmente aplicado por sociólogos); el enfoque sistémico (Taylor y Flint, 2002), el cual consiste en tres momentos: la geografía del voto y los aspectos que pueden influir en él, la geografía de la representación (votación como tal) y geografía de los resultados, efectos potenciales de los electos.

El enfoque sistémico ha sido reconocido como uno de los más pertinentes para la geografía electoral; sin embargo, pese a ser una puesta del sigo presente, pocos ejercicios dan cuenta de su aplicación. De él se destaca el carácter prospectivo situado del tercer momento o fase, algo en los que la geografía se ha debilitado en las últimas décadas, particularmente por el reduccionismo de la prospectiva como instrumento de la geopolítica global; en tal sentido, nada como una prospectiva local para una geografía electoral socialmente comprometida. Aspectos como la vecindad, el tejido o sentido de protección local, el efecto local de los mensajes e iniciativas de campaña, así como la localización y las dinámicas de densificación demográfica, son una muestra significativa del contenido social que lleva implícita la geografía electoral (Castro, 2005).

La geografía electoral como herramienta para develar y comprender el rol de las tensiones/conflictos en la configuración de realidades políticas que marcan el presente y futuro de los sistemas espacio territoriales, lo que en palabras de Castro (2005) da cuenta de la relación indisoluble entre la política y los territorios, más que una oportunidad, es una necesidad en el momento actual, en el que cada vez más se cuestiona la legitimidad de las formas de gobierno y de los mecanismos de participación política.

3. Las complejidades de la geografía electoral

El abordaje a temas como la volatilidad electoral, a través del Índice de Pedersen, para estudiar la variación del respaldo a un partido o candidato en dos o más comicios electorales (Bertus y Kovács, 2022), es una apuesta bastante particular ya que implica no solo dar cuenta de la dinámica espacio territorial que soporta los resultados electorales, sino del marco de acción (gestión) que el o los ganadores desarrollaron, como insumo para la trasformación de la dinámica espacio territorial que soporta resultados electorales distintos. En este tipo de ejercicios, la configuración de alianzas o tensiones al interior y

entre los partidos políticos o campañas, son elementos clave y dada su complejidad, constituye un reto hacer análisis completos que permitan dar cuenta de los factores que sostienen la heterogeneidad de la dinámica electoral de dos o más comicios. Sin embargo, la volatilidad suele estar asociada a patrones como la dinámica demográfica y socioeconómica, así como al tamaño de una localidad; de ahí que se tome como un insumo para hablar de dinámicas de periferia, que posibilitan establecer dinámicas de volatilidad regulares e irregulares, estas últimas sobre las cuales vale la pena ahondar desde la geografía electoral.

Otra de las complejidades es lo referente a las dinámicas de vecindad, más allá de la proximidad, particularmente de los imaginarios comunes que se entretejen a partir de vínculos como los étnicos y religiosos (Warganegara *et al.*, 2023), que tienen gran incidencia en los resultados electorales. En estos casos, el levantamiento de información, a través de encuestas y entrevistas, es clave para estos análisis; la espacialidad de estos procesos de cohesión son un insumo relevante tanto para la comprensión de los resultados electorales como para quienes están interesados en participar de futuros comicios. Los elementos de convergencia o vinculo al interior de un sistema espacio territorial, configuración de imaginarios, pueden inclusive servir de base para el desarrollo de agendas programáticas en los gobiernos de turno, como para la configuración de movimientos sociales de alto impacto, una oportunidad para quienes buscan abrirse camino en el escenario político.

Sonnleitner (2024) resalta la necesidad de asumir una perspectiva multitemporal para dar cuenta de las dinámicas que sostienen o explican los resultados electorales, particularmente cuando se abordan grandes ciudades, en donde es necesario precisar dinámicas de polarización o de división frente al ejercicio del voto; en estos casos, el reconocimiento de la perspectiva histórica es clave para la generación de comprensión de contexto que permita identificar detonantes de los cambios recientes que estructuran la realidad política de un sistema espacio territorial, especialmente cuando estos casos difieren de la dinámica a escalas nacionales e internacionales.

Con base en lo anterior, el foco en la forma como se configuran dinámicas de polarización política, explicado a través de aspectos socioterritoriales, acerca a elementos cuya medición posibilita espacializar la polarización al interior de un sistema espacio territorial, lo que se configura como un factor explicativo de gran relevancia para reconocer la causalidad de otras dinámicas (Sonnleitner, 2007). Entender el rol, en algunas ocasiones determinante y en otras irrelevante, de las estructuras político adminis-trativas, resulta un aspecto enriquecedor para este tipo de abordajes. La comprensión de las estructuras político administrativas pasa por el estudio del lugar como un referente clave para dar cuenta de aquellos aspectos que configuran el comportamiento electoral, para lo cual es necesario un dialogo interdisciplinar (Lois, 2011), tanto en lo teórico como en lo metodológico, característico del quehacer de la geografía, entendida como ciencia síntesis.

Los procesos de polarización llevan a la preocupación por la legitimidad de los procesos electorales; en ese contexto, temas como el abstencionismo electoral (Bedoya Marulanda y Nieto Palacio, 2020) resultan importantes para comprender la configuración política de un sistema espacio territorial; los procesos de abstención tienen relación directa con la intencionalidad de voto; es decir, hacen parte del imaginario sobre el que se desarrolla el proceso electoral, sirviendo como explicativo del mismo (Saldaña *et al.*, 2021). El fenómeno de la abstención debe ser revisado como parte esencial de los procesos electorales, metodológicamente es enriquecedor integrar algunas herramientas novedosas para comprender su rol en la configuración de las dinámicas políticas.

En un contexto como el actual, con procesos democráticos cada vez más debilitados, debido a la mediatización de la vida política, en el marco de la intensificación del sistema económico de capital, se abre camino a situaciones como el desarrollo de prácticas populistas, las cuales son

un agente estructurador de la geografía política al interior de los sistemas espacio territoriales. Sin embargo, la geografía electoral actúa como insumo y/o resultado a dicho populismo, ya que, a partir del análisis de contexto histórico y espacial, se puede caracterizar el alcance interescalar de este tipo de prácticas en el marco del sistema-mundo (Flores, 2024). El tema del populismo encaja con la forma como se configuran imaginarios sentipensantes con manifestación electoral, a partir de ciertas prácticas cuya materialidad es espacial, en tal sentido lo espacial se convierte en origen y destino de la acción política, siendo clave en la configuración de la geografía política en cualquier sistema espacio territorial. El abordaje a temas como el populismo, abre la puerta a una geometría del poder que recoge en detalle aspectos como: las luchas raciales, afinidad religiosa, derechos laborales, por recursos naturales entre otras asociadas a aspectos de economía y bienestar (Díaz González y Cordero Cordero, 2020), que validan la necesidad de una geografía política que dé cuenta de las acciones significantes de los hombres concretos.

La geografía electoral es rica en la medida en que metodológicamente es un campo de integración entre herramientas cuantitativas y cualitativas, cuyos resultados se configuran en insumo a procesos de movilización y/o acción política, desde la ciudadanía, ya sea en el sentido de afianzar, transformar, impulsar o contrarrestar (Monzón, 2009). Ese carácter integral o de intervención le otorga un valor agregado dentro de la geografía misma, afianzando el compromiso social tanto de la disciplina como del conocimiento. El reconocimiento de la unidad electoral a partir de la unidad espacial mínima, como escala inicial o de base para el análisis de los procesos electorales (antes, durante y después), es un elemento que robustece este tipo de estudios. Quizá esa necesidad de abordajes multitemporales para poder generar resultados significativos, sea una de las razones por las cuales la geografía electoral no ha logrado posicionarse al interior de la geografía.

La robustez que puede aportar la ciencia de datos a la geografía electoral (Mora, 2023), contrastada con el análisis de aspectos de naturaleza cualitativa, es algo que siempre ha hecho parte de la geografía desde mediados de siglo XX, a través de positivismo. Esto, en la actualidad se reconfigura con nuevos enfoques estadísticos y matemáticos que, a través de herramientas tecnológicas, posibilitan identificar patrones relacionales que a simple vista no resultan de fácil observación, generando nuevas triangulaciones, redes y centralidades que dan cuenta de las formas de interacción (Díaz González y Cordero Cordero, 2020) que estructuran la geografía política local, regional, nacional e internacional. Los procesos de socialización política se transforman mediante situaciones coyunturales como un fenómeno natural, una crisis sanitaria o económica, entre otros; tanto las elecciones atípicas como los gobiernos interinos (Olavarría Azócar, 2025) son un factor que vale la pena analizar en el marco de la geografía electoral, toda vez que, en medio de su ejecución, se establecen escenarios que demuestren reconfiguraciones asociadas a elementos cuyo rol estructurante vale la pena estudiar.

En algunos ejercicios de investigación se llega a la geografía electoral, de manera involuntaria o inconsciente, mediante el estudio de variables que den cuenta de las condiciones prospectivas para escenarios electorales futuros, partiendo desde la convencionalidad de variables sociodemográficas, hasta caracterizaciones del contextos histórico y político, pasando por elementos como las encuestas de intención de voto, donde la transparencia o percepción de limpieza en los procesos electorales, puede ser determinante para la precisión de las llamadas predicciones electorales (Murr, 2025). Estas apuestas resultan de gran valor tanto para democracias sólidas como para democracias emergentes, y aunque a simple vista puedan ser catalogadas como superficiales, son ejercicios rigurosos, en los cuales se conjuga lo cualitativo y lo cuantitativo que, al ser analizado en el plano espacial, adquiere gran relevancia, por la capacidad de dar cuenta de un proceso tan complejo como la configuración de las intenciones electorales.

Entender las complejidades que circundan el carácter territorializado de un proceso electoral, implica reconocer la relevancia del uso de la cartografía al interior del análisis electoral (Sonnleitner, 2013), lo anterior implica trascender a la espacialidad del voto y al uso de otras variables espaciales explicativas de dicha espacialidad, para pasar al estudio de los procesos espacio territoriales que tienen incidencia en el comportamiento político que se manifiesta en los procesos de votación. Recuperar la multidimensionalidad de base espacial es uno de los elementos determinantes para el reposicionamiento de la geografía electoral, lo cual constituye una ventana de oportunidad para el tema electoral como objeto de análisis desde otros campos del saber, entre ellos: la sociología, la historia y la ciencia política.

