



Green World Journal

ISSN: 2737-6109

Social Responsibility and Thermal Comfort



CaMeRa

ISSN: 2737-6109

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / Editorialbater@gmail.com

Editor's note: CaMeRa is a neutral platform with respect to legal claims resulting from published content. The responsibility for published information rests squarely with the authors.

RESEARCH ARTICLE

Plan de Responsabilidad Social Corporativa para la Cooperativa de Ahorro y Crédito de la Pequeña Empresa de Pastaza

García Ruano Katiuska Gabriela ¹  Chafra Moina Silvia Patricia ²  Restrepo Meza Ana Camila ³  Yajaira Beatriz Amán Collaguazo ⁴ 

¹ Universidad Estatal Amazónica, Puyo, Ecuador

✉ Correspondencia: kg.garcia@uea.edu.ec  + 593 0963249502

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83302>

Resumen: El presente trabajo de investigación tiene como propósito principal, la implementación de un Plan de Responsabilidad Social Corporativa (RSC), dirigido para la Cooperativa de Ahorro y Crédito Pequeña Empresa de Pastaza, la cual se desempeña como una institución financiera, que apoya al fortalecimiento del desarrollo económico local. A través de este plan, se pretende contribuir socialmente con las comunidades indígenas de la provincia de Pastaza, específicamente en la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, como respuesta a la problemática existente entre la tecnología y la educación actual, dotando de equipos informáticos y recursos tecnológicos por carecer de estos implementos. Esta iniciativa pretende dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje, ofreciendo igualdad de oportunidades frente a los retos de la sociedad digital, contribuyendo al desarrollo de competencias que fortalezcan su inserción en el mundo académico actual, de esta manera no solo se impulsan nuevas iniciativas socio-educativas, sino que se reconoce y responde a las crecientes demandas sociales en beneficio de los derechos humanos, de la integración y el respeto a la realidad social; además de fortalecer a “la Cooperativa”: Cooperativa de Ahorro y Crédito Pequeña Empresa de Pastaza (en adelante, “la Cooperativa”), como una institución financiera, que trasciende en la visión filantrópica tradicional, posicionando la Responsabilidad Social Corporativa, como un nuevo paradigma de gestión empresarial, proyectando una imagen corporativa comprometida con la sostenibilidad, la integración social y la reducción de las brechas estructurales que limitan el desarrollo comunitario. Este Plan de Responsabilidad Social Corporativa, permite a “la Cooperativa”, trascender su rol financiero y consolidarse como un actor socialmente responsable en la región amazónica.

Palabras claves: Plan, responsabilidad, social, corporativo, oportunidades, iniciativa, educación, tecnológicos, desarrollo, competitiva, paradigma, visión.



Cita: García Ruano, K. G., Chafra Moina, S. P., Restrepo Meza, A. C., & Amán Collaguazo, Y. B. (2025). Plan de Responsabilidad Social Corporativa para la Cooperativa de Ahorro y Crédito de la Pequeña Empresa de Pastaza. Green World Journal, 08(03), 302. <https://doi.org/10.53313/gwj83302>

Received: 01/August/2025

Accepted: 17/September/2025

Published: 06/October/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Corporate Social Responsibility Plan for the Savings and Credit Cooperative of Small Enterprises of Pastaza

Abstract: The present research work has as its main purpose the implementation of a Corporate Social Responsibility (CSR) Plan, directed to the Cooperativa de Ahorro y Crédito Pequeña Empresa de Pastaza, which performs as a financial institution that supports the strengthening of local economic development. Through this plan, it is intended to contribute socially to the indigenous communities of the province of Pastaza, specifically in the San Jacinto Community Educational Unit, as a response to the existing problem between technology and current education, providing computer equipment and technological resources due to the lack of these implements. This initiative intends to dynamize the teaching-learning processes, offering equal opportunities in the face of the challenges of the digital society, contributing to the development of competencies that strengthen their insertion into the current academic world; in this way not only are new socio-educational initiatives promoted, but the growing social demands are recognized and addressed for the benefit of human rights, integration and respect for social reality; in addition to strengthening "the Cooperative": Cooperativa de Ahorro y Crédito Pequeña Empresa de Pastaza (hereinafter, "the Cooperative"), as a financial institution that transcends the traditional philanthropic vision, positioning Corporate Social Responsibility as a new paradigm of business management, projecting a corporate image committed to sustainability, social integration and the reduction of the structural gaps that limit community development. This Corporate Social Responsibility Plan allows "the Cooperative" to transcend its financial role and consolidate itself as a socially responsible actor in the Amazon region.

Keywords: Plan, responsibility, social, corporate, opportunities, initiative, education, technological, development, competitive, paradigm, vision.

1. Introducción

El Ecuador mantiene una dinámica capitalista, donde hay grandes antagonismos en la distribución de la riqueza del país, mismos que han sido agudizados y definidos por el desarrollo regional y sectorial desigual. Históricamente ciudades como Quito, Guayaquil y en menor cantidad Cuenca, han sido ciudades del eje del desarrollo, por la conformación de un sistema altamente centralizado, y ante ello son los centros de acumulación y concentración de riqueza. (1,2)

La provincia de Pastaza aun siendo la más grande del Ecuador, es una de las menos favorecidas económicamente, lo que ha ocasionado que los recursos que percibe por parte del estado y de otras gestiones públicas, sean priorizadas en la ciudad de Puyo, mientras que las comunidades indígenas no han sido favorecidas en el campo de la educación e implementación tecnológica, por cuanto la sociedad aún mantiene criterios regionalistas y racistas. (3)

En la actualidad, la incorporación de nuevas tecnologías pasó de ser una tendencia marginal, a convertirse en elemento constitutivo del currículo de las escuelas públicas y privadas. Sin embargo, en los últimos 20 años en la provincia de Pastaza, no se han realizado gestiones o actividades acordes para introducir la tecnología en la educación del sector rural, a tal punto que se puede afirmar que hoy día son muy pocos los establecimientos de este sector, que cuentan con equipos de cómputo al servicio de la práctica estudiantil –docente, siendo estos equipos obsoletos y de bajo abastecimiento académico. (4,5)

Erróneamente han caracterizado a las escuelas rurales como escuelitas de rancho, que no requieren de avances tecnológicos porque no los necesitan ni los saben utilizar, argumentando que los niños de esos contextos no saldrán nunca de él. Para cumplir con los criterios de equidad y cobertura especificadas en los objetivos para la transformación educativa, algunas unidades educativas rurales cuentan por lo menos con un equipo de cómputo, pero el escaso o nulo equipamiento y empleo del mismo, representa una problemática que afecta principalmente en el proceso académico de los alumnos que demandan aprendizajes innovadores, creativos y de actualidad. (6,7)

Uno de los sectores de mayor vulnerabilidad en la provincia son las comunidades indígenas, y para el caso de estudio la comunidad San Jacinto de Pindo, específicamente en la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, quienes carecen de un sistema de aprendizaje óptimo, ya que no cuentan con tecnología que permita hacer uso de estos recursos necesarios para desarrollar su capacidad, dependiendo así de los gobiernos seccionales y de su mal manejo de los recursos económicos designados para infraestructura y desarrollo académico a nivel provincial, haciendo prevalecer las necesidades del sector urbano y dejando sus demandas a merced de fundaciones, organizaciones no gubernamentales (ONG), entre otras instituciones privadas, que realizan donaciones esporádicas especialmente en medicina y alimentación, desfavoreciendo el área de la educación, una de las de mayor interés para este sector, quienes no tienen la posibilidad de educarse en un ambiente adecuado y con profesionales capacitados, no reciben la atención ni la motivación necesaria para proyectarse a un mejor futuro propio y el de su comunidad. Esto implica un problema grande en educación rural, pues en las unidades educativas no están formando futuros jóvenes que puedan enfrentarse a los retos que trae el mercado laboral, y sus exigencias de conocimientos informáticos y tecnología. (8,9)

2. Materiales y métodos

2.1 Área de Estudio

La investigación se desarrolló en la Provincia y cantón Pastaza, en la comunidad San Jacinto del Pindo, específicamente en la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, la cual presenta las condiciones de necesidad establecidas en la investigación, para que fuesen beneficiarios del Plan de Responsabilidad Social Corporativo de “la Cooperativa”, cuyo objetivo es el de implementar un plan basado en liderazgo, cultura, tecnología, e innovación, mediante propuestas orientadas al bienestar educativo de los sectores más vulnerables de la provincia de Pastaza.

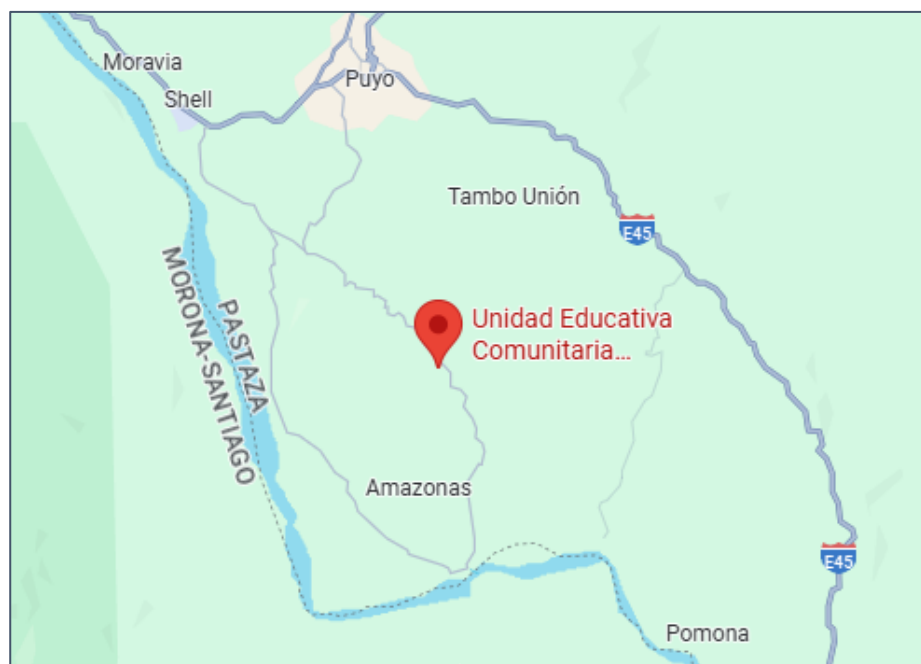


Figura 1. Ubicación de la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, en la Provincia de Pastaza.

2.2 Métodos

2.2.1 Método Explorativo

El presente proyecto se desarrolló como un diseño de investigación, definido en función de sus objetivos, en el que se observa al fenómeno tal y como se da en su contexto natural para su respectivo análisis. Dada la línea de acción a investigar, fue necesario aplicar diferentes tipos de investigación, entre ellos el método explorativo, debido a sus métodos de recolección de información altamente flexibles, mismos que permitieron verificar directamente al objeto de estudio, tanto en “la Cooperativa”, así como en la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, verificando sus demandas y ofertas de responsabilidad social privada según les corresponda a cada una.

2.2.2 Investigación cualitativa

La investigación cualitativa permitió estudiar directamente en la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, su necesidad en cuanto a la calidad de la infraestructura, materiales y recursos determinantes para el momento de la implementación.

2.2.3 Investigación cuantitativa

La presente investigación, ayudó a la identificación directa de las calificaciones académicas, como resultados de sus demandas, como el escaso material tecnológico en la comunidad, los materiales didácticos a los cuales no tienen acceso, todo esto a través de encuestas para las partes implicadas.

2.2.4 Investigación campo

Esta investigación facilitó la obtención de información directamente de la realidad social, apoyado por el diseño documental, recogiendo datos de manera directa en el ambiente relacionado con la misma, las cuales fueron observadas y recopiladas por los autores del presente estudio.

3. Resultados

3.1. Análisis de los resultados

Los resultados obtenidos durante el desarrollo de la presente investigación, han sido definidos siguiendo los indicadores de los objetivos planteados para el presente estudio, siguiendo la metodología de la investigación, para la recolección de datos, mismos que han sido elaborados siguiendo las necesidades presentadas.

En el caso del presente estudio fueron elaborados dos cuestionarios, dirigido a los miembros del departamento de marketing y desarrollo social de “la Cooperativa”, el cual contiene nueve preguntas de selección múltiple, mientras que el que va dirigido a la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, contiene ocho preguntas, también bajo la modalidad de selección múltiple.

La compilación de los datos obtenidos al culminar este estudio de campo, fueron clasificados y presentados en tablas de información, que posteriormente se ilustrarán con gráficos circulares, los cuales mostrarán la contribución de cada valor, dentro de las principales tenemos las siguientes:

Tabla 1. Razones para iniciar prácticas de Responsabilidad Social

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Acercamiento afectivo con la gente, caridad o bondad</i>	2	40%
<i>Reconocimiento, proyección, relaciones públicas, ventaja competitiva</i>	2	40%
<i>Evitar problemas con la comunidad</i>	1	20%
Total	5	100%

Análisis: Se puede observar que en la Tabla 1 indica que, para “la Cooperativa”, el acercamiento afectivo con la gente, caridad o bondad, así como el reconocimiento, es de mayor importancia, ya que según el criterio de los encuestados esto representa más del 40%; mientras que la opción evitar problemas con la comunidad es de menor importancia reflejando un 20%.

Tabla 2. Beneficios que espera “la Cooperativa” al realizar acciones socialmente responsables

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Promover e impulsar una cultura interna de Responsabilidad Social</i>	2	20%
<i>Identificar las necesidades del entorno y dar solución</i>	2	70%
<i>Supervivencia económica</i>	2	10%
Total	6	100%

Análisis: Según los datos obtenidos en la tabla 2, se puede observar que “la Cooperativa”, pretende a través de sus acciones socialmente responsables en un 20% promover e impulsar una cultura interna de responsabilidad social, mientras que en un 70% pretende identificar las necesidades del entorno y dar solución, y de igual manera con el mismo 10% por supervivencia económica.

Tabla 3. Recursos que recibe la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, por parte del gobierno y sus organismos seccionales.

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Alimentación</i>	33	24%
<i>Materiales didácticos</i>	33	24%
<i>Infraestructura</i>	33	24%

<i>Tecnología</i>	4	5%
<i>Salud</i>	33	24%
<i>Total</i>	137	100%

Análisis: En la tabla 3 se puede identificar que, los recursos que recibe la Unidad educativa por parte del gobierno y sus organismos seccionales, el 24% se destina a alimentación, el 24% en materiales didácticos no tecnológicos, el 24% en salud e infraestructura, mientras que la tecnología es un elemento que no es considerado como aporte público con un porcentaje mínimo de 5%.

Tabla 4. Tipos de aportes que desearían recibir por parte de empresas privadas

<i>Alternativas</i>	<i>Frecuencia</i>	<i>Porcentaje</i>
<i>Infraestructura</i>	7	13%
<i>Tecnológica</i>	33	63%
<i>Salud</i>	6	12%
<i>Alimentación</i>	6	12%
<i>Total</i>	52	100%

Análisis: se puede apreciar en la tabla 4 que, el 63% de los encuestados consideran que les gustaría recibir aportes en cuanto a tecnología por parte de las empresas privadas, mientras que el 13% le gustaría aportes en infraestructura, y el 12% en cuanto a salud y alimentación.