4. Giros políticos: nuevos caminos para la geografía electoral

Si bien la naturaleza del estudio de los procesos electorales tiene una base interdisciplinar dentro de las ciencias sociales, son comunes los aportes de la economía, la ciencia política, entre otras disciplinas. La geografía particularmente ofrece una visión un poco más completa de este tipo de dinámicas, a través del reconocimiento de la naturaleza espacial dinámica del fenómeno electoral, posibilitando la construcción de escenarios de dialogo interdisciplinar. El estudio de temas como el rol de algunos actores electorales, analizados como grupo social en términos económicos, productivos, demográficos e incluso políticos es un aspecto de gran valor en el análisis electoral; sin embargo, suele estar en mayor sintonía con aproximaciones desde la sociología y desde la historia, entre otros (Chiaramonti, 2009). El rol del abordaje al fenómeno electoral desde la geografía, busca general un análisis que, puesto en plano de la geografía política, identifique ejes puntuales para la transformación de la realidad, para impulsar y/o visibilizar formas de participación (Ovares Sánchez, 2021) que se configuren como alternativas para la transformación espacio territorial, todo ello, partiendo de la base del conocimiento de la complejidad y la heterogeneidad de los sistemas espacio territoriales.

Es necesario que se haga campo, que se construya una impronta de base disciplinar desde la cual se aborde el fenómeno electoral, sin importar que dicha base corresponda a una o más disciplinas, el valor agregado está en resaltar como aporta cada campo o ámbito disciplinar a resolver cualquier interrogante inherente a la dinámica electoral. Desde el análisis de los individuos a los colectivos, desde lo barrial a lo nacional, desde la filiación política hasta la negación de su existencia, desde la construcción de imaginarios que marcan la acción política hasta la preocupación por las estrategias proselitistas como acciones que tienen causalidad e impacto en la geografía política sobre la cual se configura la dinámica electoral (Palma y Morales, 2014).

Para mantenerse vigente y no desdibujarse, la geografía electoral requiere de quienes le reconozcan como un campo amplio, cuya pertinencia trasciende a una coyuntura electoral; ello implica asumirla como parte activa de la geografía política, como un quehacer que resalta el compromiso social de la geografía. Lo anterior lleva consigo la aceptación de la responsabilidad metodológica por aceptar que la geografía electoral trasciende a la espacialización de resultados electorales, para lo cual es necesario, no renunciar el enfoque de la geografía política y estar abiertos a las contribuciones que puedan surgir desde disciplinas afines a la naturaleza del fenómeno electoral (Vilalta y Perdomo, 2006; Sonnleitner, 2013).

La consolidación de la geografía electoral como un nicho de integración metodológica y generadora de diagnósticos sólidos y prospectivas contextualizadas, es posible a través del abordaje a dinámicas como la polarización y los giros políticos, los cuales sin duda pueden ser comprendidos de manera general en abordajes territoriales desde la geografía política, pero solo el detalle de la geografía electoral, puede enriquecer tal comprensión desde las dinámicas espacio territoriales que se revelan a través del estudio de los procesos electorales, más allá de la distribución espacial de los resultados.

El abordaje a los procesos que soportan la distribución de las dinámicas de participación, abstención, entre otros, así como las particularidades que sostienen los niveles de concentración de los votos por uno u otro candidato o movimiento político, así como por el voto en blanco, permiten vislumbrar los factores explicativos de configuraciones políticas que dotan de sentido las realidades espacio territoriales. Este tipo de abordajes resultan particularmente relevantes en la transición que, en la actualidad, atraviesan tanto América Latina como Europa.

Entender la polarización como una división que enriquece los procesos políticos, porque demanda mayor compromisos tanto de candidatos como de electores, implica reconocer que no solo se polariza la receptividad e intencionalidad de voto en escenarios locales y regionales, también se polarizan las zonas o áreas frente a sus imaginarios políticos, a sus demandas, a sus visiones como parte de un proyecto nacional y que dichas realidades no obedecen solo a las dinámicas de marginalización del ejercicio político de candidatos y partidos (Basset, 2023; Kajsiu *et al*., 2023; Vargas Rojas, 2017), sino a la forma en la que se han visto vulnerables a ciertas dinámicas económicas, sociales, ambientales, no siempre relacionadas directamente con la política. La interescalaridad de las dinámicas espacio territoriales vistas a través de la geografía electoral, son una herramienta valiosa para develar las estructuras que dan cuenta de los giros políticos, los cuales se soportan en realidades territorialmente heterogéneas.

La configuración espacial de las relaciones entre políticos/partidos de izquierda y derecha que se manifiesta mediante los procesos electorales lleva consigo un cúmulo espacio relacional que soporta la realidad electoral (Milanese, 2020; Vargas Rojas, 2017; Barrios, 2021), es decir, la realidad electoral es sobrellevada por una realidad relacional (entramado) que obedece a la manifestación de acciones políticas de impacto territorial (sociocultural, económico, ambiental, institucional), así como de una realidad de base que está determinada por elementos de tradicionales, ya sea de cualquier índole territorial (sociocultural, económico, ambiental, institucional), que sostiene el imaginario político de un área determinada. Ahondar en la forma como interactúan de manera diferencial estas tres realidades en cualquier sistema espacio territorial, puede consolidar una interpretación clara de los aspectos estructurantes de la política que soporta el ser ciudadano y la democracia en las naciones contemporáneas, esta última en reconfiguración debido a los agitados cambios asociados al progreso tecnológico, pero también a la reticencia creciente a los escenarios de representatividad política.

Existen un gran número de herramientas geoestadísticas (Prieto Varón y Villalobos Durán, 2018; Kajsiu y Tamayo, 2022), cada vez más asociadas al avance tecnológico, las cuales pueden hacer que los estudios de la geografía electoral, supere los índices y las correlaciones convencionales, no con el propósito de deslumbrar sino con el fin de profundizar en abordajes que en medio del agitado contexto actual, generen claridad a través de la conjunción de herramientas que reconocen la importancia de los datos, pero particularmente de la capacidad de contrastarlos y explicarlos empleando multiplicidad de fuentes, para dar cuenta de las realidades de estructuran más allá de la política, los sistemas espacio territoriales contemporáneos.

Los ejercicios o abordajes investigativos, que se realizan desde lo electoral, si bien lo ideal es que tengan una perspectiva interescalar, pueden tener un tratamiento no secuencial o progresivo; es decir, se pueden analizar los resultados de una ciudad con miras a su participación o representatividad en el escenario nacional (Bedoya Marulanda y Nieto Palacio, 2020; Paz Espitia, 2023; Rincón Morera, 2018), omitiendo niveles regionales, todo dependiendo de los intereses en términos de la singularidad espacio territorial que se desee comprender. Sin embargo, cualquier abordaje generalizado, puede terminar generando un mayor número de incertidumbres o cuestionamientos antes que respuestas (Rincón Morera, 2018).

En contextos de agitación política, transiciones demográficas y procesos de reconfiguración económica tanto a escalas nacionales como internacionales, el análisis de las singularidades electorales se convierte en un elemento que puede aportar a la búsqueda de legalidad y legitimidad en los procesos políticos, a partir del estudio de las condiciones contextuales (MOE, 2023), tanto internas como externas a las realidades locales y regionales; de ahí que sea particularmente valioso el rol de la geografía, pero en especial de la geografía electoral, como un salva vidas para que las sociedades contemporáneas puedan orientar el devenir de sus instituciones, como reflejo de su estructura de sistema espacio territorial (Milanese, 2019; Milanese y Serrano Corredor, 2021).

5. Conclusiones

La necesidad de volver a lo espacial como base para una mejor comprensión de las dinámicas sociales, particularmente de las políticas, es una apuesta indispensable en el marco de las complejidades y contradicciones de las realidades contemporáneas. Es una pertinente para que en el marco de las ciencias sociales se retome la legitimidad, que valida su relevancia para comprender y repensar la sociedad; en ese contexto la geografía electoral constituye una gran alternativa.

La geografía electoral, dado su potencial como herramienta explicativa de las dinámicas políticas, lleva implícito el compendio de una serie de procesos espacio territoriales que soportan la materialización de dichas dinámicas políticas; el decantar tales compendios posibilitará esa plena comprensión de la configuración de los sistemas espacio territoriales. La síntesis o el carácter integrador que es propio a la geografía permite dar cuenta de la escalaridad de los llamados giros políticos, esa dinámica 'política' que se gesta al interior de cada individuo, familia, vecindad, barrio, ciudad o vereda y así sucesivamente, ello es lo que diversos autores denominan 'geografía de los hombres concretos'. En tal sentido, la actualidad tanto latinoamericana como global, demandan estudios cada vez más detallados de las realidades políticas, cuya complejidad solo es comprensible desde lo espacio territorial.

Las dinámicas de partidos, votaciones y polarización, trascienden a las apuestas de planes y programas, están ligadas a los procesos de materialización/implementación, en los cuales los imaginarios y las identidades son determinantes, es decir, los procesos de territorialización de los proyectos políticos son heterogéneos como las realidades espacio territoriales. Por ello, el estudio de la política, requiere una base de geografía.

5. Referencias citadas

BASSET, Y. 2023. "El clivaje Centro-Periferia en las elecciones colombianas: Una estructura y sus matices (2014-2022)". *Colombia Internacional*, 116: 29-65. Disponible en: https://doi.org/10.7440/colombiaint116.2023.02

BARRIOS, F. M. 2021. "Comportamiento electoral en el Magdalena medio colombiano 2006-2019". *Opera*, 29: 89-114. Disponible en: https://doi.org/10.18601/16578651.n29.06

BEDOYA MARULANDA, J. F. y F. NIETO PALACIO. 2020. "Una explicación del abstencionismo electoral en la primera vuelta de las elecciones presidenciales de 2014 en Colombia". *Reflexión Política*, 22(44): 9-25. Disponible en: https://doi.org/10.29375/01240781.3359

BERTUS, Z. & Z. KOVÁCS. 2022. "The geography of electoral volatility in Hungary: A core-periphery perspective". *Hungarian Geographical Bulletin*, 71 (1): 67-81. Disponible en: https://doi.org/10.15201/hungeobull.71.1.5

CASTRO, I. E. 2005. *Geografia e Política Território, escalas de ações e instituições*. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, Brasil.

CHIARAMONTI, G. 2009. "La redefinición de los actores y de la geografía política en el Perú a finales del siglo XIX". *Historia (Santiago)*, 42(2): 329-370. Disponible em: https://dx.doi.org/10.4067/S0717-71942009000200001

CUNHA, R. B. e C. A. ÁVILA MARTINS. 2017. "Geografia eleitoral: Uma revisão e possíveis caminhos". *RAEGA - O Espaço Geográfico Em Análise*, 39: 43-56. Disponible en: https://doi.org/10.5380/raega.v39i0.41834

DÍAZ GONZÁLEZ, J. A. y S. CORDERO CORDERO. 2020. "Las preferencias del electorado en la segunda ronda presidencial de 2018 en Costa Rica. Un modelo de socialización política". *Política y gobierno*, 27(1): 1-22. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-20372020000100200&lng=es&tlng=es

GUŢOIU, G. & S. PANDELEA. 2016. "The electoral geography of the 2016 presidential election in Portugal". *South-East European Journal of Political Science*, IV(1)*:* 81-98 Disponible en: https://seejps.lumina.org/index.php/

FLORES, D. 2024. "La geografía política del populismo: interacciones y dinámicas de la espacialidad del poder". *Revista Tlatelolco*, 3(1): 100-117. Disponible en: https://doi.org/10.22201/puedjs.29927099e.2024.3.1.6

KAJSIU, B. e Y. TAMAYO GRISALES. 2022. "Las elecciones presidenciales de 2018 en Colombia. Hacia una votación de clase". *Estudios Políticos*, 65:120-148. Disponible en: https://doi.org/10.17533/udea.espo.n65a04

KAJSIU, B.; TAMAYO GRISALES, Y.; VALENCIA TOBÓN, Y. y M. D. GIRALDO. 2023. "La votación de clase en las elecciones presidenciales 2006-2018 en los principales centros urbanos de Colombia: una hipótesis". *Colombia Internacional,* 113: 171-202. Disponible en: https://doi.org/10.7440/colombiaint113.2023.07

LOIS, M. 2011. "Lugar y política: ¿una lógica geográfica del comportamiento electoral?". *Revista Española de Ciencia Política*, 25(1): 97-106. Disponible en: https://recyt.fecyt.es/index.php/recp/article/view/37517

MIKUŠ, R. & D. GURŇÁK. 2014. "Electoral system of Slovakia - Perspective of political geography". *Journal of the Geographical Institute "Jovan Cvijic"*, 64(1): 79-92. Disponible en: https://doi.org/10.2298/IJGI1401079M

MILANESE, J. P. 2020. "Más que una simple arena. El espacio como variable que influencia la configuración de las preferencias electorales en Colombia". En: M. C. JIMÉNEZ (ed.), *Elecciones 2018 en Colombia: la competencia política en un escenario de paz*, pp. 235-273. Universidad Externado de Colombia. Bogotá.

MILANESE, J. P. 2019. "Patrones espaciales de comportamiento electoral. Análisis de la distribución geográfica de los votos de Iván Duque y Gustavo Petro". En: F. BARRERO Editores, *Elecciones presidenciales y de Congreso 2018. Nuevos acuerdos ante diferentes retos*, 165-199. Fundación Konrad Adenauer. Bogotá, Colombia.

MILANESE, J. P. y C. E. SERRANO CORREDOR. 2021. "Realineamiento electoral. Análisis de la transferencia de votos en escenarios transicionales en Colombia". *Revista de Sociología e Política.* 29 (78). Disponible en: https://doi.org/10.1590/1678-987321297908

MISIÓN DE OBSERVACIÓN ELECTORAL (MOE). 2023. *Mapas y factores de riesgo electoral elecciones de autoridades locales 2023*. Imprefacil. Bogotá, Colombia. Disponible en: https://www.moe.org.co/wp-content/uploads/2023/09/2023__MRE-Elecciones-Autoridades-Locales-2023_DIGITAL.pdf

MORA, F. J. 2023. "Utilización de ciencias de datos en análisis de resultados electorales: un ejemplo aplicado a los resultados de la segunda ronda electoral del 2018 en Costa Rica". *Revista Derecho Electoral.* 36(2): 35-49. Disponible en: https://doi.org/10.35242/RDE_2023_36_3

MONZÓN, N. B. 2009. «Geografía electoral. Consideraciones teóricas para el caso argentino». *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía*, 18(1): 119-28. Disponible en: https://doi.org/10.15446/rcdg.n18.13030.

MURR, A. E. 2025. "Predicciones ciudadanas de las elecciones presidenciales mexicanas, 2000-2024". *Política y Gobierno,* 32(1): 1-39. Disponible en: http://www.politicaygobierno.cide.edu/index.php/pyg/article/view/1751/1135

OLAVARRÍA AZÓCAR, T. 2025. "Estabilidad y crisis presidenciales en los gobiernos interinos de América Latina (1980-2022)". *Política y Gobierno,* 32(1): 1-28. Disponible en: http://www.politicaygobierno.cide.edu/index.php/pyg/article/view/1684/1136

OVARES SÁNCHEZ, C. 2022 "Los mecanismos de participación ciudadana para el cambio constitucional en América Latina como potenciadores de la democracia". *Latín American Law Review*, 09: 53-72. Disponible en: https://doi.org/10.29263/lar09.2022.04

PALMA, E. y G. MORALES. 2014. "La geografía de las campañas presidenciales en México en 2012." *América Latina Hoy*, 67:191-209. Disponible en: https://doi.org/10.14201/alh201467191209

PAZ ESPITIA, A. 2023. *De los políticos locales a las coaliciones nacionales: Concentración del voto de los actores importantes en las elecciones a Senado en Cali en 2014, 2018 y 2022*. Pontificia Universidad Javeriana-Cali. Colombia. Trabajo Especial de Pregrado.

PRIETO VARÓN, B. T. y F. D. VILLALOBOS DURÁN. 2018. *Geografía Electoral: Estadística espacial aplicada a datos electorales en las elecciones al concejo de Bogotá para los años 2007 y 2011*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Colombia. Trabajo Especial de Grado.

RINCÓN MORERA, A. 2018. "De la esperanza a nuevas incertidumbres sobre la distribución de la votación en el plebiscito colombiano (2016)". *Análisis Político,* 92: 137-158. Disponible en: https://doi.org/10.15446/anpol.v31n92.71104

SALDAÑA COHEN, V. D.; VÁZQUEZ HOEHNE, A. e Y. V. CASTILLO VERA. 2021. "Metodología para el análisis espaciotemporal del impacto de la abstención en los resultados electorales en Venezuela. Periodo: 2004-2013". *Entorno Geográfico*, 22(2): 94-122. Disponible en: https://doi.org/10.25100/eg.v0i22.11401

SAQUET, M. A. 2015. *Por una geografía de las territorialidades y las temporalidades: Una concepción multidimensional orientada a la cooperación y el desarrollo territorial.* Universidad Nacional de La Plata. Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación (Biblioteca Humanidades; 36). La Plata, Argentina. Disponible en: http://www.libros.fahce.unlp.edu.ar/index.php/libros/catalog/book/50

SONNLEITNER, W. 2024. "¿Una ciudad dividida y polarizada, o una megalópolis policéntrica y plural? El caso crucial y enigmático de la capital para el estudio de la polarización socioterritorial del voto en México". *Foro Internacional*, 64(2): 239-296. Disponible en: https://doi.org/10.24201/fi.v64i2.3062

SONNLEITNER, W. 2013. "Explorando las dimensiones territoriales del comportamiento político: reflexiones teórico-metodológicas sobre la geografía electoral, la cartografía exploratoria y los enfoques espaciales del voto." *Estudios Sociológicos*, 31: 97-142. Disponible en: https://doi.org/10.24201/es.2013v31nextra.81

SONNLEITNER, W. 2007. "La nueva geografía electoral de Chiapas: polarización política, fragmentación partidista e incertidumbre electoral." *LiminaR*, 5(1): 60-76. Disponible en: https://doi.org/10.29043/liminar.v5i1.236

TALLEDOS SÁNCHEZ, E. 2014. "La geografía: un saber político". *Espiral*, 21(61): 15-49. Disponible en: https://doi.org/10.32870/eees.v21i61.263

TAYLOR, P. y C. FLINT. 2002. *Geografía Política – Economía Mundo, Estado Nación y Localidad*. Trama Editorial. Madrid, España.

VARGAS ROJAS, E. A. 2017. *Caracterización de la participación y de la abstención electoral en el departamento de Santander (2006-2015)*.Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. Trabajo de Grado (Maestría).

VILALTA y C. PERDOMO. 2006. "Sobre la espacialidad de los procesos electorales urbanos y una comparación entre las técnicas de regresión OLS y SAM". *Estudios Demográficos y Urbanos*, 21(1): 83-122. Disponible en: https://doi.org/10.24201/edu.v21i1.1262

WARGANEGARA, A.; DARMASTUTI, A.; HERTANTO, H.; KRISBINTORO, R. S.; FEBRIANSYAH, M. & W. T. PRAMONO. 2023. "Friends and neighbors: Electoral geography of 2020 local election in Metro City, Lampung, Indonesia". *Forum Geografi,* 37(2): 191-201. Disponible en: https://journals.ums.ac.id/index.php/fg/article/view/23316/8878

Lugar y fecha de finalización del artículo:
Tunja, Departamento de Boyacá, Colombia; diciembre, 2025

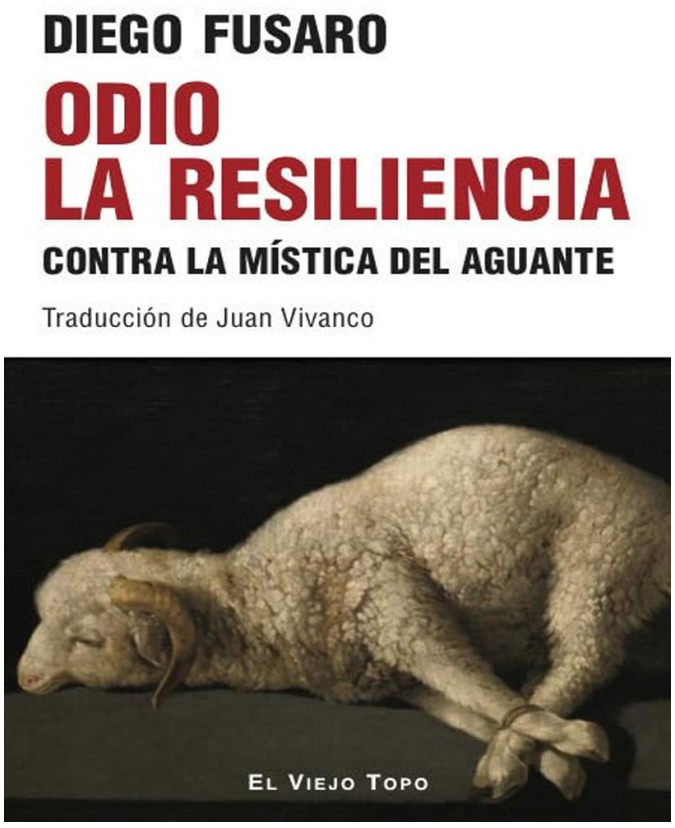
BIBLIOGRAFÍA CRÍTICA

REVISAO BIBLIOGRAFICA / BOOKS REVIEW

Revista
GEOGRÁFICA
VENEZOLANA

Volumen
67(2)2026
julio-diciembre

ISSNe 2244-8853 ISSNp 1012-1617
Recibido: agosto, 2025 / Aceptado: octubre, 2025
pp. 510-513 /