4. Discusión

La encuesta realizada permitió tener una visión clara de las acciones de responsabilidad social, que se pretenden realizar en “la Cooperativa”, dentro de las cuales se logra identificar que, concurra con satisfacer las demandas que la Unidad Educativa da a conocer a través de las encuestas realizadas, dentro de las principales se puede evidenciar lo siguiente. (1)

Según la tabla 1, las razones para iniciar prácticas de Responsabilidad Social en “la Cooperativa”, son mayoritariamente para tener un acercamiento afectivo con la gente, así como el reconocimiento, proyección, relaciones públicas y ventaja competitiva, sin embargo, no se descarta la posibilidad de evitar problemas con la comunidad, ya que reconocen que éstas son actividades están en proceso de convertirse en obligaciones gubernamentales, es decir no solo contribuye a la formación académica, sino que fortalece el tejido social de las comunidades beneficiadas, generando mayores oportunidades de desarrollo y participación activa en la sociedad. Al mismo tiempo, posiciona a “la Cooperativa” como un referente de innovación social dentro del sector financiero solidario, demostrando que la responsabilidad social, aplicada de manera estratégica y sostenible, se convierte en un elemento esencial para alcanzar un equilibrio entre crecimiento económico, equidad social y respeto al entorno.

Según la tabla 2, “la Cooperativa”, pretende a través de sus acciones socialmente responsables, promover e impulsar una cultura interna de responsabilidad social, mayoritariamente identificar y solucionar las necesidades del entorno, dejando al final el interés de incorporar prácticas sociales tan solo por la supervivencia económica. Este compromiso, además de fortalecer su imagen corporativa, fomenta la confianza de sus socios y usuarios, consolidándola como un agente de cambio que entiende que el verdadero valor empresarial, radica en generar un impacto positivo tanto en la sociedad como en el medio ambiente.

Según la tabla 3, los recursos que reciben por parte del gobierno y por ende sus organismos seccionales son, alimentación, salud, materiales didácticos e infraestructura, es decir recursos que se recibe por ley en todo establecimiento educativo, aunque es importante recalcar que en este tipo de comunidades la ayuda no llega tan frecuentemente. Sin embargo, la tecnología es un factor olvidado por parte del sector público ya que no existe y no tiene indicios de que se encuentre en planificación, puesto que son años de padecimiento de este bien primordial para el desarrollo del establecimiento y de la comunidad. Sin embargo, es importante recalcar que en comunidades rurales e indígenas este tipo de ayudas no llegan con la frecuencia ni la regularidad necesaria, lo que limita el pleno desarrollo de los procesos formativos.

Según la tabla 4, la necesidad más indispensable de la Unidad Educativa Comunitaria San Jacinto, es la tecnología, la cual les permita tener un nuevo aprendizaje en cuanto al manejo informático, así como acceder a un nuevo medio que motive y permita el desarrollo intelectual de los niños y de la comunidad. La incorporación de estas herramientas no solo facilitaría el desarrollo de destrezas en el manejo informático, fundamentales en la sociedad actual, sino que también abre la posibilidad de acceder a un medio innovador. De igual manera, la introducción de la tecnología en el entorno escolar tendrá un impacto positivo en la comunidad en general, al convertirse en un recurso que fomente la participación, la integración y la construcción de nuevas oportunidades de progreso colectivo.

Los datos recolectados fueron analizados mediante estadística descriptiva, presentando frecuencias y porcentajes para cada categoría. La información fue organizada en tablas y gráficos para facilitar la interpretación y comparación, permitiendo una visualización clara de los patrones de distribución dentro de la muestra.

5. Conclusión

Como resultado del presente estudio de investigación, referentes a los ejes de responsabilidad social en “la Cooperativa”, se pudo evidenciar que la empresa financiera realiza acciones de carácter social de manera temporal, es decir sin un plan estructurado que permita dirigir una gestión integral de manera permanente, particularmente orientada a las áreas relacionadas con la comunidad externa, que representa a las comunidades indígenas ubicadas en los sectores rurales y urbano marginales de la provincia de Pastaza, quienes presentan necesidades de equipamiento académico y recursos tecnológicos.

Esta investigación evidencia la oportunidad de consolidar un enfoque estratégico que integre la responsabilidad social en todos los niveles de la empresa financiera, alineando sus objetivos corporativos con las necesidades reales de la sociedad donde se desenvuelve, ya que debe estar integrado en el ADN de “la Cooperativa”, para que guíe sus acciones asegurado la coherencia entre los valores corporativos y los resultados esperados, elaborando fases correspondientes al modelo de gestión empresarial, como parte de los recursos, a un equipo dedicado a la consecución de los

nuevos objetivos sociales de “la Cooperativa”, dedicado a la preparación, diagnóstico, planificación, seguimiento y control del Plan de Responsabilidad Social.

Al establecer las actividades para el desarrollo de cada fase, se pudo realizar una valoración objetiva de la empresa, aduciendo que dentro del plan general existe la disponibilidad de recursos económicos y humanos, para continuar con la implementación este y nuevos planes, que permitan mejorar con cada uno de sus grupos de interés, en función de su nueva filosofía empresarial.

Este estudio evidencia que la integración de la responsabilidad social de “la Cooperativa”, no solo genera beneficios inmediatos para la comunidad educativa, sino que también establece un modelo replicable para otras instituciones financieras de la región. La investigación demuestra que la planificación estratégica y la implementación de acciones socialmente responsables, fortalecen la relación con los diferentes grupos de interés, fomentan la innovación social y contribuyen a la sostenibilidad institucional. De este modo, “la Cooperativa”, se posiciona no solo como un actor económico, sino como un referente de compromiso social y desarrollo integral en la provincia, sentando las bases para futuras iniciativas que promuevan un impacto positivo sostenido en la región.

Contribución de autores: Los autores participaron en todos los apartados del manuscrito.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. AGÜERO, F., (2002) La Responsabilidad Social Empresarial en América Latina: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México y Perú. Escuela de Estudios Internacionales, Universidad de Miami.
2. ARGONDOÑA, A. (1998). La Teoría de los Stakeholders y el Bien común. España: IESE Business School – Universidad de Navarra.
3. BENBENISTE, S., (2002) El alcance del concepto de la Responsabilidad Social Corporativa de acuerdo a los organismos internacionales promotores del tema. Programa Doctoral: PHD in Management Sciences (ESADE).
4. BENBENISTE, S., (2002) El alcance del concepto de la Responsabilidad Social Corporativa de acuerdo a los organismos internacionales promotores del tema. Programa Doctoral: PHD in Management Sciences (ESADE). Boletín Económico de Información Comercial Española. 2813, 45-58
5. BOSY, F., Miraglia, A. y Fernández, K., (2005), Proceso de modelización estratégica de las dinámicas de gestión sobre Responsabilidad Social Corporativa (RSC) en las sociedades de riesgo. Instituto Internacional para el Pensamiento Complejo (IIPC), de la Universidad del Salvador, Buenos Aires
6. BUENO, E; CRUZ, I; DURAN, J.J. (1989): Economía de la Empresa. Análisis de las decisiones empresariales. Ed. Pirámide, Madrid
7. CASTILLO, C., (2005). La Responsabilidad Social de la Empresa y los consumidores. Presentado en el Encuentro Nacional de Organizaciones de Consumidores: 31 de Marzo y 1 de Abril de 2005. [en línea]Buenos Aires, Argentina. Consejo Consultivo de los Consumidores <http://www.mecon.gov.ar/secdef/basehome/comision7.pdf> [consulta: Junio 2006].

8. CERES Consorcio Ecuatoriano para la Responsabilidad Social -. (2008). Responsabilidad Social Empresarial mis primeros pasos. Quito: Consorcio Ecuatoriano para la Responsabilidad Social – CERES.
9. CORREA, E., FLYNN, S., & AMIT, A. (2004). Responsabilidad Social Corporativa en América Latina: una visión empresarial. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas (ONU).
10. CUERVO, A. (1981): "Bases para una justificación del balance social". En: VV.AA (1981): El Balance Social de la Empresa y las Instituciones Financieras. Banco de Bilbao, Madrid.
11. De la Cuesta, M. (2004): La responsabilidad social de las empresas: compromisos y buenas prácticas en materia de RSC, Jornadas de economía alternativa y solidaria, BBK, Bilbao, 18, 19 y 20 octubre 2004
12. DERES. Algunos beneficios de ejercer la RSC [en línea] <http://www.deres.org.uy/index.php?id=60&type=0> [consulta: Junio 2005].
13. DIEZ DE CASTRO, E.P. (1982): "La contribución de la empresa a los objetivos de la comunidad". En: Temas Actuales de Gestión de Empresas. Ed. Publicaciones del C.U.R., Sevilla.
14. GARCÍA, G.; KUNZ, M.; DUBOIS L. (2003). Responsabilidad Social Empresarial: Una inversión rentable. [en línea] <http://www.sofoca.cl/mantenedor/detalle.asp?p=12&s=1201&n=10284> [consulta: Marzo 2006].
15. GONZÁLEZ GARCÍA Ignacio 2003, Responsabilidad Social Corporativa [en línea] buenos Aires, Argentina Abril de 2003 [www.ideared.org / doc/ RSC_una_vision_integral.pdf](http://www.ideared.org/doc/RSC_una_vision_integral.pdf) [consulta: Junio 2006].
16. GRI (2006): Guía para la elaboración de Memorias de Sostenibilidad. Disponible en: http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/415F297B-5289-4160-8B6C-7CC034D5BE52/0/G3_GuidelinesESP.pdf.
17. GRI (2006): Guía para la elaboración de Memorias de Sostenibilidad. Disponible en: http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/415F297B-5289-4160-8B6C-7CC034D5BE52/0/G3_GuidelinesESP.pdf.
18. KASCHEL, C. (2003). Responsabilidad social empresarial en Chile. Análisis de la calidad de vida laboral. Memoria de Ingeniero Comercial. Valparaíso, Universidad de Valparaíso. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas.
19. LIZCANO, J. L.; MONEVA J.M. (2004). Marco conceptual de la responsabilidad social corporativa. [en línea] España. <http://www.aeca1.org/revistaeca/revista68/15artrev68.htm#arriba> [consulta: marzo 2006].
20. MARTÍN LÓPEZ, E. (1981): "El balance social de la empresa desde la perspectiva sociológica". En VV.AA. (1981): El balance social de la empresa y las instituciones financieras. Ed. Banco de Bilbao, Madrid.
21. MARTÍNEZ H, H. (2005). La ética empresarial al comienzo del nuevo milenio. Facultad de ciencias económicas – Universidad Javeriana: Bogotá.
22. MOLINS P, M. (1998). Teoría de la Planificación. Caracas: Facultad de Humanidades y Educación – Universidad Central de Venezuela.
23. MONGE Raimundo Z [s.a.]. La ética empresarial como ventaja competitiva [en línea] Chile. <http://www.duoc.cl/formación/documentos/conferencias/monje.html> [consulta: junio 2006]
24. OLCESE, A., RODRÍGUEZ, M. Á., & ALFARO, J. (2008). Manual de la empresa responsable y sostenible. Madrid: McGraw- Hill.
25. PERDIGUERO, T. y García Reche, A., (2005) La Responsabilidad Social De Las Empresas y Los Nuevos Desafíos De La Gestión Empresarial. España, Editorial Universidad de Valencia

26. PÉREZ DOMÍNGUEZ, Fernando, (2005), Instrumentos de la RSC: criterios de clasificación. Observatorio sobre Responsabilidad Social de la Empresa y Relaciones Laborales (Observatorio Laboral On-Line del CARL).
27. PUTERMAN S., P., (2005) Una propuesta de Responsabilidad Social Empresarial. Federación de Cámaras y Asociaciones de Comercio y Producción de Venezuela
28. Responsabilidad Social Corporativa [s.a.]. [en línea] Chile. http://www.casapaz.cl/mainareasdetrabajo_resp_soc.htm [consulta: Mayo. 2014].
29. RAIMUNDO M. Z., [s.a.]. La ética empresarial como ventaja competitiva [en línea] Chile. <http://www.duoc.cl/formación/documentos/conferencias/monje.htm> [consulta: Mayo. 2014].
30. REYNA, F., (2005) La Responsabilidad Social Empresarial: una estrategia de negocios. Comité de Alianza Social de VenAmCham, IESA.
31. RIVEROS S, P. E. (2007). Sistema de Gestión de la calidad del servicio. Bogotá: Ecoe Ediciones.
32. RODRÍGUEZ, J.M. (2007): Responsabilidad social corporativa y análisis económico: práctica frente a teoría. *Ekonomiaz* 65, 12-49
33. SCHWARTZ, P. (1981): "La empresa como soporte de la visión empresarial". En: VV.AA. (1981): *El Balance Social de la Empresa y las Instituciones Financieras*. Banco de Bilbao, Madrid.
34. SUDREAU, P., pres. (1975): Informe del Comité de Estudio para la Reforma de la Empresa (Presidido por P. Sudreau). Ed. Mapfre, Madrid.
35. SULBARÁN, J.P., "El concepto de responsabilidad social de la empresa" en *Revista Economía*, N° 10, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Universidad de los Andes.
36. TAMAYO, M., (2003), metodología de la investigación, Limusa S.A.
37. TEIXIDÓ, S., CHAVARRI, R. y CASTRO, A., (2002) Responsabilidad social: 12 casos empresariales en Chile. México, Editorial Prehumana.
38. United Nations for Global Compact [en línea] www.unglobalcompact.org
39. VITERI MOYA, J. R. (2007). La universidad y la responsabilidad social empresarial. *Revista Campus UTE* N° 46, 10.
40. VIVES, A. (2011) La Responsabilidad Social de la empresa ante la Sociedad. USA. Banco Interamericano de Desarrollo.
41. WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SOCIAL DEVELOPMENT (WBCSD) [en línea] www.wbcd.org [consulta: Junio 2014].



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Análisis comparativo térmico de un sistema constructivo vernacular de caña guadua frente a un sistema constructivo de mampostería confinada del Cantón Portoviejo.

Jelenne Joisbel Mera Castro ^{1*}  Bolívar Humberto Ortega Bravo ² 

¹ Facultad de posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Avenida Urbina, y, Portoviejo 130105, Ecuador.

² Departamento de Construcciones Civiles, Arquitectura y Geología, Facultad de Ingeniería y Ciencias Aplicadas, Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Manabí, Ecuador.



Correspondencia: jmera2286@utm.edu.ec



+ 593 99 380 6672

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83303>

Resumen: Se realizó un análisis comparativo del rendimiento térmico de dos sistemas constructivos empleados en viviendas sociales de Portoviejo, Ecuador: una de caña guadua y otra de mampostería confinada. A partir de mediciones de temperatura y humedad relativa, y mediante el uso del ábaco psicrométrico de Givoni, se evaluó el nivel de confort térmico en ambas tipologías durante un mes cálido. Los resultados muestran que ambas viviendas superan los rangos de confort, principalmente por su baja inercia térmica y por características de diseño como la limitada ventilación cruzada, la reducida protección solar en fachadas y cubiertas, y el uso de materiales con baja capacidad de almacenamiento térmico. Asimismo, las estrategias pasivas implementadas, como la apertura de ventanas o el uso de ventiladores, resultaron insuficientes debido a la elevada temperatura exterior, la baja velocidad del viento y la falta de elementos arquitectónicos que favorezcan la disipación del calor. El estudio concluye que el confort térmico en estas viviendas solo puede alcanzarse mediante un diseño sostenible integral, respaldado por los hallazgos que evidencian que ni la guadua ni la mampostería confinada, en sus configuraciones actuales, logran responder adecuadamente a las condiciones climáticas locales.

Palabras claves: Confort térmico, vivienda social, caña guadúa, mampostería confinada

Comparative thermal analysis of a vernacular caña guadua construction system versus a confined masonry construction system in Portoviejo canton.