Diego Fusaro

Título original: *Odio la resiliencia. Contro la mistica dell'adattamento*)

ODIO LA RESILIENCIA. Contra la mística del aguante

ODIO A RESILIÊNCIA. Contra a mística da resistência

I HATE RESILIENCE. Against the Myth of Endurance

Editorial El Viejo Topo, 2025 / Mondadori Libri SpA (Rizzoli), 2022

ISBN (E-book): 978-8831807890.

https://drive.google.com/file/d/1psJ-C-hFx3vKM-VEEL5HJyZOpoc33lip/view

Josué H. Araque Méndez
Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales
Escuela de Geografia
Mérida, Venezuela
e-mail: josueh@ula.ve
https://orcid.org/0000-0002-1214-8841

En el léxico contemporáneo de las ciencias sociales, las políticas públicas y la planificación territorial, pocos conceptos han alcanzado un estatus tan incuestionable -y casi dogmático- como el de 'resiliencia'. Elevada a la categoría de panacea universal frente a las crisis sistémicas del siglo XXI, esta palabra se ha infiltrado en el núcleo de la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD) y la praxis socioeducativa, prescribiendo a las comunidades vulneradas la obligación casi moral de soportar el embate constante de un entorno hostil. Sin embargo, ¿qué oscuras lógicas de dominación se ocultan tras esta aparente virtud heroica del aguante? ¿Es la resiliencia una verdadera herramienta de emancipación comunitaria o, por el contrario, un sofisticado mecanismo ideológico diseñado para anestesiar la protesta y perpetuar las asimetrías socioespaciales?

El presente análisis crítico nace de la urgencia de responder a estas interrogantes desde las coordenadas del pensamiento geográfico contemporáneo. A través de un diálogo profundo con los postulados del filósofo Diego Fusaro, este documento se propone deconstruir el espejismo de la adaptación pasiva. Lejos de conformarse con las narrativas institucionalizadas que naturalizan la vulnerabilidad y privatizan el sufrimiento, el texto invita al lector a un recorrido epistemológico que fractura el paradigma hegemónico del sujeto que se resigna ante su entorno. Lo que a continuación se expone no es solo la disección teórica de un neolenguaje institucional, sino un posicionamiento en favor de la indocilidad razonada; una invitación insoslayable a repensar el espacio que habitamos, abandonando la mística de la supervivencia para recuperar el arte, históricamente necesario, de transformar radicalmente nuestra realidad.

1. Desmitificación de una palabra de poder: el marco conceptual de Fusaro

El libro *Odio la resiliencia. Contra la mística del aguante*, escrito por el filósofo italiano Diego Fusaro y publicado en español por la Editorial El Viejo Topo en 2025, constituye una de las críticas epistemológicas más lúcidas y punzantes contra uno de los vocablos más sacralizados de la contemporaneidad. En un panorama global dominado por discursos institucionales, académicos y gerenciales que ensalzan la adaptabilidad como la virtud suprema del sujeto del siglo XXI, Fusaro desentraña la densa carga ideológica que subyace tras el imperativo de 'ser resiliente'.

Estructurado en siete capítulos, de profunda densidad teórica (*Homo resiliens*, *Aventuras del concepto*, *Mística del aguante*, *Acepta lo inaceptable*, *Ontologías resilientes*, *Vivir sin sentido* y *Aguantar no es suficiente*), el texto traza una genealogía conceptual del término. El autor expone cómo el concepto migró, de manera no inocente, desde la física de los materiales inorgánicos (donde define la propiedad de los metales de absorber impactos elásticos y recuperar su forma original sin romperse) hacia la psicología, para finalmente ser colonizado por la gobernanza neoliberal y los mercados financieros internacionales.

Fusaro introduce una distinción metodológica crucial para desarmar esta retórica. Por un lado, reconoce un 'buen uso' de la resiliencia, estrictamente limitado al ámbito de la psicología clínica frente a traumas de carácter irreversible (como el duelo, la amputación o enfermedades incurables), donde la aceptación subjetiva es la única vía terapéutica posible ante la inmutabilidad del objeto. Por el otro, denuncia un 'mal uso' ideológico: la transferencia de esta categoría adaptativa hacia las esferas de lo social, lo político y lo económico. Al aplicarse sobre procesos que son históricamente producidos -y que, por ende, son terribles, pero nunca irremediables-, la resiliencia deja de ser una herramienta clínica y se convierte en una función anti sistema orientada a la sumisión.

2. La resiliencia en el marco de la GIRD: la naturalización fatalista del riesgo

Trasladar la tesis de Fusaro al campo de la geografía crítica y, específicamente, a la Gestión Integral del Riesgo de Desastres (GIRD), revela el potencial desmitificador de su obra frente a las agendas de planificación territorial contemporáneas. En las últimas décadas, la GIRD ha experimentado un proceso de 'resiliencización' auspiciado por organismos multilaterales como la Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres y el Banco Mundial. Bajo esta hegemonía discursiva, las comunidades expuestas a amenazas socionaturales en el Sur Global, predominantemente, son constantemente presionadas a 'construir resiliencia'.

Desde la geografía de los riesgos, este imperativo actúa mediante lo que Fusaro define como la 'naturalización fatalista de lo histórico'. El discurso institucionalizado de la GIRD asume la vulnerabilidad territorial como una condición natural dada, equiparando el impacto de inundaciones, deslizamientos de tierra o sismos con la fuerza inevitable de un fenómeno inorgánico ante el cual el asentamiento humano solo debe aprender a resistir. Este procedimiento ideológico invisibiliza deliberadamente la producción social del riesgo. El capital inmobiliario desregulado, la segregación socioespacial de las periferias urbanas, la deforestación de cuencas y el abandono de las políticas públicas de ordenamiento territorial -que empujan a las clases desposeídas a habitar las laderas y planicies de inundación más inestables- quedan transfigurados en simples 'factores de riesgo' externos e ineludibles.

Al desvincular el riesgo de sus raíces estructurales en el modelo de acumulación capitalista, la GIRD tradicional impone al sujeto marginado la condición de *Homo resiliens*. En lugar de promover la transformación radical del espacio geográfico mediante la justicia social y el control democrático del territorio, las intervenciones técnicas se reducen a capacitar a las comunidades para que se autogestionen ante el desastre, 'ablanden' sus demandas colectivas y dominen la 'agilidad emocional' para asimilar el golpe. La resiliencia institucionalizada desactiva así la indignación colectiva y la *conciencia infeliz*, pasiones políticas indispensables para disputar el orden espacial impuesto.

3. Soluciones biográficas a contradicciones sistémicas del territorio

Otro de los aportes fundamentales de la obra aplicados a la crítica territorial es la denuncia de la individualización de las contradicciones objetivas. Retomando la noción de Ulrich Beck sobre las 'soluciones biográficas a contradicciones sistémicas', Fusaro evidencia cómo la resiliencia privatiza y psicologiza el sufrimiento. En el marco de la GIRD neoliberal, la seguridad y la mitigación del riesgo dejan de ser un derecho garantizado por el Estado y se transforman en una responsabilidad exclusiva de la comunidad afectada.

Si un asentamiento autoconstruido colapsa ante lluvias torrenciales, la narrativa hegemónica no cuestiona la exclusión socioeconómica que obligó a esas familias a ocupar un suelo frágil. Por el contrario, la culpa es sutilmente introyectada en el sujeto: el desastre se atribuye a una 'falta de resiliencia comunitaria', a la carencia de planes de contingencia locales o a la incapacidad adaptativa del grupo para 'auto-repararse' ante el daño. Las comunidades son empujadas a comportarse como empresarios de su propia seguridad física, asumiendo los costos materiales y emocionales de la reconstrucción mientras las estructuras de poder que producen la vulnerabilidad quedan intactas y sin respon-sabilidad.

Esta dinámica se ilustra de manera brillante a través de la figura de Sísifo feliz, propuesta por Albert Camus y criticada por Fusaro. Las poblaciones vulneradas en América Latina y el mundo son condenadas a empujar eternamente la roca de la reconstrucción de sus viviendas e infraestructuras colapsadas sobre el mismo espacio de peligro, convenciéndose de que cada ciclo de devastación y asistencia humanitaria

paliativa representa una oportunidad de aprendizaje y un factor de crecimiento espiritual o comunitario. Se santifica así el inmovilismo político y la resignación pacificada ante la recurrencia del desastre.

4. Des-fatalizar el espacio y recuperar el arte de resistir

Odio la resiliencia representa una contribución epistemológica indispensable para los geógrafos, planificadores y profesionales dedicados al estudio del riesgo socionatural en América Latina. La obra nos invita a realizar un ejercicio de des-fatalización del mundo y de variación del coeficiente de inevitabilidad que la gobernanza global ha impuesto sobre nuestros territorios.

Para la geografía crítica de los riesgos es urgente deconstruir el neolenguaje institucionalizado de la resiliencia, que reduce la vida comunitaria en áreas vulnerables a una mera supervivencia de plazo fijo y a un constante ejercicio de flexibilización sumisa ante el embate del capital y las amenazas naturales. Frente a la mística del aguante y la adaptación pasiva (*flectar, non frangar*), la disciplina debe recuperar el lenguaje del conflicto, de la justicia espacial y de la 'resistencia erguida'. Como Antígona frente al monarca, la praxis de la ordenación del territorio y de la GIRD debe fundarse en la negación del presente contradictorio y en la afirmación militante de que las condiciones que configuran la vulnerabilidad de nuestras sociedades no son un destino ineludible, sino una realidad histórica que exige ser transformada.