Abstract: A comparative analysis was carried out on the thermal performance of two construction systems used in social housing in Portoviejo, Ecuador: one built with caña guadua and the other with



Check for
updates

Cita: Mera Castro, J. J., & Ortega Bravo, B. H. (2025). Análisis comparativo térmico de un sistema constructivo vernacular de caña guadua frente a un sistema constructivo de mampostería confinada del Cantón Portoviejo. Green World Journal, 08(03), 033. <https://doi.org/10.53313/gwj83303>

Received: 01/August/2025

Accepted: 17/September/2025

Published: 25/September/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.

Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial

editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

confined masonry. Temperature and relative humidity measurements, together with the Givoni psychrometric chart, were applied to evaluate thermal comfort levels in both housing types during a warm month. The results indicate that both dwellings exceed comfort ranges, mainly due to their low thermal inertia and design features such as limited cross ventilation, insufficient solar protection on façades and roofs, and the use of materials with low heat storage capacity. Passive strategies, such as window opening and fan use, proved ineffective because of high outdoor temperatures, low wind speeds, and the absence of architectural elements that facilitate heat dissipation. The study concludes that achieving thermal comfort in these dwellings requires an integral sustainable design approach, supported by the finding that neither caña guadua nor confined masonry, in their current configurations, adequately respond to local climatic conditions.

Keywords: Thermal comfort; Social housing; Caña guadua; Confined masonry

1. Introducción

El ser humano toda su vida ha procurado estar en un entorno que le brinde comodidad. Uno de los espacios donde pasa la mayor parte de su tiempo realizando diversas actividades es su hogar. En el interior de una vivienda, la temperatura puede variar debido a las condiciones del ambiente exterior, lo que influye en la sensación térmica de sus habitantes. Cuando una persona percibe una temperatura agradable y adecuada para su bienestar, se habla de confort térmico. El confort térmico no es otra cosa que el mantenimiento de un ambiente que permita una regulación térmica normal [1].

La temperatura ambiental influye directamente en la comodidad, productividad y salud de los individuos, por eso, es importante encontrar un equilibrio entre la temperatura ambiental y la temperatura interior. La sensación de bienestar térmico, conocida como confort térmico, es el resultado de la interacción entre factores ambientales como la temperatura, la humedad y la ventilación, junto con aspectos individuales como la vestimenta y el nivel de actividad física. Es por ello, que, la norma ISO 7730, define a el confort térmico como una sensación subjetiva de bienestar respecto al ambiente térmico [2].

A nivel mundial, el confort térmico ha sido un factor clave en el desarrollo de las viviendas. El ambiente interior de estas edificaciones se determina como una interacción entre el diseño y los materiales de construcción del edificio y las condiciones climáticas predominantes, incluyendo la temperatura, la humedad relativa, la radiación solar y la suciedad [3].

En América Latina, alrededor del 36% de las familias (aproximadamente 59 millones de hogares) se enfrentan al problema del confort térmico dentro de sus hogares. Una vivienda adecuada se define como aquella que garantiza seguridad en la tenencia, asequibilidad, habitabilidad, accesibilidad, ubicación apropiada, adecuación cultural y acceso a servicios, materiales de calidad, instalación. Dentro de todas estas características de la vivienda adecuada, está el confort térmico [4].

En Ecuador, las condiciones climáticas generan retos diferenciados: en la región andina, las bajas temperaturas que en invierno pueden descender hasta -20°C afectan principalmente a poblaciones vulnerables, mientras que en la región Costa predominan temperaturas elevadas, alta radiación solar y elevados niveles de humedad, que también inciden en la calidad térmica de las viviendas [5][6]. La morfología urbana, la forma de las edificaciones y su orientación son factores que pueden intensificar este problema [7].

En la provincia de Manabí existen 468.744 viviendas particulares, de las cuales el 74,86 % (350.917 viviendas) corresponden a la tipología casa/villa con cubiertas de zinc o planchas metálicas. Este tipo de edificación, en muchos casos construida por el MIDUVI, responde a un

modelo único que no incorpora aislamiento térmico [8]. El MIDUVI, responsable de garantizar un hábitat seguro en el país, ha promovido viviendas sociales con estructuras de hormigón y techos de zinc, sin considerar la diversidad climática del Ecuador. Esto genera un bajo desempeño térmico en el interior. Actualmente, el 45 % de los 3,8 millones de hogares del país no cumplen condiciones adecuadas, de los cuales el 36 % presenta déficit cualitativo y el 9 % déficit cuantitativo [9].

En el cantón Portoviejo, el problema del confort térmico en las viviendas persiste debido a la falta de un enfoque adecuado para abordarlo. Esta situación afecta negativamente la calidad de vida de sus habitantes. Es crucial realizar estudios científicos que permitan diseñar y promover modelos de vivienda funcionales y adaptados al clima local, garantizando confort térmico sin comprometer la arquitectura [10].

En la parroquia Alhajuela, dónde se realizará el caso de estudio, el clima presenta una gran variabilidad, aunque suele ser cálido en general. Durante el verano, las condiciones son más templadas, mientras que en invierno el clima se torna muy caluroso. La temperatura promedio es de 24 °C [11].

La presente investigación tiene como fin comparar los niveles de confort térmico que se encuentran en una vivienda de mampostería confinada, siendo esta una vivienda social construida por el MIDUVI de tipología casa/villa, frente a una vivienda social de la Fundación Hogar de Cristo con un sistema constructivo vernacular de Caña guadua, considerando que los casos de estudios se presentarán en zonas rurales dónde la población carece de una actividad económica sustentable para su familia.

Este análisis permitirá identificar las ventajas y desventajas de cada material constructivo en términos de confort térmico, eficiencia energética y sostenibilidad, contribuyendo así a una mejor selección de materiales y sistemas constructivos adaptados a las condiciones climáticas de la región. Además, el objetivo principal del presente estudio es evaluar la eficacia de ambas viviendas sociales en su confort interior a través del análisis de temperatura y humedad relativa.

2. Materiales y métodos

Esta investigación emplea un enfoque mixto, ya que combina la formulación, recolección, análisis y vinculación de datos tanto cuantitativos como cualitativos. Los métodos mixtos consisten en un conjunto de procesos empíricos, sistemáticos y críticos, que implican la recolección y posterior análisis de ambos tipos de datos con el fin de obtener una comprensión más profunda de un fenómeno en estudio [12].

Además, la investigación se clasifica como experimental, ya que, a través de la medición interior de la temperatura (°C) y humedad relativa interior (%) de los dos tipos de vivienda del caso de estudio (Vivienda social Hogar de Cristo “Caña guadua” y MIDUVI “Mampostería Confinada”) ubicadas en el cantón Portoviejo, en la Parroquia Alhajuela de la región Costa del Ecuador.

Por lo tanto, el presente estudio evaluará el desempeño térmico en una investigación de campo de ambas tipologías con datos obtenidos del Datalogger de temperatura/humedad, además se hará un levantamiento in situ de los prototipos para determinar las características térmicas de las mismas y así observar la ubicación y orientación de las viviendas.

2.1. Área de estudio

Las coordenadas geográficas del cantón Portoviejo: Latitud 1°3'16.5" S y longitud 80°27'16" O, presentando una altitud de entre 20 a 40 msnm [13]. Tiene nueve parroquias urbanas y siete rurales, entre las rurales se encuentra la parroquia Alhajuela que es dónde se encuentran ubicadas las

viviendas que se tomaron de muestra. El clima en la parroquia Alhajuela presenta variaciones significativas, con una parte del tiempo caracterizado por temperaturas cálidas.

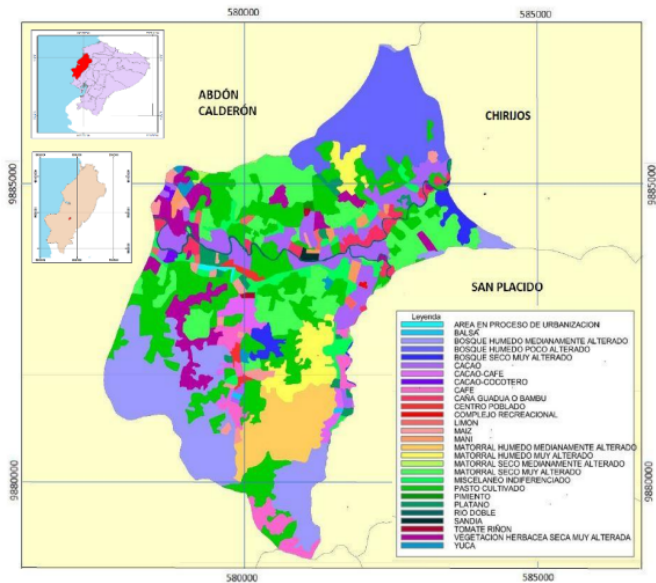


Figura 1. Mapa de relieve de Alhajuela.

En Alhajuela, durante el verano, el clima tiende a ser templado, a diferencia del invierno, cuando se experimentan condiciones muy calurosas. El clima en la zona presenta una variación entre subtropical seco y húmedo. La temperatura promedio se sitúa alrededor de los 25°C. [14]. La temperatura relativa, será tomada con los datos de la ciudad de Portoviejo, ya que, por la falta de información de la parroquia, no se puede establecer una base de datos precisa, la humedad relativa media de Portoviejo es 75%, y la temperatura media 27 [15]. Para la parroquia se usará 25°C como lo establece GAD Alhajuela, ver Figura 2.

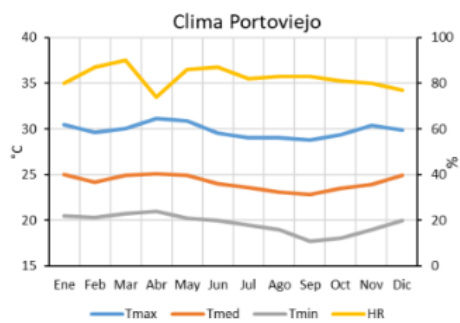


Figura 2. Temperatura y humedad relativa de la ciudad de Portoviejo según INAMHI (2026).

Cabe mencionar que según la NEC–HS–EE, para que exista confort térmico, las edificaciones deben mantenerse dentro de los rangos: Temperatura del aire ambiente: entre 18 y 26 °C y Humedad relativa: entre el 40 y el 65 % [16]. Aunque según la NEC–HS–CL las condiciones internas de diseño, como la temperatura operativa y la humedad relativa, deben establecerse considerando la actividad metabólica de las personas, el nivel de vestimenta y el Porcentaje de Personas Insatisfechas (PPD) [17]. Por consiguiente:

Tabla 1. Condiciones interiores térmicas de diseño.

Clima Local	Temperatura del bulbo seco del aire	Humedad relativa
-------------	-------------------------------------	------------------

	°C (°F)	%
Cálido, $T \geq 25^{\circ}\text{C}$	23 a 25 (73 a 77)	45 a 60
Frío, $T < 18^{\circ}\text{C}$ (64°F)	20 a 23 (68 a 73)	40 a 50

Fuente: NEC, 2020

Para la elección de los casos de los casos de estudio, se optó por escoger una muestra de cada uno de los dos tipos de viviendas que compartieran la misma orientación, siendo esta, la fachada frontal hacia el noroeste (más oeste que norte), así mismo están ubicados en el mismo sector de la parroquia, para minimizar alguna variable en el estudio climatológico. El primer caso de estudio corresponde a la vivienda de caña guadúa (VC) y el segundo caso de estudio es la vivienda de mampostería confinada (VM). En la Figura 3 se muestra la ubicación de los casos de estudio.



Figura 3. Localización de los casos de estudio VC y VM.

Son dos viviendas sociales, con diferentes características constructivas, en dónde viven menos de 1 persona en cada una de ellas. El número de ocupantes en una vivienda constituye un factor determinante en las condiciones de confort térmico interior. Según UNE-EN ISO 7730 cada persona genera una carga térmica metabólica cercana a 60W en estado de reposo sentado, aunque el incremento de la tasa metabólica se origina por la ingesta de alimentos, la actividad física y diversos factores adicionales, lo cual incrementa la temperatura del ambiente cuando el espacio es reducido o presenta baja capacidad de disipación de calor [18]. Asimismo, la respiración y la transpiración de los ocupantes aportan vapor de agua, lo que eleva la humedad relativa y dificulta los procesos de evaporación del sudor, reduciendo la sensación de confort.

El primer caso de estudio (VC) es una vivienda alta, de una sola planta, en dónde viven 2 personas adultas, en un área de 36m2. Esta tipología tiene un sistema constructivo de caña guadúa para las paredes, mientras que el piso, puertas, ventanas y escaleras son de madera. En la figura 4, se muestra la fachada de la VC y sus características arquitectónicas:

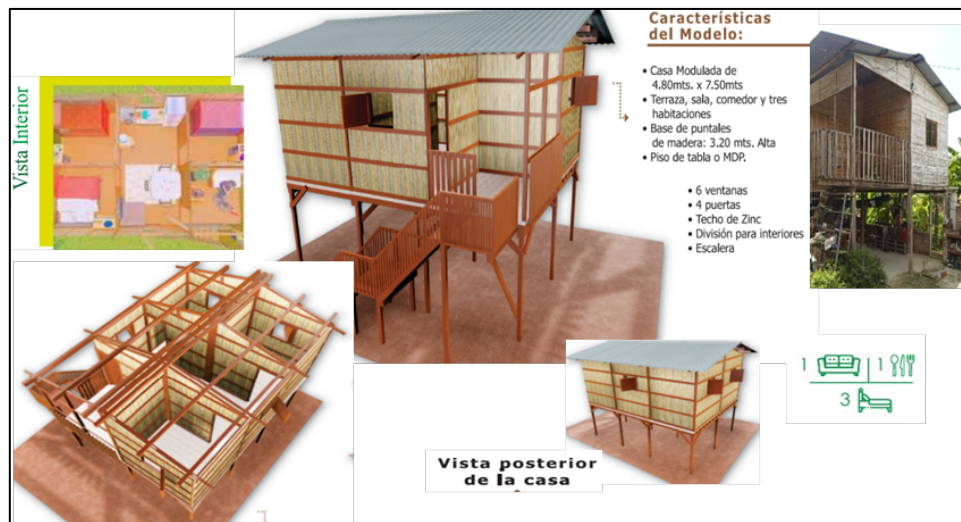


Figura 4. Características y modelado de la VC del catálogo de Hogar de Cristo.

En la figura 5 se muestra la VM, esta vivienda es baja, de una sola planta, en dónde vive una adulta mayor, tiene un área de 36,72m². Esta tipología tiene un sistema constructivo de mampostería confinada, el piso es de concreto, puertas de madera, ventanas de aluminio y vidrio. A continuación, se muestra la fachada de la vivienda VM y sus características arquitectónicas:

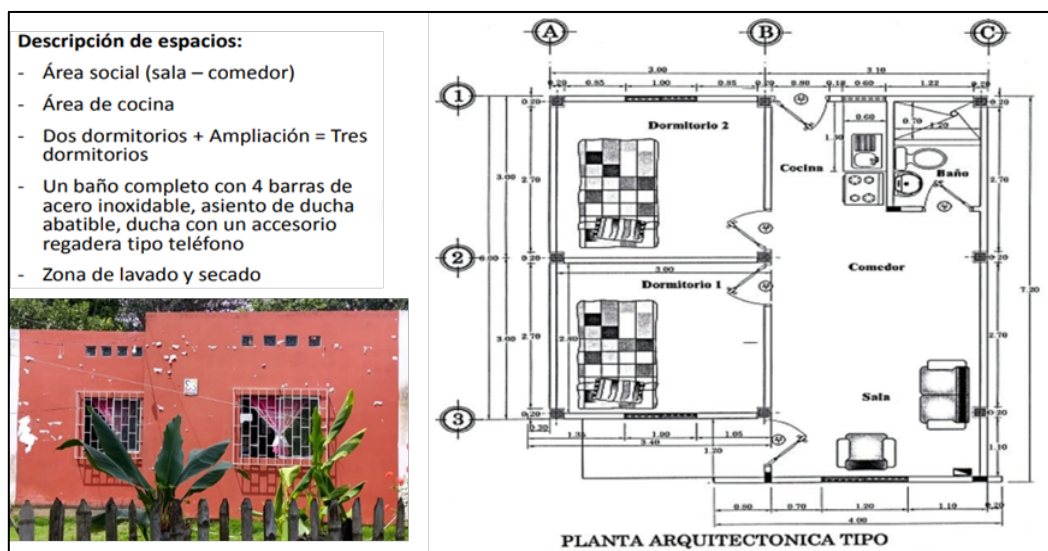


Figura 5. Características y plano arquitectónico de la VM del MIDUVI.

2.2. Métodos

Se realizó un levantamiento de información in situ de los casos de estudio, registrando la percepción que tienen los habitantes sobre el confort térmico en el interior de la vivienda, esto se hizo con una encuesta dirigida a los habitantes de las viviendas, con calificaciones de 0 a 5, 0 siendo totalmente mala, y 5 excelente, puesto que uno de los factores que influyen en el confort térmico es el factor individual, ver Figura 6.

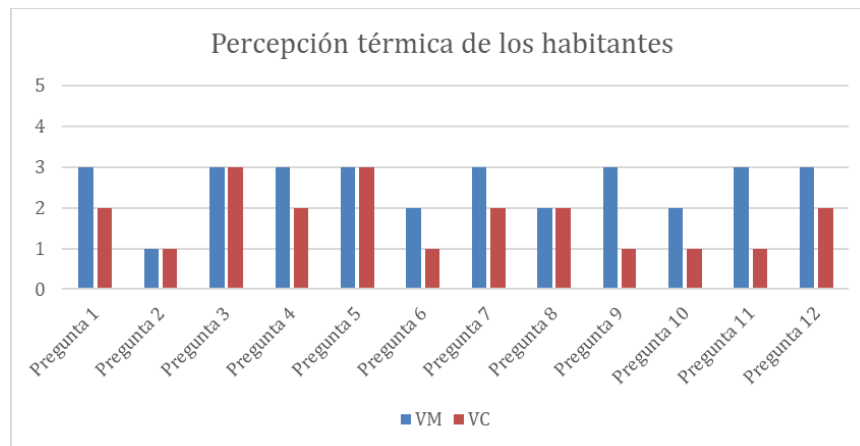


Figura 6. Percepción térmica de los habitantes.

Percepción del confort térmico

1. ¿Qué tan cómodo te sientes con la temperatura en el interior de tu vivienda durante las 7 AM?
2. ¿Qué tan cómodo te sientes con la temperatura en el interior de tu vivienda durante las 12 PM?
3. ¿Qué tan cómodo te sientes con la temperatura en el interior de tu vivienda durante las 10 PM?
4. ¿Cómo es la temperatura dentro de tu hogar la mayor parte del tiempo?
5. ¿Cómo calificarías la ventilación natural dentro de tu vivienda?
6. ¿Qué tan bien mantiene tu vivienda una temperatura agradable en días de mucho calor?
7. ¿Qué tan bien mantiene tu vivienda una temperatura agradable en días de mucho frío?
8. ¿Qué tan rápido cambia la temperatura dentro de tu vivienda cuando varía el clima exterior?
9. ¿Qué tan protegido te sientes de corrientes de aire frío en tu vivienda?
10. ¿Cómo calificarías la sensación térmica en las principales áreas donde pasas más tiempo (sala, dormitorio, etc.)?
11. ¿Qué tan efectiva consideras la aislación térmica de muros, techos y ventanas de tu vivienda?
12. En general, ¿cómo calificarías el confort térmico de tu vivienda?

Para la experimentación se realizaron mediciones térmicas mediante el uso de dataloggers de temperatura y humedad relativa. Los registros se tomaron en intervalos de una hora durante un periodo de siete días, comprendido entre el 11 y el 18 de mayo de 2025, coincidiendo con uno de los meses de mayor incidencia térmica en la zona. Como criterio de selección, se eligió este periodo por representar condiciones de clima cálido característico del verano local, lo que permitió evaluar el comportamiento de las viviendas en un escenario de mayor exigencia térmica.

De forma complementaria, se recopilaban los datos de temperatura y humedad relativa exterior de la parroquia Alhajuela a través de la plataforma Prediction Of Worldwide Energy Resources (POWER) [19], que provee información climática y meteorológica validada para la región.

La instrumentación empleada consistió en un datalogger RC-51H, con una precisión de ± 0.5 °C en el rango de -20 °C a $+40$ °C para temperatura, y de ± 3 %RH (25 °C, 20 %– 90 %RH) para humedad relativa. Para reducir la incidencia de variables externas que pudieran alterar las mediciones, los equipos fueron instalados en espacios interiores representativos (sala de estar) a una altura de 1,50 metros sobre el nivel del piso de cada vivienda, evitando corrientes de aire directas, radiación solar incidente o proximidad a fuentes de calor artificial, además se los ubicó en un lugar de “espacio común”

3. Resultados

3.1. Percepción de los habitantes de las viviendas

Con una escala de: muy malo 0, malo 1, regular 2, bueno 3, muy bueno 4, excelente 5. La vivienda de Mampostería Confinada (VM) presenta una percepción de confort térmico más favorable, con calificaciones que se concentran entre 2 y 3 en la mayoría de las preguntas (regular y bueno). La vivienda de Caña Guadúa (VC) muestra una percepción menos positiva, con respuestas mayoritariamente entre 1 y 2, lo que indica problemas de sobrecalentamiento en horas críticas y deficiencia en aislamiento térmico. El confort térmico está directamente relacionado con la ventilación natural y la inercia térmica de los materiales, siendo más valoradas las soluciones ligeras y permeables al aire.

3.2. Medición de la temperatura interior y humedad relativa interior.

3.2.1. Temperatura Interior

En la Figura 7 se muestran los resultados de la temperatura interior de la Vivienda de Caña Guadúa (VC), la Vivienda de Mampostería (VM) y la Temperatura exterior de los días del periodo estudiado. En este periodo existe una temperatura media exterior de 25,04°C, excepto el 16 de mayo que tiene una temperatura media de 24°C (similar) pero una oscilación diaria de 5,68°C, alcanzando una temperatura máxima de 27,57°. En cambio, el 11 de mayo que es uno de los días con mayor temperatura, muestra una temperatura media de 27,15°C y una oscilación de 8°C por lo que ese día alcanza una temperatura máxima de 31,51°C.

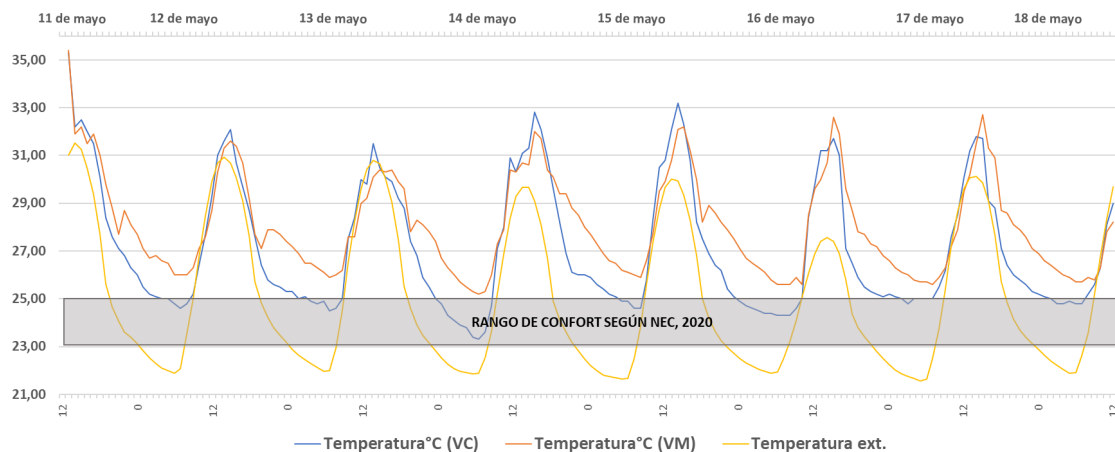


Figura 7. Temperatura interior de las dos viviendas analizadas (VC y VM).

Respecto al comportamiento térmico interior, la vivienda que alcanza las temperaturas más elevadas es la VM, registrando una temperatura media de 27,7°C incluso en el día más fresco, el 16 de mayo, con una temperatura máxima de 32,6°C y una mínima de 25,6°C. Para el 11 de mayo, esta misma vivienda presenta una temperatura media de 30,4°C, con una temperatura máxima de 35,4°C y una temperatura mínima de 27,7°C. Por otro lado, la vivienda VC presenta una temperatura media de 26,4°C el 16 de mayo, una temperatura mínima de 24,3°C y una máxima de 31,7°C. En cambio, el 11 de mayo presenta una temperatura media de 29,65°C, su temperatura máxima fue de 35,3 y la mínima de 26°C. Dado que ambas viviendas presentan oscilaciones térmicas altas, su temperatura mínima baja bastante.

3.2.2. Humedad Relativa Interior

En cuanto a los resultados de humedad relativa interior (ver Figura 8), se observa el comportamiento habitual: los niveles de humedad disminuyen durante el día y aumentan en la noche, en sentido inverso al patrón térmico. En la vivienda VM, los valores oscilan entre 68% y 82% aproximadamente durante todos los días analizados. Por su parte, la vivienda VC muestra valores entre 65% y 86%. Comparando las dos viviendas, la VC presenta los niveles más bajos de humedad relativa interior durante la noche. Así mismo, durante el día la vivienda VC presenta los valores más altos, pero no se ve tan marcada la diferencia con la vivienda VM.

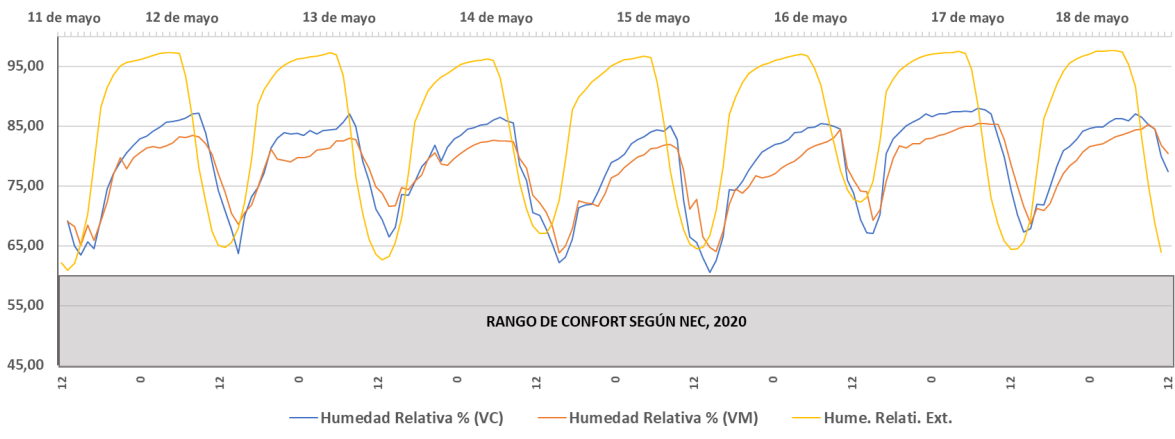


Figura 8. Humedad relativa interior de las dos viviendas analizadas (VC y VM)

4. Discusión

Al mostrar la relación entre la temperatura interior y humedad relativa interior para los días 11 y 16 de mayo, utiliza un ábaco psicrométrico de Givoni para representar gráficamente el estado de confort térmico o disconfort. Este análisis gráfico se realizó con la tabla 2.

Tabla 2. Datos de temperatura interior y humedad relativa interior de las viviendas VM y VC en los días con mayor temperatura y menor respectivamente.

Viviendas	Condicionantes meteorológicas	Unidad de medida	11 de mayo	16 de mayo
Vivienda de mampostería confinada (VM)	Temperatura	Máxima	35,4	32,6
		Media	30,4	27,7
		Mínima	27,7	25,6
	Humedad relativa	Máxima	81	85
		Media	73	79
		Mínima	65	69
Vivienda de caña guadúa (VC)	Temperatura	Máxima	35,3	31,7
		Media	29,7	26,4
		Mínima	26	24,3
	Humedad relativa	Máxima	83	87
		Media	73	81
		Mínima	63	67

Según los resultados obtenidos, ambas viviendas analizadas en los días de estudio se encuentran fuera del rango del confort térmico, estando dentro de la zona 12 “Ventilación Natural o Mecánica” (Ver Figura 9). Esto implica que las viviendas no requieren de calefacción activa (eléctrica o gas), sino que basta con un buen diseño bioclimático, es necesaria la ventilación natural y mecánica. Cabe destacar que estos niveles elevados de temperatura se presentan incluso con las ventanas abiertas durante gran parte del periodo diurno.

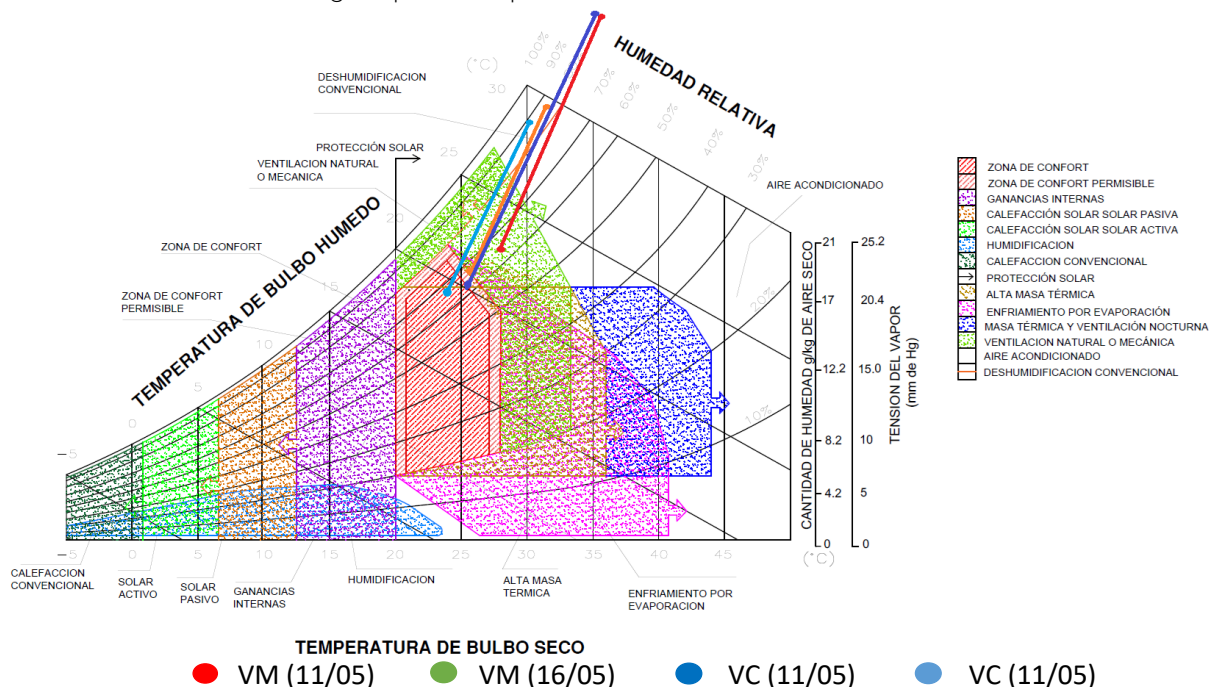


Figura 9. Humedad relativa interior de las dos viviendas analizadas (VC y VM)

Para comprobar estos resultados, se ubicaron los datos en el ábaco psicrométrico de Givoni con el software de Andrew Marsh [20]. (Ver Figura 10).