5. Conclusión

El análisis de la obra de Fusaro permite revelar la profunda carga ideológica que se oculta tras el concepto de resiliencia. Al observar cómo esta palabra transitó desde la física de los metales hacia las ciencias humanas, se hace evidente que ha terminado por erigirse como un mandato incuestionable del orden económico actual. Este paradigma exige que el individuo se adapte de forma sumisa ante la adversidad, promoviendo una pedagogía de la resignación. Así, mediante la búsqueda de 'soluciones biográficas a contradicciones sistémicas', la gobernanza contemporánea privatiza el sufrimiento y disuelve la acción colectiva, despojando al sujeto de su capacidad histórica para transformar su realidad y confinándolo a la tarea solitaria de resistir.

En el campo de la geografía y la gestión del riesgo, la adopción acrítica de este discurso se materializa en una peligrosa naturalización fatalista del territorio. Las instituciones suelen sostener una narrativa que desconecta las vulnerabilidades de sus verdaderas causas estructurales, como la desregulación urbanística, la marginación y la segregación espacial, para presentarlas como simples fatalidades impuestas por el entorno. Nace así la figura del *homo resiliens*, un sujeto al que se le condena a reconstruir cíclicamente su vida sobre las mismas ruinas del desastre, bajo la premisa de que esa es su única opción posible. Se instaura, en definitiva, una mística del aguante que adormece la indignación comunitaria y mantiene intactas las asimetrías de poder que verdaderamente originan la catástrofe.

Ante este panorama, la praxis educativa y la ordenación del territorio demandan una perspectiva crítica que rompa con la narrativa de la supervivencia perpetua y la flexibilización pasiva. En lugar de aceptar el precepto de 'doblarse para no romperse' (*flectar, non frangar*), resulta apremiante reivindicar una postura de resistencia activa y de indocilidad razonada (*frangar, non flectar*). La tarea fundamental consiste en desfatalizar el mundo, cuestionando los lenguajes de la asimilación para construir, en su lugar, una conciencia emancipadora. Solo al rechazar las contradicciones del presente y comprender que la vulnerabilidad no es un destino inevitable, sino un constructo histórico que exige ser transformado, será posible redimir el espacio habitado y devolver a las comunidades la capacidad de forjar una libertad genuina.

ÍNDICE ACUMULADO *ÍNDICE CUMULATIVO / ACCUMULATE ÍNDEX*

Volumen 67(1), 2026 enero-junio

Editorial: Geografía vs Tecnología ¿Tema de nuestro tiempo. /6-9

Lista alfabética por autores

Antonella Baldeón, Wilmer Lozada, Jorge Manrique, Clifford Peña, Zarack Chacón y Fernando Méndez
Servicios ecosistémicos del suelo en microcuencas alto-andinas de Mérida, Venezuela, mediante SIG: indicadores de una agricultura sostenible. /67-82

Boris Orellana Alvear, Natalia Pacurucu-Cáceres y Fernando Pauta Calle
Gentrificación: Desarrollo de un modelo predictivo aplicado en ciudades intermedias de Ecuador. /133-146

Brenda Pacheco Navarro, Rosa Cecilia González-Ríos y Ángel Arones-Cisneros
Turismo de naturaleza y cultural: un análisis desde sus potencialidades, atractivos y oportunidades en Occochaca, Perú. /99-113

Bruno Ramos Mardini, Edgard Gutiérrez Salinas, Madeleine Guillén Gómez, Mauro Valdivia Bustamante y Armando Minaya Lizarraga
Evaluación de riesgos geológicos al suroeste del volcán Misti, distrito Alto Selva Alegre, Arequipa, Perú. /36-51

Edgard Gutiérrez Salinas, Madeleine Guillén Gómez, Mauro Valdivia Bustamante, Armando Minaya Lizarraga y Gustavo Baptista
Evaluación de la contaminación por drenaje ácido en la Cuesta de Hornillos, Yarabamba, Arequipa, Perú. /147-161

Franklin Nuñez Ravelo y Rossany Calderón Castellanos
Cuantificación del carbono azul en el manglar emplazado en la laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. /114-132

Jorge Ariel Franco-López, Juan Camilo Patiño-Vanegas y Jhoany Alejandro Valencia-Arias
Potencial y grado de interés para obtener la denominación de origen protegida en dos subregiones productoras de lácteos em Antioquia, Colombia, como estrategia de competitividad. /162-179

José Luis Sánchez-Cortez, Norma López-Castañeda, Kathleen Vélez-Macías y Bernardo Ortega-Díaz
Diversidad de las morfologías kársticas del Geoparque Mundial UNESCO Mixteca Alta a microescala espacial, México. /12-35

José Gerardo Cedeño Zambrano, Vladimir Aguilar Castro, Holanda Teresa Vivas Saltos y José Randy Cedeño Zambrano
Políticas públicas locales de conservación ambiental, cordillera del Bálsamo, cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador. /52-66

Luis Eduardo Cortés Riera
El semiárido larense venezolano como caja de resonancia cultural. /233-239

Maria Andreina Salas-Bourgoin
Miradas cruzadas sobre términos de Ordenamiento Territorial para Iberoamérica. /242-244

Maria Fernanda Garzón Félix, Blanca Enith Mendoza Mendoza, Consuelo Maribel Mejía Ramos y Simón David Sabando Loor
Gestión y salvaguarda del patrimonio cultural inmaterial en Manabí, Ecuador: aplicación de indicadores UNESCO. /83-98

Marina Fátima Vilela, Ivo Augusto Magalhães, Ana Clara Alves de Melo, Giovana Maranhão Bettiol, Lidiamar Barbosa de Albuquerque y Edson Eyji Sano
Análise do Índice da Qualidade da Paisagem do Médio rio Cristalino, município de Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. /180-192

Natalia Pacurucu-Cáceres, Lorena Vivanco Cruz, Villie Morocho, Rosario Achig, Verónica Viloria y Mónica González
Criterios para localización de infraestructuras de telesalud/telemedicina, utilizando datos geoespaciales, Ecuador./193-207

Wendy Stefanía Zambrano Loor, Rafael Cartay, Juan Carlos Ordoñez Piedra y Gary Eduardo Loor Escobar
Viaje al interior del Viche, un plato icónico de Manabí, Ecuador. /208-230

Índice por temas

Historia, teoría y métodos de la geografía

Boris Orellana Alvear, Natalia Pacurucu-Cáceres y Fernando Pauta Calle
Gentrificación: Desarrollo de un modelo predictivo aplicado en ciudades intermedias de Ecuador. /133-146

Geografía física

Antonella Baldeón, Wilmer Lozada, Jorge Manrique, Clifford Peña, Zarack Chacón y Fernando Méndez
Servicios ecosistémicos del suelo en microcuencas alto-andinas de Mérida, Venezuela, mediante SIG: indicadores de una agricultura sostenible. /67-82

Bruno Ramos Mardini, Edgard Gutiérrez Salinas, Madeleine Guillén Gómez, Mauro Valdivia Bustamante y Armando Minaya Lizarraga
Evaluación de riesgos geológicos al suroeste del volcán Misti, distrito Alto Selva Alegre, Arequipa, Perú. /36-51

Edgard Gutiérrez Salinas, Madeleine Guillén Gómez, Mauro Valdivia Bustamante, Armando Minaya Lizarraga y Gustavo Baptista
Evaluación de la contaminación por drenaje ácido en la Cuesta de Hornillos, Yarabamba, Arequipa, Perú. /147-161

Franklin Nuñez Ravelo y Rossany Calderón Castellanos
Cuantificación del carbono azul en el manglar emplazado en la laguna de Tacarigua, estado Miranda, Venezuela. /114-132

Marina Fátima Vilela, Ivo Augusto Magalhães, Ana Clara Alves de Melo, Giovana Maranhão Bettiol, Lidiamar Barbosa de Albuquerque y Edson Eyji Sano
Análise do Índice da Qualidade da Paisagem do Médio rio Cristalino, município de Cocalinho, Mato Grosso, Brasil. /180-192

José Luis Sánchez-Cortez, Norma López-Castañeda, Kathleen Vélez-Macías y Bernardo Ortega-Díaz
Diversidad de las morfologías kársticas del Geoparque Mundial UNESCO Mixteca Alta a microescala espacial, México. /12-35

Geografía humana

Luis Eduardo Cortés Riera
El semiárido larense venezolano como caja de resonancia cultural. /233-239

Brenda Pacheco Navarro, Rosa Cecilia González-Ríos y Ángel Arones-Cisneros
Turismo de naturaleza y cultural: un análisis desde sus potencialidades, atractivos y oportunidades en Occochaca, Perú. /99-113

Maria Fernanda Garzón Félix, Blanca Enith Mendoza Mendoza, Consuelo Maribel Mejía Ramos y Simón David Sabando Loor
Gestión y salvaguarda del patrimonio cultural inmaterial en Manabí, Ecuador: aplicación de indicadores UNESCO. /83-98

Geografía regional

José Gerardo Cedeño Zambrano, Vladimir Aguilar Castro, Holanda Teresa Vivas Saltos y José Randy Cedeño Zambrano
Políticas públicas locales de conservación ambiental, cordillera del Bálsamo, cantón Sucre, provincia de Manabí, Ecuador. /52-66

Natalia Pacurucu-Cáceres, Lorena Vivanco Cruz, Villie Morocho, Rosario Achig, Verónica Viloria y Mónica González
Criterios para localización de infraestructuras de telesalud/telemedicina, utilizando datos geoespaciales, Ecuador./193-207

Ambiente y ordenación del territorio

Maria Andreina Salas-Bourgoin
Miradas cruzadas sobre términos de Ordenamiento Territorial para Iberoamérica. /242-244

Otros

Wendy Stefanía Zambrano Loor, Rafael Cartay, Juan Carlos Ordoñez Piedra y Gary Eduardo Loor Escobar
Viaje al interior del Viche, un plato icónico de Manabí, Ecuador. /208-230

Jorge Ariel Franco-López, Juan Camilo Patiño-Vanegas y Jhoany Alejandro Valencia-Arias
Potencial y grado de interés para obtener la denominación de origen protegida en dos subregiones productoras de lácteos em Antioquia, Colombia, como estrategia de competitividad. /162-179