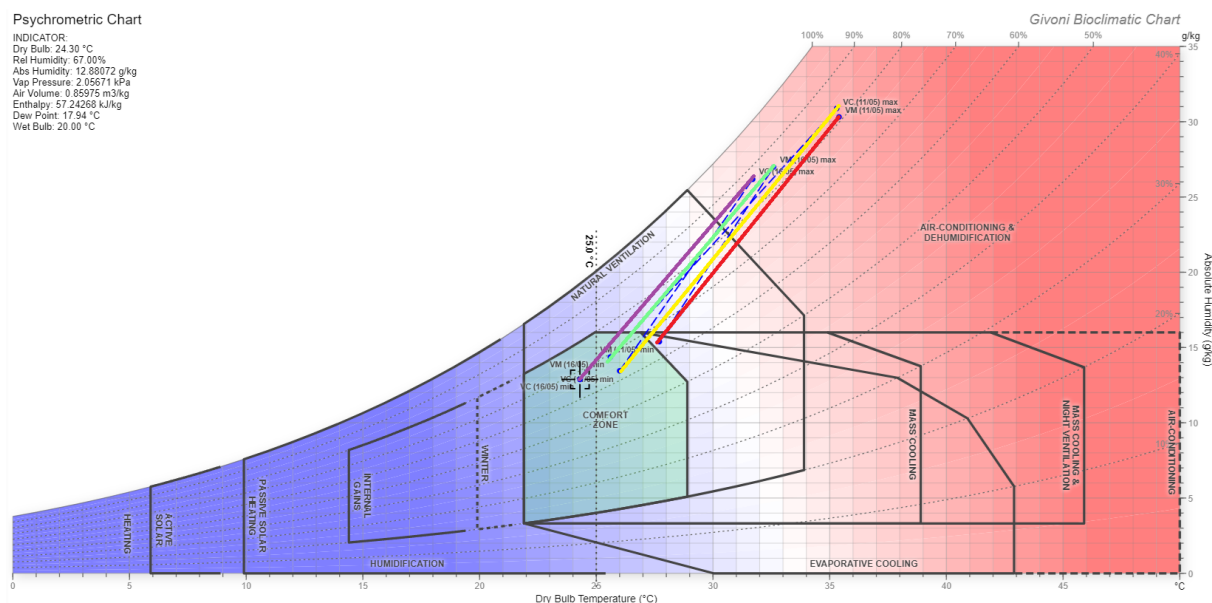


Figura 10. Ábaco psicrométrico de Givoni con las temperaturas y humedades de la vivienda VC y VM en el día menos caluroso (16 de mayo) y más caluroso (11 de mayo), del periodo estudiado en el Desarrollo de Software Andrew Marsh.

Cómo se evidenció en los resultados, todas las viviendas superan el rango de confort térmico en cuanto a la temperatura, no obstante, cuándo se tiene una temperatura baja su confort es óptimo considerando que esto sucede en horas de la noche. Durante el día, no se obtienen condiciones óptimas de confort, esto se debe principalmente a su baja inercia térmica y reducida compacidad, características asociadas al sistema constructivo que usan ambas viviendas. Teniendo cubierta de Zinc y su ubicación aislada, lo que favorece la disipación del calor acumulado. Ahora, cómo estas viviendas se encuentran orientadas al noroeste, no es ideal por el confort térmico ya que están expuestos al sol vespertino, cuando el calor acumulado puede ser más perjudicial. Sin embargo, con diseño pasivo y materiales adecuados, es posible mitigar significativamente los efectos negativos y lograr un confort térmico sin recurrir a la climatización activa.

Si se contrasta con el diagrama bioclimático de Olgyay, se observa que incluso la temperatura exterior del ambiente durante el periodo de estudio se ubica fuera de la zona de confort individual. Esto evidencia que el problema térmico de las viviendas no se limita únicamente a sus características constructivas, sino que también está fuertemente condicionado por las condiciones climáticas extremas del entorno. En este escenario, resulta imprescindible plantear un diseño arquitectónico que reduzca la incidencia solar directa y que optimice el intercambio térmico con el ambiente exterior.

Dicho eso, lo que menciona Bravo et al. [15] y esta investigación comprueba que el uso de aislamiento térmico no constituye un parámetro determinante en el comportamiento interior de estas viviendas, esto debido a las condiciones extremas del entorno, cómo se mencionó anteriormente. Bravo menciona un análisis realizado en Portugal en el verano por Fernández et al. [21], una de las prioridades para reducir el sobrecalentamiento no es el aislamiento, sino la protección frente a la radiación solar directa. En el caso de Ecuador, esta evidencia refuerza la recomendación de evitar la orientación de las ventanas hacia el este u oeste, ya que estas fachadas reciben la mayor carga térmica en horas críticas del día. (Cómo se muestra en la figura 11).

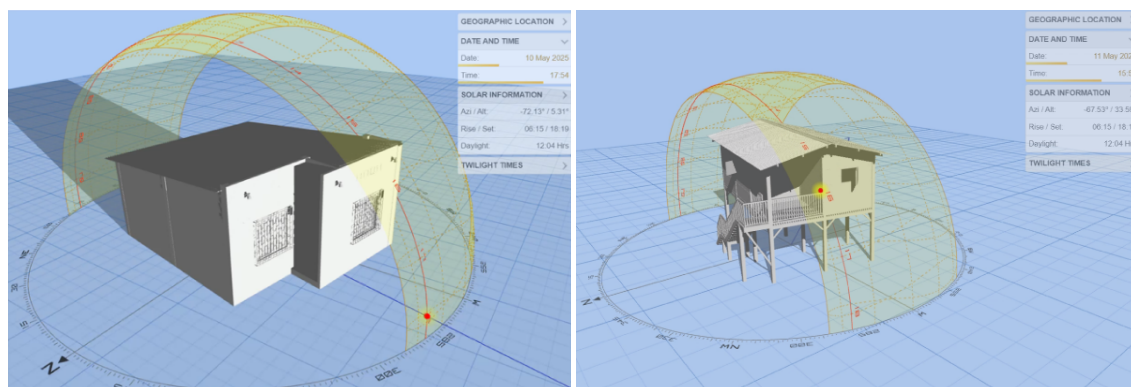


Figura 11. Orientación y trayectoria solar de las viviendas VM (izquierda) y la VC (derecha)

5. Conclusión

La investigación realizada en la parroquia Alhajuela de Portoviejo, Manabí, permitió comparar el comportamiento térmico de dos tipologías de vivienda social: la de mampostería confinada (VM) y la de caña guadúa (VC). Los resultados obtenidos muestran que ninguna de ellas alcanza condiciones aceptables de confort térmico durante los días analizados. En el día más cálido (11 de mayo), la VM alcanzó una temperatura máxima interior de 35,4 °C y una media de 30,4 °C, mientras que la VC registró una máxima de 35,3 °C y una media de 29,7 °C. Si bien la VC mantiene temperaturas promedio ligeramente más bajas, estas aún superan en más de 4 °C los valores superiores del rango de confort.

En términos de humedad relativa, se observó que la VC tiende a presentar valores más elevados, con medias de 73 % y 81 % frente a 73 % y 79 % en la VM para los días 11 y 16 de mayo, respectivamente. Esto sugiere que, aunque la caña guadúa permite disipar mejor el calor, genera ambientes interiores más húmedos, lo que aumenta la sensación de bochorno y limita la percepción de confort.

Se concluye que las estrategias pasivas actualmente empleadas, como ventilación natural por apertura de vanos o el uso de ventiladores, resultan insuficientes para contrarrestar el sobrecalentamiento y la acumulación de humedad, debido a que no se integran a un diseño arquitectónico sostenible. La orientación de los espacios, la incorporación de elementos de sombreado y el uso de materiales con mayor inercia térmica no han sido considerados de forma adecuada.

Finalmente, los hallazgos demuestran que las viviendas sociales evaluadas presentan un impacto térmico marginalmente distinto, pero igualmente ineficiente, y que alcanzar condiciones de confort en esta región requiere un rediseño integral que parta de un análisis climático detallado, donde la orientación, la ventilación cruzada, la protección solar y la elección de materiales se combinen como parte de un enfoque sostenible de habitabilidad.

Contribución de autores: Conceptualización, metodología, software, investigación, recursos, curaduría de datos, M.J.; validación, análisis formal, supervisión, visualización, O.B.; redacción-revisión y edición, M.J. y O.B.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Floría, M. *Gestión de la higiene industrial en la empresa*; Fundación Confemetal: España, 2007.
2. International Organization for Standardization. *Ergonomía del ambiente térmico. Determinación analítica e interpretación del bienestar térmico mediante el cálculo de los índices PMV y PPD y los criterios de bienestar térmico local (ISO 7730:2005)*; International Organization for Standardization: 2005.
3. Altamirano, R. *Análisis de la eficiencia térmica en la vivienda rural del cantón Latacunga, caso de estudio: parroquia Once de Noviembre*. 2021. Disponible en: <https://repositorio.uti.edu.ec/handle/123456789/4524>
4. Miño Rodríguez, I.; Naranjo Mendoza, C.; Korolija, I. Evaluación térmica de viviendas rurales de bajo costo: un estudio de caso en los Andes ecuatorianos. *MDPI* 2016, 6(3), 36.
5. Molina, J.; Lefebvre, G.; Espinoza, R.; Horn, M.; Gómez, M. Enfoque bioclimático para viviendas rurales en la región altoandina fría: estudio de caso de una vivienda peruana. *Elsevier* 2021, 231.
6. Valderrama Chávez, M.D.; Vásquez Granda, V.D.; León Baque, E.L. Cambios en patrones de precipitación y temperatura en el Ecuador, región costa. *Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores* 2021, 25, 23.
7. Ziwei, L.; Lin, B.; Yanchen, L.; Wang, Z.; Dai, J. Una revisión del método de cálculo del consumo energético operativo de los edificios urbanos. *Construir* 2020, 13, 739–751.
8. Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). Provincia de Manabí. 2022. Disponible en: <https://www.censoecuator.gob.ec/resultados-censo/#resultados>
9. Ministerio de Desarrollo Urbano y Vivienda de la República de Ecuador. *Programa Nacional de Vivienda Social*; MIDUVI: Quito, 2015.
10. Zambrano, F.; Muñoz, J.; Toala, L. Análisis del confort térmico de conjuntos habitacionales. Caso urbanización Fuentes del Río, cantón Portoviejo, provincia de Manabí, República del Ecuador. 2018. Disponible en: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec/handle/123456789/507>
11. Cevallos Delá, O.A. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial. 2023. Disponible en:

- <https://gadalhajuela.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/PDOT-FINAL-ALHAJUELA-2024FEBRERO.pdf>
12. Zúñiga, P.I.V.; Cedeño, R.J.C.; Palacios, I.A.M. *Metodología de la investigación científica: guía práctica*. 2023. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7658
 13. Geodatos. Coordenadas geográficas de Portoviejo. 2025. Disponible en: <https://www.geodatos.net/coordenadas/ecuador/portoviejo>
 14. GADPR Alhajuela. Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Alhajuela. 2023. Disponible en: <https://gadalhajuela.gob.ec/wp-content/uploads/2024/06/PDOT-FINAL-ALHAJUELA-2024FEBRERO.pdf>
 15. Bravo, D.; Torres, J.; Panchana, R. Análisis del confort térmico en viviendas sociales con diferentes sistemas constructivos en el clima cálido-húmedo de Ecuador. *Green World Journal* 2023, 6(2).
 16. NEC. Eficiencia energética. 2011. Disponible en: <https://inmobiliariadja.files.wordpress.com/2016/09/nec2011-cap-13-eficiencia-energc3a9tica-en-la-construccic3b3n-en-ecuador-021412.pdf>
 17. NEC-HS-CL. Climatización. 2020. Disponible en: <https://www.habitatyvivienda.gob.ec/wp-content/uploads/2023/03/5.-NEC-HS-CL-Climatizacion.pdf>
 18. UNE-EN ISO 7730. *Studocu*. 2006. Disponible en: <https://www.studocu.com/ec/document/instituto-tecnologico-universitario-de-formacion-de-ecuador/quimica/norma-iso-7730/56825659>
 19. NASA POWER. Prediction of Worldwide Energy Resources. 2025. Disponible en: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
 20. Marsh, A. AndrewMarsh.com. 2025. Disponible en: <https://andrewmarsh.com/software/psychro-chart-web/>
 21. Fernández, J.; Pimenta, C.; Mateus, R.; Silva, S.; Bragança, L. Contribution of Portuguese vernacular building strategies to indoor thermal comfort and occupants' perception. *Buildings* 2015, 5, 1242–1264
 22. Gallardo, A.; Palme, M.; Beltran, D.; Lobatano, A.; Villacreses, G. Análisis y optimización del desempeño térmico de materiales de construcción de viviendas sociales en Ecuador. *International Conference on Passive and Low Energy Architecture* 2016, 32, 360–366.
 23. Hernández, R.; Fernández, C. *Metodología de la investigación*; McGraw-Hill: 1991.
 24. Giraldo-Castañeda, W.; Czajkowski, J.D.; Gómez, A.F. Confort térmico en vivienda social multifamiliar de clima cálido en Colombia. *RevArq* 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.14718/revarg.2021.2938>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Análisis de prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra para la infraestructura eléctrica domiciliaria.

Valdez Medina Jordano Paul ¹  Sandoval Silva Merwin Aitken ¹ 

¹ Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba, EC 060110, Ecuador

✉ Correspondencia: andreaklinger26@gmail.com  + 593098822750

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83304>

Resumen: En el presente estudio se realiza un análisis del funcionamiento de un sistema de puesta a tierra, empleando mediciones técnicas en infraestructuras eléctricas domiciliarias, con la finalidad de determinar la efectividad de su protección por sobretensiones y descargas eléctricas, para lo cual se analizan las características del suelo y se verifica que el sistema de puesta a tierra implementado, cumpla con los parámetros conforme lo establece la normativa técnica de aplicación, de esta manera se protegen tanto equipos electrónicos como la integridad del ser humano. También se evidencia, las carencias técnicas y deterioro de las instalaciones con la finalidad de recomendar la aplicación de correctivos dentro de lo permitido por la regulación. Finalmente se determina la necesidad de la realización periódica de mediciones e inspecciones del sistema de puesta a tierra, principalmente en los lugares de mucha humedad con equipos idóneos como el telurómetro, inspección que debe ser realizada por técnicos calificados, fomentando de esta manera el mantenimiento preventivo recogido en la normativa nacional e internacional vigente.

Palabras claves: Puesta a tierra, domiciliaria, mediciones, técnicas, infraestructura

Functional test analysis of the grounding system for residential electrical infrastructure.

Abstract: The analysis of the grounding system's performance through technical measurements in residential electrical infrastructures analyzes infrastructures analyze the clear effectiveness of the system's surge protection against electrical discharges from its faults on the grounds. The respective soil analysis is performed to ensure that the system is within the values that are subject to its technical regulations established in the parameters. In this way, our electronic equipment and the integrity of the human being are guaranteed. The technical deficiencies and deterioration of said facilities are also clearly evident, so that corrective measures can be applied within the permitted limits. Periodically perform measurements and inspections of the grounding system, primarily in high-humidity areas, using the indicated elements such as the earth



Cita: Jordano Paul, V. M., & Merwin Aitken, S. S. (2025). Análisis de prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra para la infraestructura eléctrica domiciliaria. Green World Journal, 08(03), 304. <https://doi.org/10.53313/gwj82304>

Received: 01/August/2025

Accepted: 17/September/2025

Published: 21/September/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.

Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial

editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

meter. This inspection must be performed by qualified technicians. This way, we promote the preventive maintenance established in current national and international regulations.

Keywords: Grounding, residential, measurements, techniques, infrastructure.

1. Introducción

La infraestructura eléctrica de una vivienda o lugar de residencia constituye un elemento esencial para garantizar condiciones seguras y eficientes de habitabilidad, ya que en la vida moderna el confort depende en gran medida del correcto funcionamiento del sistema eléctrico [1].

Uno de los aspectos fundamentales dentro de la infraestructura eléctrica, es el sistema de puesta a tierra, que desempeña un papel crucial en la seguridad eléctrica [2]. El sistema de puesta a tierra tiene como objetivo principal, proporcionar una ruta segura y de baja resistencia para la disipación de corriente eléctrica, en caso de un fallo o una sobrecarga en el sistema. Esto minimiza los riesgos de electrocución, protege los equipos y garantiza un funcionamiento eléctrico confiable [3].

La motivación de realizar este artículo científico, radica en la incertidumbre y la falta de información sólida sobre la efectividad del sistema de puesta a tierra en la infraestructura domiciliaria [4]. A lo largo del tiempo, se han observado fluctuaciones en la calidad del sistema eléctrico, y ha habido informes ocasionales de problemas eléctricos, que podrían estar relacionados con el sistema de puesta a tierra. Esto plantea preguntas cruciales sobre la eficacia del sistema existente y sus implicaciones en términos de seguridad y rendimiento eléctrico [5].

Toda instalación eléctrica está comprometida con la seguridad y el bienestar de quienes habitan un domicilio, debiendo abordar este problema de manera integral y científica [6]. Un análisis detallado y riguroso de la prueba de funcionamiento del sistema de puesta a tierra, es esencial para evaluar el estado en que se encuentra y determinar si se cumple con los estándares y regulaciones de seguridad eléctrica [7].

Además, la correcta implementación y mantenimiento del sistema de puesta a tierra no solo tiene implicaciones en la protección de las personas, sino también en la preservación de equipos y electrodomésticos sensibles [8]. Un sistema deficiente puede ocasionar daños recurrentes, interrupciones en el servicio y pérdidas económicas significativas, lo que evidencia la necesidad de inspecciones periódicas y del uso de materiales adecuados para garantizar su efectividad a largo plazo [9].

De igual manera, es importante resaltar que la normativa nacional e internacional establece parámetros estrictos para la instalación y verificación de los sistemas de puesta a tierra [10]. Estas regulaciones buscan estandarizar los niveles de seguridad y proporcionar lineamientos técnicos que reduzcan los riesgos eléctricos en entornos

residenciales. Por ello, el presente estudio pretende aportar evidencia empírica que permita valorar la situación actual y contribuir al diseño de estrategias de mejora en la infraestructura eléctrica domiciliaria [11].

2. Materiales y métodos

El enfoque metodológico aplicado fue mixto, cuantitativo y cualitativo experimental, realizando el análisis sobre instalaciones de sistemas de puesta a tierra domiciliarios, presentes en terrenos promedios de 200 metros cuadrados (10 metros por 20 metros), ejecutando pasos lógicos que incluyen análisis de trabajo de campo, modelado computacional, evaluación normativa y encuesta de conocimiento básicos.

2.1. Área de estudio

Se parte del conocimiento del tipo de suelo húmedo, cuya resistividad promedio es de 50 ohm·metro ($\Omega \cdot m$), medición realizada usando el método de Wenner, aplicando la norma IEEE Std 81, con la finalidad de calcular la resistividad eléctrica del terreno.

Para garantizar la seguridad eléctrica de una vivienda de 200 metros cuadrados (10 m x 20 m), se ha implementado un sistema de puesta a tierra mediante una varilla vertical. Esta varilla permite disipar corrientes de falla y descargas atmosféricas hacia el suelo, protegiendo tanto a las personas como a los equipos eléctricos:

Tabla 1. Parámetros para sistema de puesta a tierra mediante una varilla vertical

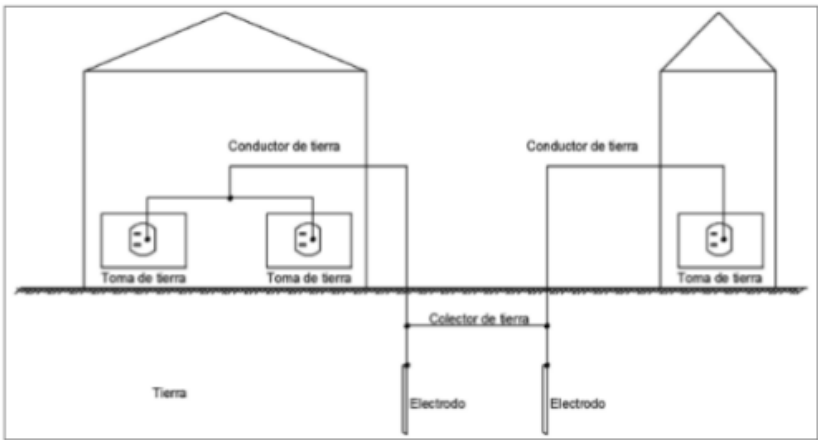
PARAMETRO	VALOR
Tipo de Sistema	Varilla de puesta a tierra
Tipo de electrodo	Varilla vertical de acero-cobre
Longitud de la varilla	2,4 metros
Diámetro de la varilla	5/8 pulgadas (0,016 m)
Número de varillas	1
Material del electrodo	Acero recubierto de cobre
Tipo de suelo	Suelo húmedo
Resistividad del suelo (ρ)	50 $\Omega \cdot m$

Modelo de suelo en ETAP	Uniforme
Software utilizado	ETAP 21.0
Módulo de análisis	Ground Grid Analysis
Resistencia obtenida (estimada)	~ 19 ohmios
Norma de referencia	NFPA 70 (NEC)
Área del terreno	200 m ² (10 m x 20 m)
Tipo de sistema	Varilla de puesta a tierra

2.2. Métodos

Conoceremos a profundidad la definición y los propósitos esenciales de los sistemas de puesta a tierra.

Figura 1. Elementos fundamentales de una conexión mediante un sistema de puesta a tierra



La importancia de la puesta a tierra en la seguridad eléctrica es fundamental y multifacética, abarcando aspectos cruciales que protegen tanto la vida humana como la integridad de los equipos y la infraestructura eléctrica.

La puesta a tierra es un componente esencial en cualquier sistema eléctrico, diseñada para ofrecer un camino seguro para el flujo de corrientes eléctricas anómalas, ya sea por fallas, descargas atmosféricas o acumulación de cargas estáticas hacia la tierra, evitando así que estos fenómenos representen un riesgo para las personas y los bienes.

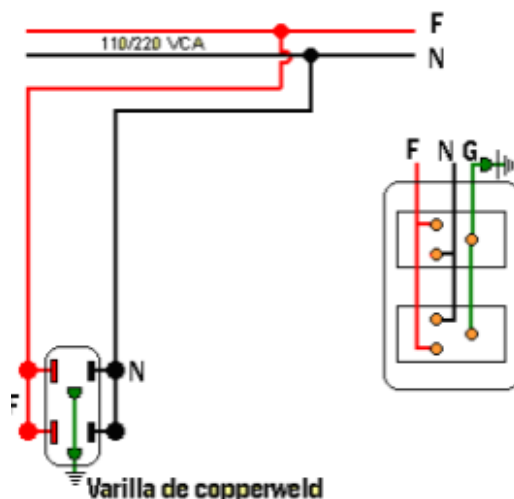
En el corazón de su importancia está la protección contra el riesgo de electrocución. La puesta a tierra asegura que, en el caso de una falla en la que partes no destinadas a estar



energizadas adquieren potencial eléctrico, este se disipa de manera efectiva hacia la tierra, reduciendo significativamente el riesgo de que una persona al entrar en contacto con estas partes reciba una descarga eléctrica.

Los sistemas de puesta a tierra se pueden clasificar en diferentes tipos, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos y aplicaciones en diversos entornos. La elección del tipo adecuado de sistema de puesta a tierra es crucial para garantizar la seguridad, la eficacia y la conformidad con las normativas aplicables.

Figura 2. Tomacorriente Polarizado.



Los sistemas de puesta a tierra se pueden clasificar en diferentes tipos, cada uno diseñado para cumplir con requisitos específicos y aplicaciones en diversos entornos. La elección del tipo adecuado de sistema de puesta a tierra es crucial para garantizar la seguridad, la eficacia y la conformidad con las normativas aplicables.

A continuación, se describe el procedimiento empleado para realizar mediciones de resistividad del suelo.

Mediciones de resistividad del suelo

- **Selecciona el equipo adecuado**

Se escogió un espacio despejado del terreno, libre de estructuras metálicas, cables subterráneos o tuberías que pudieran alterar los resultados. El suelo se humedeció de manera ligera en caso de condiciones muy secas para evitar falsos valores elevados.

- **Coloca los electrodos en línea recta**

Se enterraron cuatro estacas metálicas de iguales dimensiones (longitud de 30–50 cm y diámetro de 12 mm), alineadas en forma recta, con una separación constante de 1 metro entre cada una de ellas. Se las designó como

A y B = Corriente

M y N = Medición de voltaje

- **Medición mediante telurómetro**

Se utilizó un telurómetro digital (marca/modelo especificado en el equipo empleado). Los terminales de corriente se conectaron a las estacas A y B, mientras que los de voltaje se conectaron a las estacas M y N. Posteriormente, el telurómetro inyectó una corriente continua entre los electrodos A y B, registrando la diferencia de potencial entre M y N.

- **Registro de lecturas**

Se realizaron al menos **tres mediciones consecutivas** en cada disposición, verificando que las lecturas fueran estables y consistentes. En caso de variaciones superiores al 5 %, se repitió la medición ajustando la alineación o revisando el contacto de los electrodos.

- **Calcula la resistividad (ρ)**

Mediante el telurómetro verificamos la resistencia aparente del terreno, usamos el método de Wenner:

$$\rho = 2\pi a R_p$$

Donde:

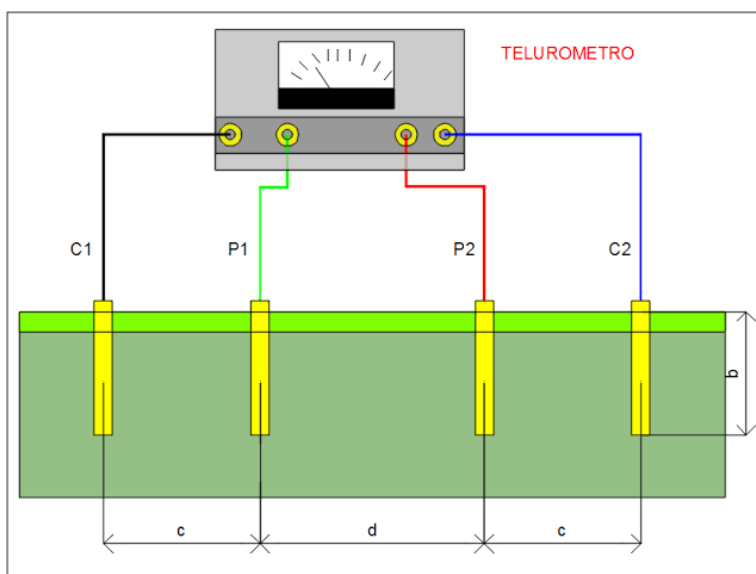
ρ = resistividad del suelo (ohm·metro)

a = separación entre electrodos (m)

R = resistencia medida (ohmios)

Los datos obtenidos se contrastaron con tablas de referencia y con simulaciones en el software ETAP, lo cual permitió verificar la coherencia de los valores respecto a la humedad del terreno y la conductividad esperada en la zona de estudio.

Figura 3. Resistividad del suelo con la inducción de corriente mediante el telurómetro.



Esta configuración se basa en los valores de resistividad del terreno y las dimensiones específicas del área de instalación

Figura 4. malla en el programa ETAP

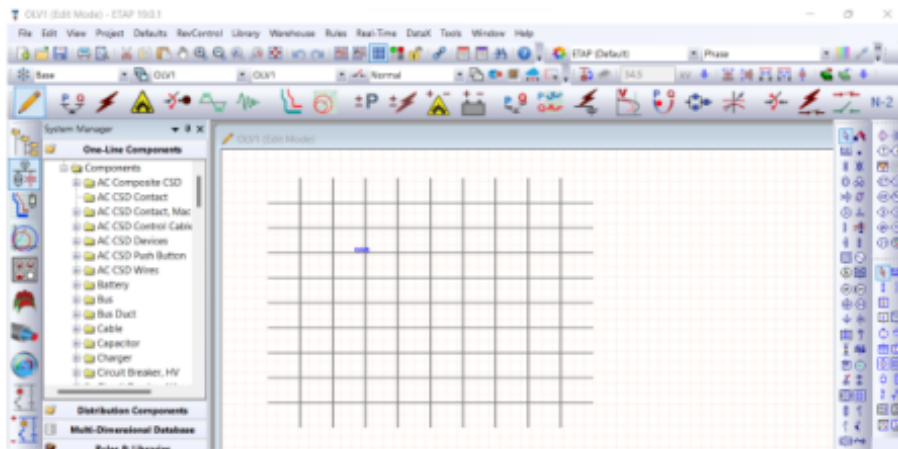
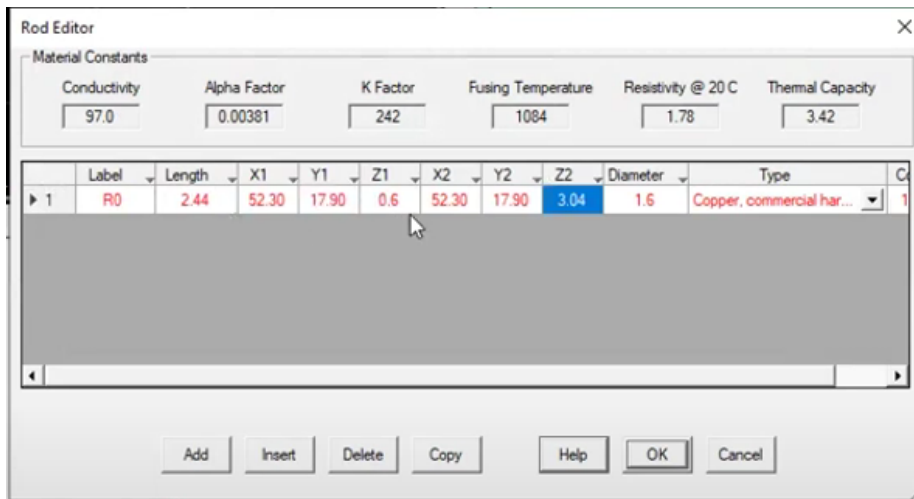


Figura 5. Configuración de la malla en el programa ETAP



La forma final de la malla de puesta a tierra, destacando la disposición de los conductores con una varilla de 2.4 metros, con un diámetro de 5/8 pulgadas (0,016 m).