Volumen 67(2), 2026 julio-diciembre

Editorial: Cuando la naturaleza habla, ¿la sociedad escucha?. /259-261

Lista alfabética por autores

Andrea Aguilar de Gante y Luis Alberto Salinas Arreortua
Narrativas discursivas y publicitarias para incentivar el espacio turístico del centro histórico de Puebla, México. /440-458

Andrés Felipe Bautista Vargas, Ana Marcela Ardila Pinto e Israel Cabeza-Morales
Caminar: más que un modo de transporte. Una revisión sistemática en entornos urbanos con variabilidad espacial. /414-439

Benito Ramírez Valverde
Agricultura familiar y pobreza en municipios indígenas en el estado de Pueblo, México. /355-367

Christl Palme de Osechas, Reina Aranguren, José Choy, Luis Alberto Ramírez Méndez y Miguel Alvarado
Avance en la comprensión de los terremotos de enero de 1674 en Venezuela: ¿qué nos dice la información histórica y paleo-sismológica?. /368-381

Danny Díaz-Valdez, Wilson Jácome-Enriquez, Tomás Gómez-Navarro y Theofilos Toulkeridis
Un modelo de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) de los impactos turísticos en el Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador. /306-324

David Rodrigo Cortez Godoy, Rodrigo Riveros Strange, Natalia Jorquera Silva y Andrea Osorio Rodríguez
Puquios, huellas de la minería del cobre en el desierto de Atacama, Chile. /478-493

Diana Patricia Gallardo Dueñas, Douglas Hernán Chilán Quimís, Héctor Simón Pinargote Vélez, Dolores Katherine Alcívar Zambrano y Mauricio Arturo Becerra Ávila
Influencia de los aspectos geográficos en el desarrollo del turismo, provincia de Manabí, Ecuador. /291-305

Israel Cabeza-Morales y Andrés Felipe Bautista Vargas
Geografía electoral: una herramienta para abordar los giros políticos. /493-507

Josué H. Araque Méndez
Odio la resiliencia. Contra la mística del aguante. /510-513

Juan Pablo Morales Corozo
Modelo matemático integrado para evaluar resiliencia municipal en gestión de riesgos ambientales en territorios vulnerables. /342-354

Rafael Ángel Rebolledo Wueffer
Indicadores ópticos y morfológicos para caracterización oscilatoria de especies vegetales mediante teledetección. /277-290

Raúl Camacho Sanabria, Marcela Virginia Santana Juárez y Arturo Sánchez Porras
Análisis espacio-temporal de enfermedades no transmisibles en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, México. /459-475

Roberto José Torres Hoyer, Jackeline Coromoto Peña Suárez, Ricardo Picón Rodríguez, Wilmer José Barreto y Jesús Alberto Torres Hoyer
Tendencias en técnicas para el análisis del riesgo por desprendimiento de rocas en taludes viales. /325-341

Ruth Alejandra Tapia-Arias y Ruth Irene Arias-Gutiérrez
Comunicación geográfica para prevenir riesgos en Puyo, Amazonía ecuatoriana. /262-276

Sandra Cordero García, José Pedro Juárez Sánchez, Benito Ramírez Valverde, José Arturo Méndez Espinoza y José Aurelio Cruz de los Ángeles
Competitividad del cultivo de rosa en invernadero en Puebla, México. /382-400

Silvia Herrera Cortés, Maricela Hernández Vázquez, Minerva Flores-Morales y Rogelio Bernal-Morales
Comparación de metodologías de estimación de temperaturas horarias y horas frío para la producción frutal en Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México. /401-413

Índice por temas

Historia, teoría y métodos de la geografía

Israel Cabeza-Morales y Andrés Felipe Bautista Vargas
Geografia electoral: una herramienta para abordar los giros políticos. /493-507

David Rodrigo Cortez Godoy, Rodrigo Riveros Strange, Natalia Jorquera Silva y Andrea Osorio Rodríguez
Puquios, huellas de la minería del cobre en el desierto de Atacama, Chile. /478-493

Geografia Física

Christl Palme de Osechas, Reina Aranguren, José Choy, Luis Alberto Ramírez Méndez y Miguel Alvarado
Avance en la comprensión de los terremotos de enero de 1674 en Venezuela: ¿qué nos dice la información histórica y paleo-sismológica?. /368-381

Rafael Ángel Rebolledo Wueffer
Indicadores ópticos y morfológicos para caracterización oscilatoria de especies vegetales mediante teledetección. /277-290

Roberto José Torres Hoyer, Jackeline Coromoto Peña Suárez, Ricardo Picón Rodríguez, Wilmer José Barreto y Jesús Alberto Torres Hoyer
Tendencias en técnicas para el análisis del riesgo por desprendimiento de rocas en taludes viales. /325-341

Silvia Herrera Cortés, Maricela Hernández Vázquez, Minerva Flores-Morales y Rogelio Bernal-Morales
Comparación de metodologías de estimación de temperaturas horarias y horas frío para la producción frutal en Atltzayanca, estado de Tlaxcala, México. /401-413

Geografía humana

Andrea Aguilar de Gante y Luis Alberto Salinas Arreortua
Narrativas discursivas y publicitarias para incentivar el espacio turístico del centro histórico de Puebla, México. /440-458

Andrés Felipe Bautista Vargas, Ana Marcela Ardila Pinto e Israel Cabeza-Morales
Caminar: más que un modo de transporte. Una revisión sistemática en entornos urbanos con variabilidad espacial. /414-439

Diana Patricia Gallardo Dueñas, Douglas Hernán Chilán Quimís, Héctor Simón Pinargote Vélez, Dolores Katherine Alcívar Zambrano y Mauricio Arturo Becerra Ávila
Influencia de los aspectos geográficos en el desarrollo del turismo, provincia de Manabí, Ecuador. /291-305

Raúl Camacho Sanabria, Marcela Virginia Santana Juárez y Arturo Sánchez Porras
Análisis espacio-temporal de enfermedades no transmisibles en la subcuenca Almoloya-Otzolotepec, México. /459-475

Geografia regional

Benito Ramírez Valverde
Agricultura familiar y pobreza en municipios indígenas en el estado de Pueblo, México. /355-367

Danny Díaz-Valdez, Wilson Jácome-Enriquez, Tomás Gómez-Navarro y Theofilos Toulkeridis
Un modelo de Proceso Analítico Jerárquico (PAJ) de los impactos turísticos en el Parque Nacional Cotopaxi, Ecuador. /306-324

Sandra Cordero García, José Pedro Juárez Sánchez, Benito Ramírez Valverde, José Arturo Méndez Espinoza y José Aurelio Cruz de los Ángeles
Competitividad del cultivo de rosa en invernadero en Puebla, México. /382-400

Ambiente y ordenación del territorio

Juan Pablo Morales Corozo
Modelo matemático integrado para evaluar resiliencia municipal en gestión de riesgos ambientales en territorios vulnerables. /342-354

Ruth Alejandra Tapia-Arias y Ruth Irene Arias-Gutiérrez
Comunicación geográfica para prevenir riesgos en Puyo, Amazonía ecuatoriana. /262-276

Otros

Josué H. Araque Méndez
Odio la resiliencia. Contra la mística del aguante. /510-513

INSTRUCCIONES A LOS AUTORES

Todos los trabajos remitidos a la Revista Geográfica Venezolana (RGV) deberán ser originales y no estar sometidos o editados en otras publicaciones periódicas de naturaleza similar (impresas o electrónicas). La Revista se rige por las normas del Código de Bioética de la COPE. El trabajo debe ser enviado vía correo electrónico (regeoven@gmail.com) al Editor de la Revista, donde será sometido a arbitraje bajo el sistema doble ciego. En este proceso participarán evaluadores provenientes de la institución editora como de otras instituciones y países. Fases del proceso de arbitraje: envío a los evaluadores, recepción de la evaluación/correcciones, notificación al autor(es). En el caso de presentarse controversia respecto a la posibilidad de publicación de un artículo, este será enviado a un tercer evaluador quien será el tercero en discordia. El proceso de arbitraje podrá arrojar como resultados: ser publicado sin modificación alguna; podrá ser publicado si se realizan las modificaciones indicadas; modificarse a fondo y ser sometido nuevamente a arbitraje y no apto para ser publicado. El tiempo de publicación de los artículos dependerá de este proceso evaluatorio y será aproximadamente de tres a seis meses. Para efectos de arbitraje los autores deben eliminar la personalización de la copia de Microsoft Office de su equipo. Anexa al trabajo los autores deberán enviar carta de originalidad y cesión de derechos (link disponible en las instrucciones On Line). Todos los trabajos sometidos a la RGV deben estar en formato Word, fuente Times New Roman de 12 puntos e interlineado a doble espacio. En todos los casos, sin formatos especiales ni tabulaciones. De contener figuras, tablas o elementos similares, y de ser necesario, debe especificarse el programa con el cual fueron hechos. Todos los autores deben incluir en su trabajo su **ID ORCID**.

ARTÍCULOS

Bajo esta categoría se incluirán trabajos de hasta 25 páginas (resumen, abstract, palabras clave, cuerpo del artículo, figuras, gráficos y referencias citadas), tamaño carta, escritos a doble espacio, con márgenes de 3 cm en los cuatro lados. También hay que indicar **lugar fecha y de finalización del artículo**. Luego, si fuese el caso, fecha de la revisión y corrección. Para que un trabajo se incluya en esta categoría debe contener lo siguiente:

TÍTULO

Debe ser preciso, breve y claro. Su extensión no deberá exceder las 15 palabras. Debe estar centrado en la parte superior de la primera página, en negrita y en minúscula. Luego colocar en portugués y a continuación en inglés, en texto normal e igualmente en minúscula.

NOMBRE DEL AUTOR(ES) Y FILIACIÓN

El nombre del o de los autores debe aparecer debajo del título, hacia el lado izquierdo. Inmediatamente debajo del nombre, debe colocarse filiación institucional. Correo electrónico e identificador ORCID.

RESUMEN

A continuación del nombre del autor(res), deberán incluirse tres resúmenes, (**español, inglés y portugués**) de no más de 150 palabras. El resumen en inglés se denominará Abstract y en portugués Resumo. Si el artículo está redactado en otro idioma (p. ej. francés) se deberá incluir también un resumen en ese idioma. El resumen debe ser claro y conciso, no siendo necesario referirse al texto del artículo; tampoco debe incluir citas ni referencias.