Figura 6. Diseño de malla en 3D en el software de ETAP

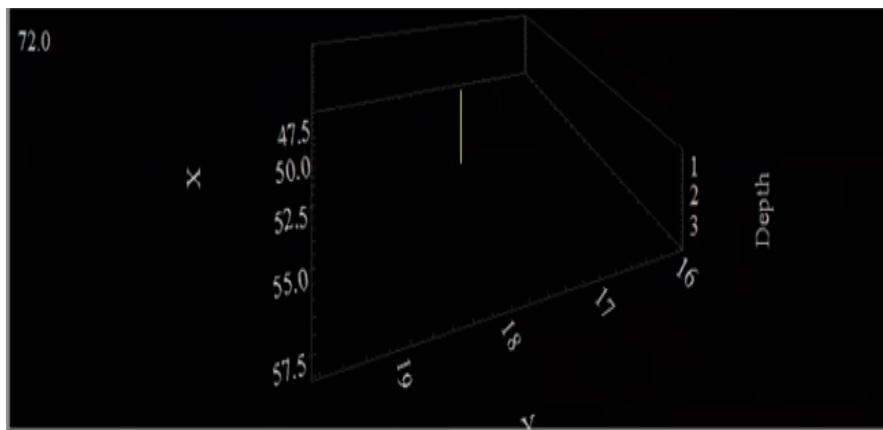


Figura 7. Configuración del suelo en software de ETAP

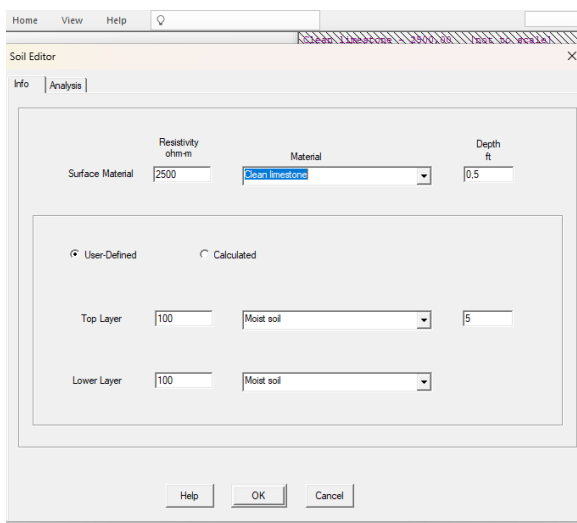
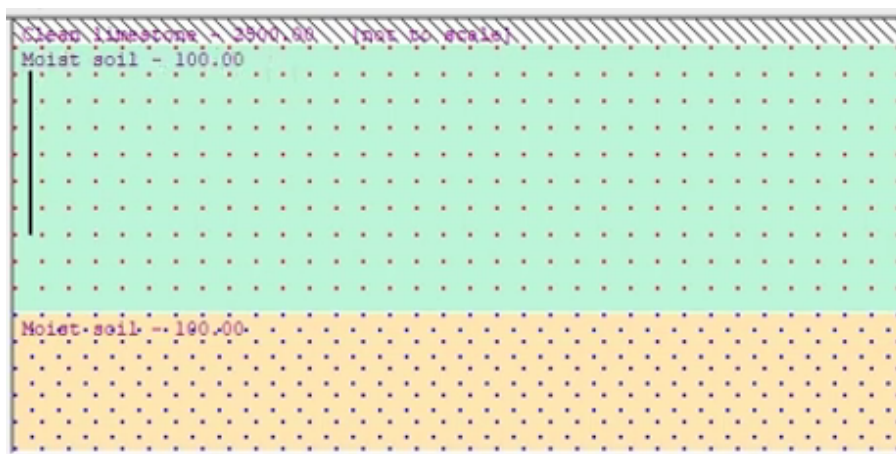


Figura 8. Representación de la imagen del terreno



En la figura se presenta una imagen del terreno para un domicilio promedio, mostrando la disposición de las capas del suelo y la distribución de resistividad. Esta representación facilita la comprensión del entorno en el que se instalará la malla de puesta a tierra.

Con estas configuraciones y análisis, el software ETAP ha permitido validar el diseño de la malla de puesta a tierra, asegurando que cumpla con todos los estándares de seguridad y eficiencia. Esta verificación es esencial para proteger tanto las personas como a los equipos eléctricos dentro del domicilio ante posibles fallas eléctricas.

El uso de una varilla de 2,4 m en un terreno húmedo con resistividad de $50 \Omega \cdot m$ es técnicamente viable, la resistencia obtenida cumple con los valores máximos establecidos por normativas internacionales. Este tipo de puesta a tierra es eficiente y de bajo costo para viviendas residenciales.

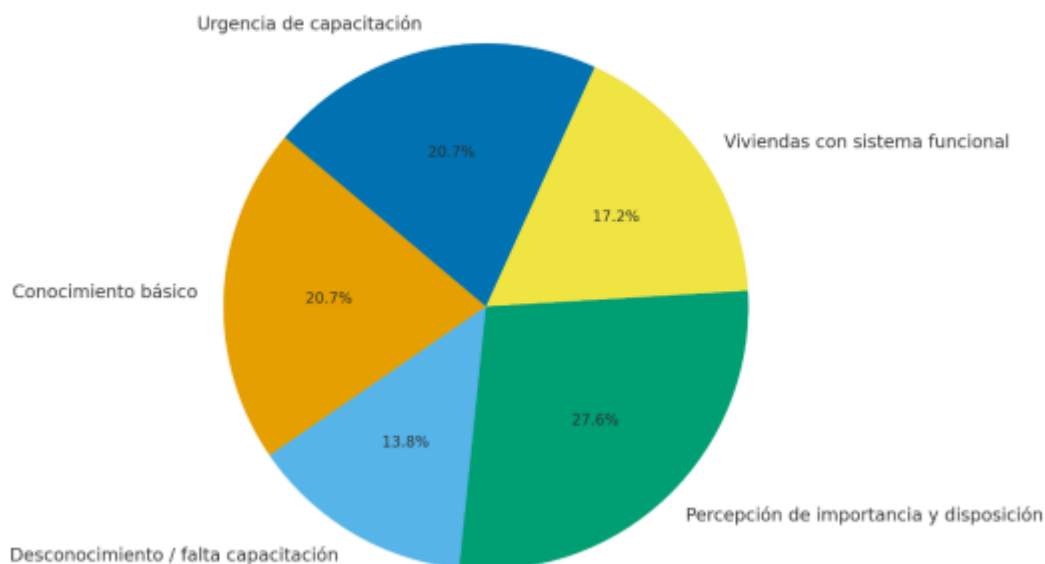
La simulación del sistema de puesta a tierra realizada en el software ETAP nos dio un modelo el cual detalla la evolución de su principal elemento, el suelo precisando el comportamiento

del terreno especificando el sistema bajo las condiciones y parámetros eléctricos. Con este sistema analizamos la resistencia de puesta a tierra, el análisis de distribución potencial las tensiones de contacto, mediante el sistema de puesta a tierra vamos a garantizar la seguridad de las persona y equipos electrónicos cumplimiento normativo establecido.

Se recomienda incorporar el uso de simulaciones con software especializado como ETAP en la fase de diseño y evaluación de sistemas de puesta a tierra, establecerlo en todos los proyectos con condiciones de suelo variables y con altas exigencias de seguridad, es de suma importancia que los parámetros de entrada ,como la resistividad del suelo, se realiza las mediciones reales del campo, con la finalidad de que los resultados sean precisos y confiables en los modelos del terreno y el sistema de puesta a tierra.

Con la finalidad de conocer el nivel de conocimiento sobre los sistemas de protección domiciliar de puesta a tierra, se realizó la siguiente encuesta a aproximadamente a 50 personas que, en la ciudad de Esmeraldas, buscamos asentar bases que servirán para futuras intervenciones correctivas sobre este diagnóstico preliminar obtenido.

Figura 9. Representación r



El análisis de la encuesta refleja que el 60% de los ciudadanos posee un conocimiento básico sobre los sistemas de puesta a tierra, lo que indica que una mayoría ha escuchado o tiene alguna noción de su función. Sin embargo, aún persiste un 40% de desconocimiento y falta de capacitación, lo que constituye una brecha importante en términos de seguridad eléctrica en el entorno domiciliario.

Por otra parte, la percepción de importancia y disposición a implementar mejoras alcanza un 80%, lo que evidencia una conciencia colectiva de que el sistema de puesta a tierra es esencial para la protección de las personas y los equipos eléctricos. No obstante, este nivel de conciencia contrasta con la realidad: únicamente un 50% de las viviendas cuenta con un sistema de puesta a

tierra funcional, lo que revela que muchas instalaciones no cumplen con las condiciones de seguridad necesarias.

Finalmente, un 60% de los encuestados considera urgente ampliar la difusión y capacitación sobre este tema, lo cual demuestra una clara demanda social por información y educación en seguridad eléctrica. Este hallazgo sugiere que, aunque existe una valoración positiva hacia la puesta a tierra, es indispensable fortalecer los programas de concientización y promover revisiones técnicas para garantizar instalaciones seguras y confiables en los hogares.

3. Resultados y discusión

Basados en los hallazgos del diagnóstico, se propone un conjunto de mejoras para el sistema de puesta a tierra. Estas mejoras incluyen la actualización de componentes críticos con materiales de mayor durabilidad y menor costo, la reconfiguración de partes del sistema para optimizar la distribución de la corriente de falla, y la implementación de prácticas de mantenimiento preventivo para preservar la eficiencia del sistema.

Se considera el uso de tecnologías y materiales alternativos que sean económicamente viables y disponibles localmente, como electrodos de puesta a tierra fabricados con materiales reciclados o de bajo costo, y técnicas de instalación que minimicen la necesidad de excavaciones profundas o extensas.

Con base en la normativa nacional vigente y las mejores prácticas internacionales, se realizará una revisión exhaustiva del diseño actual del sistema de puesta a tierra que se aplica actualmente. Esto incluirá un análisis detallado de los componentes existentes, las configuraciones de los circuitos, y la evaluación de su adecuación para manejar corrientes de falla potenciales. Se tomarán en cuenta factores como la resistividad del suelo local y las condiciones ambientales específicas de la región para determinar las necesidades de ajuste o mejora en el sistema.

La fase final de la propuesta tecnológica, será la implementación física de las mejoras seleccionadas, seguida de una serie de pruebas y mediciones para validar el rendimiento del sistema mejorado. Se utilizará nuevamente el Megóhmetro para medir la resistencia de tierra del sistema actualizado, comparando los resultados con los valores previos y con los estándares recomendados por la normativa aplicable. Esta fase proporcionará una evaluación concreta de la efectividad de la propuesta tecnológica en la mejora de la seguridad y la eficiencia del sistema de puesta a tierra del Instituto.

Este enfoque integral asegura un balance entre la optimización técnica y la viabilidad económica, abordando los objetivos de investigación con soluciones prácticas y medibles adaptadas al contexto específico de aplicación al país.

4. Conclusión

La encuesta refleja la limitación del conocimiento de la función técnica de los sistemas de puesta a tierra en las instalaciones domiciliarias. Se evidencia la falta de mantenimiento del sistema de puesta a tierra, lo que representa un riesgo para la vida humana como para la protección de los equipos. Los resultados muestran la necesidad de gestionar capacitaciones y programas comunitarios, para conocer los conocimientos técnicos a niveles domiciliario evitando accidentes eléctricos y humanos.

A través de la identificación y análisis de los parámetros de diseño del sistema de puesta a tierra, se evidencia que la infraestructura eléctrica domiciliaria incumple con la normativa nacional vigente. Este proceso ha sido fundamental para identificar y minimizar las fallas en el sistema, garantizando así un entorno seguro para todos los usuarios.

La revisión minuciosa de la normativa ha permitido establecer directrices claras y específicas, adaptando el diseño del sistema de puesta a tierra a las exigencias legales y operativas, lo que contribuye a la robustez y fiabilidad del sistema en su totalidad.

El uso del telurómetro para revisar el estado actual del sistema de puesta a tierra, ha sido clave para determinar su eficacia y capacidad de funcionamiento ante posibles corrientes de falla. Esta evaluación ha proporcionado datos críticos que han sido esenciales para identificar áreas de mejora y mantenimiento, asegurando que el sistema de puesta a tierra opere de manera óptima y segura en el futuro.

Mediante la simulación detallada del sistema de puesta a tierra con el software ETAP, se ha generado un modelo preciso del comportamiento del suelo y la respuesta del sistema bajo diversas condiciones operativas. Esta simulación no solo ha validado la efectividad del diseño actual, sino que también ha ofrecido una visión integral de cómo la malla de puesta a tierra se comportará en situaciones de fallo y en diferentes escenarios ambientales. La capacidad de prever y analizar estos comportamientos ha sido vital para asegurar la seguridad eléctrica y la continuidad operativa, garantizando que la infraestructura eléctrica esté preparada para enfrentar cualquier eventualidad con eficacia.

Contribución de autores: Los autores participaron en todos los apartados del documento.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

- [1] J. A. Bustamante Cuenca, "Evaluación y diagnóstico de la malla de puesta a tierra de la subestación obrapía con niveles de tensión de 69kV y 13.8kV perteneciente a la E.E.R.S.S.A. para cumplir con los parámetros establecidos por la norma IEEE Std.80-2000," *Univ. Politéc. Sales. Sede Cuenca*, vol. 0, no. 0, pp. 1-156, 2011.
- [2] A. F. Arango Márquez and A. Flórez Grisales, "Diseño de las redes eléctricas, apantallamiento y sistema de puesta a tierra de asia loft and hall," 2014.
- [3] J. Changotasig and J. Estrella, "Análisis De Flujos De Potencia En El Alimentador 1 De LaSubestación San Cristóbal En El Área De ConcesiónElecgalapagos S.a Para Determinar Pérdidas Técnicas En LasConexiones Actuales," pp. 12-20, 2017.
- [4] E. J. Alverca Jiménez and E. P. Pareja Montesdeoca, "Mejoramiento, readecuación e implementación del sistema eléctrico y puesta a tierra en la escuela fiscal mixta Humberto Vacas Gómez." QUITO/EPN/2013, 2013.
- [5] D. F. Beltrán and E. G. Luna, "Diseño de un sistema puesta a tierra para aplicación en una industria utilizando la normativa IEEE 80 – 2000," 2023.
- [6] E. Duche Zabala and W. Miñan Manrique, "Diseño del sistema de puesta a tierra de la estación repetidora el alisal para sistemas de telecomunicaciones de movistar." 2013.
- [7] A. y T. E. Ministerio del Ambiente, "Plan De InfraestructuraVerde Para La CiudadDe EsmeraldasUna Herramienta FrenteAl Cambio Climático," 2021.
- [8] H. Calliri Maquera, "Instalaciones eléctricas y subestación compacta de 10/0.38-800KVA en Centro de Salud de Pampa Inalámbrica en Ilo-Moquegua," 2025.
- [9] C. J. Changoluisa Chacha and D. P. Monga Sánchez, "Análisis del sistema de puesta a tierra y apantallamiento eléctrico, mediante modelamiento en software para garantizar el funcionamiento y desempeño de las instalaciones, considerando una futura expansión en la central de generación 'GASGREEN SA', ubicada," 2021.
- [10] A. Requejo Saldaña, "Automatización del procedimiento de transferencia de energía eléctrica de emergencia (montaje e instalaciones) de un edificio de 25 suministros diferentes situado en el distrito de Miraflores," 2024.
- [11] I. G. Toaso Flores, "Diseño de un sistema de puesta a tierra para el CEPUR: Diseño de un sistema de puesta a tierra.," 2024.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Evaluación de los Factores de Riesgo Mecánico en Talleres de Mantenimiento Vehicular del Gobierno Municipal del Cantón Morona

María Augusta Prado Contreras ¹  Ramiro Fernando Isa Jara ¹ 

¹ Universidad Nacional de Chimborazo, Departamento de Ingeniería, Industria y Construcción, EC 060104, Riobamba, Ecuador



Correspondencia: augustapra@hotmail.com



+ 593 99 201 6884

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83305>

Resumen: El presente estudio tiene como objetivo evaluar los factores de riesgo mecánico en los talleres de mantenimiento vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Morona, a fin de identificar condiciones laborales críticas, analizar el nivel de conocimiento del personal en materia de prevención y examinar el grado de cumplimiento de la normativa en seguridad y salud ocupacional. Para la investigación, se ha adaptado un diseño descriptivo-exploratorio con enfoque mixto en la investigación de tuvo la participación de los nueve trabajadores del taller (un jefe mecánico, un ingeniero, un inspector, seis ayudantes mecánicos). Se aplicaron tres técnicas principales de recolección de datos: observación directa, cuestionario para evaluación con escala Likert para 10 ítems considerando conocimiento en prevención de riesgos y una entrevista para valorar el cumplimiento de normativa vigente. La identificación de actividades se centra en diez tareas críticas, valoradas mediante el método de William T. Fine, que permite calcular el grado de peligrosidad ($GP = C \times E \times P$). Los resultados revelan que no existen riesgos de nivel alto mayores o iguales a 667. Sin embargo, varias actividades operativas alcanzan valores de nivel medio entre 334 y 640, principalmente en los ayudantes, mientras que los puestos de supervisión presentan niveles bajos. El cuestionario muestra un conocimiento general de nivel medio en prevención, pero con vacíos en la aplicación práctica. Asimismo, el cumplimiento normativo es parcial, mostrando falencias en señalización y supervisión técnica. Se concluye que es indispensable fortalecer la capacitación continua, implementar mejoras en la gestión preventiva y reforzar las políticas internas del GAD, con el fin de reducir los riesgos mecánicos y garantizar un entorno laboral seguro y sostenible.