PALABRAS CLAVE

Inmediatamente después de cada resumen (español, inglés y portugués u otra lengua) debe aparecer la línea de palabras clave que identifican los aspectos centrales del artículo. Deben estar separadas por **puntos y comas**. De preferencia no deben ser más de 5.
Ejemplos:
Palabras clave: geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes
Palavras-chave: geomorfologia; Venezuela; Andes; vale do rio Mocotíes
Keywords: geomorphology; Venezuela; Andes; Mérida; Mocotíes River valley

TEXTO

El texto del artículo debe comenzar en página aparte. Los elementos estructurales deben ser: introducción, materiales y métodos, resultados, discusión de los resultados, conclusiones y referencias citadas. Esta estructura puede ser flexible dependiendo de la especialidad del tema tratado. En todos los casos se debe definir una **jerarquización de los títulos y subtítulos**; ejemplo: 1.; 1.1, 1.2; 2... Los nombres científicos deben escribirse en cursivas. La expresión latina et al., también debe ir con letra cursiva. Para los números decimales debe usarse comas y no puntos. **Los agradecimientos deben ser concisos y aparecer antes de las Referencias citadas**.

La **introducción** deberá señalar, de preferencia, la naturaleza, importancia y alcance del problema tratado, así como los objetivos del trabajo.

Se hará una descripción concisa de los materiales y métodos usados bajo la denominación de **"metodología"** o **"materiales y métodos"**. Bajo materiales se consideran aspectos como mapas, aerofotografías, imágenes satelitales, equipos, productos, etc.; bajo la denominación métodos se consideran procedimientos, tratamientos y técnicas empleadas, técnicas de laboratorio, etc. En los **resultados** se presentarán los efectos de todos los hechos analizados. Estos podrán combinar discusión e interpretación. La **discusión** se centrara en los hallazgos encontrados incluyendo análisis de los mismos. Las **conclusiones** deben ser precisas y concisas y centrarse en lo más relevante de los resultados, así como resaltar el principal aporte del trabajo si fuere el caso.

REFERENCIAS CITADAS

Las referencias citadas en el texto deben señalarse entre paréntesis, con el apellido del autor seguido por una coma y el año de la publicación (Silveira, 2013). Cuando la cita sea textual deberá indicarse el número de página correspondiente (Silveira, 2013: 15). Si la referencia en el texto es de dos autores deben ir los apellidos de ambos autores seguido por una coma y el año de publicación (Rodríguez y Rojas-Suarez, 2008); si la referencia es de más de dos autores, se cita solo el primero acompañado de la expresión *et al.*, (Lemos *et al.*, 2006); pero, en las referencias citadas al final del texto **deben incluirse todos los autores**. En el caso de varios trabajos de un mismo autor o autores, elaborados en un mismo año, las referencias se indicaran con letra minúscula (a, b, etc.) colocadas inmediatamente después del año de publicación, ejemplo (Gómez, 2015a; Gómez, 2015b). Las referencias citadas en el texto se deben corresponder con una indicación completa en la lista de referencias citadas al final del artículo, y deben aparecer en estricto orden alfabético, respetando lo siguiente:

Artículos de revistas

ALTEZ, R. 2014. "Historia comparada de los sismos de Caracas: dinámica y variabilidad de las intensidades". *Revista Geográfica Venezolana,* 55(1): 129-153.

CHOY, J. E.; PALME, C.; GUADA, C.; MORANDI, M. & S. KLARICA. 2010. "Macroseismic Interpretation of the 1812 Earthquakes in Venezuela using intensity uncertainties and a priori fault-strike information". *Bulletin of the Seismological Society of America*, 100(1): 241-255.

URQUIJO TORRES, P. S. y N. BARRERA BASSOLS, N. 2009. "Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista". *Andamios*, 5(10): 227-252.

PAKOKSUNG, K. & M. TAKAGI. 2021. "Assessment and comparison of Digital Elevation Model (DEM) products in varying topographic, land cover regions and its attribute: a case study in Shikoku Island Japan". *Modeling Earth Systems and Environment,* 7(1): 465-484.

Capítulos de libros

FROLOVA, M. y G. BERTRAND. 2006. "Geografía y paisaje". En: D. HIERNAUX y A. LINDÓN (Dirs.), *Tratado de Geografía Humana*, pp. 254-269. Anthropos Editorial, Barcelona - Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades. México.

HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". En: J. ALBORÉS (ed.), *La Teoría Social hoy*, pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid, España.

Libros

VIVAS, L. 2015. *La megadiversidad físico-natural del territorio venezolano*. Gráficas El Portatítulo. Mérida, Venezuela.

PAGE, S. &. C. M. HALL. 2003. *Managing Urban Tourism*. Prentice Hall. Essex, United Kingdom.

SANTOS, M. y M. L. SILVEIRA. 2001. *O Brasil: Território e Sociedade no início do século XXI*. Record. Rio de Janeiro, Brasil.

LEMOS, A. I. G.; SILVEIRA, M. L. y M. ARROYO (Comp.). 2006. *Questões territoriais na América Latina*. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO), Universidade de São Paulo (USP). Brasil / Buenos Aires, Argentina.

Congresos, Seminarios, Reuniones

ALVES, V. E. L. 2011. A expansão da produção de soja na fronteira agrícola dos cerrados brasileiros. Hegemonia das grandes empresas e processo de exclusão. *IX ENANPEGE (Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia*), pp. 1-18. Goiânia, Brasil. (9-12 de outubro).

AUDEMARD, F. A. 1993. Trench investigation across the Oca-Ancon fault system, Northwestern Venezuela. *Second International Symposium on Andean Geodynamics*, pp. 51-54. Oxford, England. (Extended abstract).

Otras publicaciones (tesis, informes, etc.)

ULLMAN, R. 1988. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela. Trabajo Especial de Grado. (Inédito).

SANTANA, D. 2013. *Precariópolis y privatópolis en la región metropolitana de Bogotá (1990-2010)*. Un análisis socioespacial de los barrios cerrados. Departamento de Geografía. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia. Trabajo de Grado.

CAPRON, G. 1996. *La ville privée: les shopping centers à Buenos Aires*. Universidad Toulouse-2. Le Mirail, Francia. Tesis de Doctorado.

Si la referencia tiene como fuente a Internet, debe señalarse Disponible en: http://www.(dirección web) y mencionar, de ser el caso la fecha de la consulta [Consulta: fecha], manteniendo la forma de citar previamente señalada para artículos de revistas, capítulos de libros, congresos, seminarios, reuniones y otras publicaciones, salvo que la publicación siga un formato electrónico, p. ej.:

SMALLER, C.; WEI, Q. & L. YALAN. 2013. *The quest for commodities: Chinese investment in farmland*. International Institute for Sustainable Development (June 26). Disponible en: https://www.iisd.org/itn/2013/06/26/the-quest-for-commodities-chinese-investment-in-farmland/ [Consulta: octubre,2015]

YAÑEZ, G.; REHNER, J. y O. FIGUEROA. 2010. "Redes empresariales e informales en el mercado inmobiliario de Santiago de Chile". *Scripta Nova. Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales*, [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2010, vol. XIV, nº 331 (91). [ISSN: 1138-9788]

En todos los casos, cuando son **más de seis autores** se debe colocar los APELLIDOS e inicial del o de los nombres de los primeros seis autores seguido de puntos suspensivos y terminar con el APELLIDO e inicial del nombre del último autor. Ej.: VERMA, R. R.; MANJUNATH, B. L.; SINGH, N. P.; KUMAR, A.; ASOLKAR, T.; CHAVAN, V.;... & P. SINGH. 2018. "Soil mapping and delineation of management zones in the Western Ghats of coastal India*". Land Degradation & Development*, 29(12): 4.313-4.322.

TAPIAS, G.; GARCÍA, J.; MONSALVE, G.; BONILLA, M.; MARCANO, S.; NIÑO, A.;... y H. CÁRDENAS. 2001. *Estudio de diversidad biológica en la cuenca alta del río Pereño, Estado Táchira, Venezuela*. UNET, SIRCA, MARN. San Cristóbal, Venezuela.

En el caso de leyes para citarlas en el cuerpo del texto se debe señalar el nombre o número de acta y el año de publicación; ejemplo: (Ley N° 18525, 1986). En las referencias citadas debe colocarse: Número de la ley y denominación oficial si la tiene, título de la publicación en que aparece oficialmente, lugar de publicación y fecha (indicar día, mes y año). Ejemplo: Ley Orgánica de Ordenación del Territorio. Gaceta Oficial de la República de Venezuela, Número 3.238 Extraordinario. Caracas, jueves 11 de agosto de 1983.

Forma de citar los textos publicados en la Revista Geográfica Venezolana (versión digital)

HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. y F. ARENAS. 2016. "Geografías del comercio en Santiago de Chile (1990-1910): de la reestructuración comercial al policentrismo inmobiliario". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Disponible en: http://www.saber.ula.ve/regeoven. [Consulta: insertar fecha de acceso o descarga]

FIGURAS

Los gráficos, croquis, fotografías, planos, láminas, mapas, etc. se **denominarán figuras**. Las figuras deben estar numeradas según su orden de aparición en el texto, en números arábigos. No deben tener ningún tipo de formato (cuadros, recuadros), ni deben aparecer los nombres de los autores. Al ser reducidas, deberán presentar características que no dificulten su lectura. Las figuras deben estar en formato digital con una resolución de 350 dpi en formato Tif.

TABLAS

Deberán estar montados en el procesador de texto word (versiones recientes) o en hoja(s) de cálculo tipo Excel (Windows), dependiendo de su complejidad. Además, su ubicación debe estar clara dentro del texto. En su parte superior se ordenarán con números arábigos (ej. Tabla 1) y, a continuación, llevarán una leyenda explicativa (título). Las notas al pie de las tablas se utilizarán para especificar información detallada (ejemplo: niveles de información estadística) y deben ser identificados con superíndices numerados.

PIE DE PÁGINA

No se recomienda el uso de los pie de página. No obstante, cuando el autor lo considere pertinente, **las notas deben ir al final del artículo, antes de las referencias citadas**. Deben respetar la secuencia en que aparecen en el texto.

NOTA

Si bien la Revista Geográfica Venezolana se edita en español, se aceptan artículos en inglés, francés y portugués. En cualquier caso es necesario que se incluyan los resúmenes en español, inglés y portugués.

Los trabajos que no sigan estas instrucciones se devolverán a los autores para que realicen los ajustes pertinentes

INSTRUCTIONS TO THE AUTHORS

All papers submitted to the "Revista Geográfica Venezolana" must be original and cannot be submitted or edited in other periodical publications of the same nature. Three copies of the manuscript must be sent to the editor of the magazine at "Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales, Oficina de Publicaciones, Universidad de Los Andes, Vía los Chorros de Milla, Mérida 5101, Venezuela" where the article will pass arbitration. The manuscript must be accompanied by a diskette containing the paper in the format of Word Document (Word. If the manuscript contains charts graphics, etc. The program used to make them must be specified.

PAPERS

Works submitted to this category must be, at most, 30 pages of length, letter size, double-spaced with 3 cm of margin. To be accepted into this category works must have:

TITLE

It must be brief and precise. It cannot have more than 15 words. It must be centered at the top of the first page in capital letters. If written in Spanish, the title must be written in English in lower caption under the Spanish title.

NAME AND ADDRESS

The name of the writer must appear under the title in the left of the page. Under the name of the writer must be written the address, fax, e-mail and telephone number of the writer.

ABSTRACT

After the name of the author(res), three abstracts (Spanish, English and Portuguese) of no more than 150 words should be included. The abstract in English will be called *Abstract* and in Portuguese *Resumo*. If the article is written in another language (e.g. French), an abstract in that language should also be included. The abstract should be clear and concise, it is not necessary to refer to the text of the article, nor should it include citations or references.

KEYWORDS

After each summary (English and Spanish), a list of keywords must be included. Key words must resume the main aspects of the paper. Semicolons must separate the key words. At most, 5 key words will be listed.
Examples:
Palabras clave: geomorfología; Venezuela; Andes; Mérida; valle del río Mocotíes.
Palavras-chave: geomorfologia; Venezuela; Andes; Mérida; vale do rio Mocotíes
Keywords: geomorphology; Venezuela; Andes; Mérida; Mocotíes River valley.

TEXT

The text of the paper must start in the following page. The structural elements must be: introduction, materials and methods, results, discussion of the results, conclusions and references quoted. This structure can be flexible depending on the capacities of the subject chosen. Scientific names must be underlined. When writing decimals comas are to be used. Acknowledgements must be brief and will be written before of the References.
The introduction must point out the nature, relevance as well as the objectives of the work.
A concise description of the materials and methods used will be made under the title "Methodology" or "Methods and Materials". Under materials are considered tools like maps, photographs, satellite images, equipment, products, etc.; under methods are considered procedures, treatments, techniques employed, etc. In the results the effects of the analyzed facts will be presented. This can combine discussion and interpretation.

REFERENCES QUOTED

The references quoted in the text must be followed with the name of the author and the year of publication between parentheses. For example: (Pérez, 1999). When the reference is a textual quote the number of the page must be indicated (Pérez, 1999: 12). If the reference belongs to more than two authors only the name of the first must be written, followed by the words *et al.* In the References quoted at the end of the text all the authors must be included.

When several works by the same author written the same year are quoted, the references will be indicated with a lower caption letter following the year of publication like so: Gómez, 1999a; Gómez 1999b. All references must be accordingly indicated in the references at the end if the text and must appear in alphabetical order. Quotes at the end of the text will be as follows:

Articles from magazines

PERNIA, E. 1997. "Una metodología para la interpretación visual de imágenes digitales de percepción remota". *Revista Geográfica Venezolana***,** 38(1): 11-22.

Articles from books

HERITAGE, J. 1990. "Etnometodología". In: J Alborés (ed.), *La teoría social hoy,* pp. 290-350. Alianza Editorial. Madrid.

Seminars, reunions and conferences

KOBAI, J. J. 1987. El estudio de las acumulaciones del Cuaternario en el río Meta. *Memories from the Primer Congreso Colombiano de Geología*. 155-198. Bogotá-Colombia (27-29 October, 1986).

Other publications (thesis or other)

ULLMAN, R. 1998. *Técnicas digitales de modelaje cartopográfico para ambientes urbanos*. Escuela de Geografía, Universidad de Los Andes. Mérida-Venezuela. Especial graduation paper, 95 p. (unedited).
References from Internet, it must indicate as follow: http://www.ula.ve

How to cite texts published in the Revista Geográfica Venezolana (digital version)
HIDALGO R.; DE SIMONE L.; SANTANA D. & F. ARENAS. 2016. "Geographies of commerce in Santiago de Chile (1990-1910): from commercial restructuring to real estate polycentrism". *Revista Geográfica Venezolana*, 57(1): 14-37. Available at: http://www.saber.ula.ve/regeoven. [Consultation: insert date of access or download].

FIGURES

All graphics, pictures, maps, etc. will be called "figures" be sent in separate sheets (originals). For technical reasons the maximum size for figures will be 16 x 23 cm, which allows for its adaptation to the 1/16 size. After reduction letters must be 2,0 mm high and decimals must be visible. Figures must be numbered according to their appearance in the text in Arabic numbers. Figures must not have any kind of format (edges, etc.). The names of the authors (or drawers) must not appear. The figures must be clear and relatively simple so as to be understandable once reduced. The descriptions corresponding to the figures must come on separate pieces of paper. Photographs must be in black and white and copies must be done on good quality paper.

TABLES

Tables will be called Charts and must be done in word 7.0 or in Exel. The must come in the diskette containing the text with proper identification. Its location inside the text must be clear. Charts will be identified at the top with Arabic numbers (Chart 1) and will be followed by the title of the chart. Footnotes under the charts will be used to specify detailed information. And must be identified with numbered superindex.

FOOTNOTES

The use of footnotes is not recommended. However, if the author chooses to use them, they must be written at the end of the text before the references.

NOTE

The **Revista Geográfica Venezolana** is edited in Spanish. However, papers in English, French and Portuguese are accepted.

The works that don´t meet these instructions will be returned to the authors so that they make the relevant changes

INSTRUCCIONES PARA LOS ÁRBITROS

La Revista Geográfica Venezolana es una publicación científica arbitrada, por lo que los artículos que se publican son sometidos, previamente, a evaluación por parte de personas especializadas en el tema tratado en los mismos.

A los árbitros se les envía una planilla guía en la que deben registrar todos aquellos aspectos que, a juicio de los editores, debe cumplir todo Artículo o contribución para la sección de Notas y Documentos.

El árbitro debe calificar el grado de cumplimiento de tales aspectos y emitir un dictamen definitivo referente a la calidad del artículo. En este sentido, a continuación se señalan algunas recomendaciones a ser tomadas en cuenta.

Los árbitros deben dar una apreciación general del trabajo (tema adecuado para la revista; citas ajustadas a las normas de publicación; extensión, etc.), así como señalar la originalidad (de ser el caso) y claridad (título, resumen). También deben incluir dentro de su evaluación la ortografía y la redacción como aportes para mejorar la calidad del artículo. Por último, emitir una evaluación global que especifique si el trabajo debe ser publicado sin modificación alguna; puede ser publicado si se realizan las modificaciones indicadas; debe ser modificado a fondo y ser sometido nuevamente a arbitraje o no debe ser publicado.

El artículo, una vez recibido, leído y evaluado, deberá ser devuelto al editor responsable en un lapso no mayor de 15 días hábiles. Si por alguna razón el árbitro tuviese algún inconveniente con este período para realizar la evaluación, deberá informarlo a la mayor brevedad. El trabajo debe ser tratado confidencialmente y su contenido es propiedad del autor o autores.

Los resultados de la evaluación deberán ser enviados vía correo electrónico (regeoven@gmail.com; regeoven@ula.ve) con indicación expresa que es una evaluación, o entregados personalmente, si fuere el caso, en la Oficina de Publicaciones del Instituto de Geografía y Conservación de Recursos Naturales.

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES VENEZUELA

CDCHTA ULA

CDCHTA

El Consejo de Desarrollo Científico, humanístico, Tecnológico y de las Artes es el organismo encargado de promover, financia y difundir la actividad investigativa en los campos científicos, humanísticos, sociales y tecnológicos.

Objetivos generales

EL CDCHTA, de la Universidad de Los Andes, desarrolla políticas centradas en tres grandes objetivos:

- Apoyar al investigador y sus generación de relevo.
- Vincular la investigación con las necesidades del país
- Fomentar la investigación en todas las unidades. académicas de la ULA, relacionadas con la docencia y con la investigación.

Objetivos específicos

- Proponer políticas de investigación y desarrollo científico, humanístico, tecnológico y de las artes para la Universidad.
- Presentarlas al Consejo Universitario para su consideración y aprobación.
- Auspiciar y organizar eventos para la promoción y la evaluación de la investigación.
- Proponer la creación de premios, menciones y certificaciones que sirvan de estímulo para el desarrollo de los investigadores.
- Estimular la producción científica.

Funciones

- Proponer, evaluar e informar a las Comisiones sobre los diferentes programas o solicitudes.
- Difundir las políticas de investigación.
- Elaborar el plan de desarrollo.

Estructura

- Directorio: Vicerrector Académico, Coordinador del CDCHTA.
- Comisión Humanística y Científica.
- Comisiones Asesoras: Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Semanarios en el Exterior, Comité de Bioética.
- Nueve subcomisiones asesoras.

Programas

Proyectos, Seminarios, Publicaciones, Talleres y Mantenimiento, Apoyo a Unidades de Trabajo, Equipamiento Conjunto, Promoción y Difusión, Apoyo Directo a Grupos (ADG), Premio Estimulo al Investigador (PEI), Premio Estimulo Talleres y Mantenimiento, Proyectos Institucionales Cooperativos, Aporte Red Satelital, Gerencia
http://ula.ve/cdchta / correo: cdcht@ula.ve

ALEJANDRO GUTIERREZ S. COORDINADOR GENERAL

ESTA VERSIÓN DIGITAL DE LA ***REVISTA GEOGRÁFICA VENEZOLANA,*** *VOL. 67(2) 2026,*
SE REALIZÓ CUMPLIENDO CON LOS CRITERIOS Y LINEAMIENTOS ESTABLECIDOS PARA LA
EDICIÓN ELECTRÓNICA EN EL AÑO 2026.
PUBLICADA EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL SABERULA
UNIVERSIDAD DE LOS ANDES – VENEZUELA
www.saber.ula.ve
info@saber.ula.ve