Palabras claves: Seguridad y salud ocupacional; evaluación de riesgos; cumplimiento normativo; mantenimiento vehicular; método William T. Fine; riesgo mecánico.



Check for
updates

Cita: Prado Contreras, M. A., & Isa Jara, R. F. (2025). Evaluación de los Factores de Riesgo Mecánico en Talleres de Mantenimiento Vehicular del Gobierno Municipal del Cantón Morona. Green World Journal, 08(03), 305. <https://doi.org/10.53313/gwj83305>

Received: 01/August/2025

Accepted: 23/September/2025

Published: 24/September/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Assessment of Mechanical Risk Factors in Vehicle Maintenance Workshops of the Municipal Government of the Canton of Morona

Abstract: The present study aims to evaluate mechanical risk factors in vehicle maintenance workshops of the Decentralized Autonomous Government (GAD) of Morona Canton, in order to identify critical working conditions, analyze the level of staff knowledge regarding prevention, and examine the degree of compliance with occupational health and safety regulations. A descriptive-exploratory design with a mixed approach was used for the research. Nine workshop workers participated (a chief mechanic, an engineer, an inspector, and six mechanic assistants). Three main data collection techniques were applied: direct observation, a 10-item Likert-scale questionnaire evaluating risk prevention knowledge, and an interview to assess compliance with current regulations. The identification of activities focuses on ten critical tasks, assessed using the William T. Fine method, which allows calculating the degree of hazard ($GP = C \times E \times P$). The results reveal that there are no high-level risks greater than or equal to 667. However, several operational activities reach medium-level values between 334 and 640, primarily among assistants, while supervisory positions show low levels. The questionnaire reveals a medium-level general knowledge of prevention, but with gaps in practical application. Furthermore, regulatory compliance is partial, showing deficiencies in signage and technical supervision. It is concluded that it is essential to strengthen ongoing training, implement improvements in preventive management, and reinforce the GAD's internal policies in order to reduce mechanical risks and ensure a safe and sustainable work environment.

Keywords: Occupational health and safety; risk assessment; regulatory compliance; vehicle maintenance; William T. Fine method; mechanical risk.

1. Introducción

La seguridad y salud laboral constituye un eje fundamental para el bienestar de los trabajadores y el desarrollo sostenible de las organizaciones, al incidir directamente en la productividad, la eficiencia operativa y la reducción de costos derivados de accidentes laborales (Feria, 2020). Según datos recientes de la Organización Internacional del Trabajo, cada año más de 395 millones de trabajadores sufren lesiones no mortales y alrededor de 2,93 millones fallecen a causa de accidentes o enfermedades profesionales (OIT, 2023). Estas cifras reflejan la magnitud del problema y la urgencia de fortalecer estrategias preventivas, especialmente en sectores de alto riesgo como los talleres de mantenimiento vehicular, donde los trabajadores enfrentan tareas que implican manipulación de cargas pesadas, uso de herramientas eléctricas, contacto con sustancias químicas y exposición a partes móviles (Iza et al., 2025).

En el caso ecuatoriano, el marco normativo reconoce de forma explícita la obligación de garantizar ambientes laborales seguros. La Constitución de la República del Ecuador (2008), en su artículo 326 numeral 5, consagra el derecho de los trabajadores a desempeñarse en entornos que preserven su salud e integridad (Asamblea Nacional Constituyente, 2008). A este principio se suma la Ley de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (2006), que en su artículo 3 establece la responsabilidad del empleador de implementar programas de prevención y proveer equipos de protección personal. De igual modo, el Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393), en su artículo 55, exige la instalación de señalética en zonas de riesgo, mientras que el Código de Trabajo (art. 410) dispone la designación de un responsable en seguridad y salud ocupacional. En el ámbito internacional, la norma ISO 45001:2018, en su cláusula 6.1.2, enfatiza la identificación y evaluación de riesgos como requisito esencial del sistema de gestión de seguridad y salud.

Sin embargo, múltiples investigaciones han mostrado que estas disposiciones, aunque avanzadas en lo formal, presentan importantes brechas en su aplicación práctica dentro de los espacios laborales públicos y privados en el país (Toro et al., 2020; Mero, 2021).

A pesar de contar con este marco legal robusto, la evidencia demuestra que los Gobiernos Autónomos Descentralizados (GAD) enfrentan serias limitaciones para aplicar de manera efectiva estas normativas, debido a presupuestos restringidos, debilidad institucional y falta de cultura preventiva (Gómez et al., 2024). Esta situación se refleja en los talleres de mantenimiento vehicular, donde la supervisión técnica especializada es insuficiente, el uso de EPP no siempre es sistemático y la señalización es casi inexistente, incrementando la exposición de los trabajadores a factores de riesgo mecánico.

La literatura regional confirma esta problemática. Investigaciones en Ecuador, Colombia y otros países latinoamericanos han documentado altos índices de riesgos en talleres automotrices. Sánchez (2022) y Cedillo (2022) encontraron que más del 62% de los riesgos mecánicos estaban asociados a vibraciones y partes móviles sin guardas, generando un elevado índice de lesiones musculoesqueléticas. En Colombia, Rivera y Matamoros (2019) reportaron que el 48% de los talleres carecían de señalización y que más del 70% de los trabajadores no utilizaban EPP de manera sistemática. En Ecuador, Murudumbay (2025) identificó que el 55% de los accidentes estaban relacionados con atrapamientos y golpes por objetos pesados, mientras que Fuentes y Zambrano (2022) y Freire (2022) concluyeron que las capacitaciones en seguridad eran esporádicas y poco adaptadas a las necesidades reales del personal operativo. Otros estudios, como los de Cholan (2024) y Burgos y Nuñez (2025), advierten además que los accidentes no se limitan a lesiones inmediatas, sino que generan efectos crónicos sobre la salud musculoesquelética, respiratoria y dermatológica.

Frente a esta evidencia, se observa que aún persisten vacíos en la gestión preventiva: una cultura de seguridad débil, escasa implementación normativa y la ausencia de metodologías técnicas estandarizadas para evaluar riesgos de manera integral (Urrego, 2024; Ocampo, 2023). En este sentido, metodologías como las propuestas por Ruiz et al. (2022) permiten cuantificar la peligrosidad de las actividades, facilitando la priorización de intervenciones y la formulación de estrategias de gestión.

El análisis de riesgos mecánicos requiere fundamentarse en un enfoque de gestión preventiva integral, tal como promueve la OIT (2023), que concibe la seguridad laboral como un sistema integrado de prácticas, políticas y normativas (Paredes, 2022). Estos riesgos, que incluyen atrapamientos, cortes, golpes e impactos, provienen principalmente del uso de máquinas y herramientas (Moreira, 2024). Bajo este enfoque, la cultura preventiva desempeña un papel central: la percepción y el conocimiento de los trabajadores determinan en gran medida la reducción de accidentes (Barra et al., 2021). En consecuencia, evaluar el nivel de conocimiento de los empleados en prevención se vuelve esencial para identificar necesidades de capacitación y vacíos en la práctica (García, 2020).

Para abordar esta problemática, se empleó el método de William T. Fine, reconocido por su carácter cuantitativo y su capacidad de jerarquizar riesgos. Este método combina tres parámetros: consecuencia (C), exposición (E) y probabilidad (P) (Fine, 1971), cuya multiplicación genera el grado de peligrosidad (GP), indicador que clasifica los riesgos en bajos, medios o altos (Román y Munar, 2023). A diferencia de metodologías cualitativas como la NTP 330 o la GTC 45, el método Fine ofrece un índice numérico que facilita la discriminación entre riesgos y la priorización de acciones preventivas, especialmente en contextos donde los recursos técnicos y financieros son limitados, como en los talleres municipales (Valencia y Litardo, 2024). Investigaciones recientes en Ecuador han validado su utilidad en talleres de mantenimiento vehicular, mostrando que entre el 40% y el 60% de las actividades evaluadas alcanzan niveles de riesgo moderado (Silva y Morales, 2025; Valdez, 2021; Alvarado y Linzán, 2021).

En el caso específico del taller del GAD Municipal del Cantón Morona, ubicado en la región amazónica del país, se identificó que nueve trabajadores realizan actividades de mantenimiento de vehículos livianos y maquinaria pesada. Aunque cuentan con equipos de protección básicos y las herramientas son sometidas a revisiones periódicas, el taller carece de señalización de seguridad y supervisión técnica especializada, lo que representa una vulnerabilidad significativa.

Ante esta situación, el presente estudio tiene como objetivo evaluar los factores de riesgo mecánico en el taller del GAD Municipal del Cantón Morona durante el año 2024, mediante la aplicación del método de William T. Fine. El análisis integra la caracterización de las condiciones laborales, la valoración del nivel de conocimiento de los trabajadores y el contraste con la normativa vigente, con el propósito de proponer estrategias correctivas y preventivas que contribuyan a la reducción de riesgos, al fortalecimiento de la cultura preventiva y a la consolidación de un entorno laboral seguro y sostenible.

2. Materiales y métodos

2.1 Tipo de investigación

El presente estudio adopta un diseño de investigación descriptivo–exploratorio con enfoque mixto, orientado a identificar y evaluar los factores de riesgo mecánico en los talleres de mantenimiento vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado (GAD) del Cantón Morona durante el año 2024. La metodología aplicada integra diferentes técnicas de recolección, análisis y valoración de datos, con el fin de obtener una caracterización integral de las condiciones laborales.

2.2 Población, muestra y espacio de trabajo

Se ha trabajado con muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la totalidad del personal activo en el taller de mantenimiento del GAD. La población objeto de

estudio está compuesta por nueve trabajadores: ocho hombres y una mujer, cuyas edades oscilan entre los 30 y 64 años, con predominancia de adultos en etapa media y madura. La única mujer, de 34 años, se desempeña como ayudante técnica, integrándose en igualdad de funciones con los demás operarios. En cuanto a la condición física, el 70% de los trabajadores presentan una contextura con masa muscular desarrollada, mientras que el 30% corresponde a perfiles delgados, lo cual puede incidir en la manipulación de cargas y en la exposición a fatiga laboral.

Respecto a los ambientes de trabajo, el taller cuenta con un espacio cubierto que permite la atención simultánea de vehículos livianos (camionetas), pesados (camiones, volquetas) y maquinaria de obra pública (retroexcavadoras, rodillos, motoniveladoras). Sin embargo, se evidenciaron carencias estructurales y de gestión como la ausencia de señalética de seguridad, inexistencia de personal técnico especializado en riesgos laborales, y limitaciones en iluminación y organización espacial. Aunque el personal dispone de equipos de protección personal (EPP) básicos y haber recibido la fase de inducción para la buena utilización del equipo en ocasiones no lo usa. Además, las herramientas reciben mantenimiento periódico, pero persisten condiciones adversas que incrementan la vulnerabilidad frente a riesgos mecánicos.

2.3 Recolección de información

La obtención de datos se realizó mediante tres técnicas complementarias:

- **Observación directa estructurada**, para identificar las condiciones físicas del taller (espacios de trabajo, señalización, iluminación, ventilación, almacenamiento de herramientas y vehículos).
- **Cuestionario estructurado**, para medir el nivel de conocimiento técnico y práctico de los trabajadores en materia de normativas de seguridad industrial y prevención de riesgos mecánicos. La encuesta consta de 10 ítems para evaluación en escala Likert.
- **Entrevista y revisión documental**, para verificar el cumplimiento normativo, considerando la Constitución de la República (2008). la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (2006). el Reglamento de Seguridad (Decreto 2393). la Norma INEN 004 y las disposiciones técnicas del Ministerio de Trabajo.

2.4 Método de evaluación del riesgo

Se ha utilizado el método de William T. Fine para la evaluación cuantitativa de los riesgos mecánicos. Este método permite calcular un Grado de Peligrosidad (GP) considerando la Ecuación 1:

$$GP = C \times E \times P \quad (1)$$

donde C (Consecuencia): severidad del daño si ocurre el accidente (escala de 1 a 10); E (Exposición): frecuencia con la que el trabajador se expone al riesgo (escala de 1

a 10); P (Probabilidad): posibilidad de que el accidente ocurra bajo condiciones actuales (escala de 1 a 10).

Criterio de Consecuencia (C): Se entiende como el daño causado por la materialización de un riesgo, medido en términos financieros y en su impacto sobre las personas y los activos. Este parámetro permite establecer la gravedad relativa de un evento adverso en el contexto laboral. En la Tabla 1 se presentan los parámetros generales de consecuencias definidos en el método de William T. Fine, adaptados al análisis del taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona.

Tabla 1: Parámetros generales de consecuencias definidos en el método de William T. Fine

Consecuencias (C)	Valor
Muerte y/o daños mayores a \$2 000 000	10
Lesiones con incapacidad permanente y/o daños valuados entre los \$1 000 000 y \$1 999 999	8
Lesiones con incapacidad temporal y/o daños valuados entre los \$100 000 y \$1 999 999	6
Lesiones menores y/o daños evaluados hasta los \$99 999	4

Criterio de Exposición (E): define la frecuencia con la que una situación de riesgo se manifiesta en el tiempo. Una mayor recurrencia implica un incremento directo del riesgo asociado, dado que aumenta la probabilidad de contacto entre el trabajador y el peligro. En la Tabla 2 se presentan los grados de exposición considerados en la aplicación del método para las actividades evaluadas en el taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona.

Tabla 2: Grados de exposición del método William T. Fine

Exposición (E)	Valor
La exposición al riesgo es diaria	10
La exposición al riesgo es de una vez a la semana	7
La exposición al riesgo es una vez al mes	4
La exposición al riesgo es de una vez al semestre o menor	1

Criterio de Probabilidad (P): indica la posibilidad de que, una vez presentes los elementos que configuran una situación de riesgo, los eventos se desarrollen y se desencadenen produciendo el accidente y sus consecuencias. Este parámetro permite estimar la ocurrencia del daño en función de su previsión porcentual. En la Tabla 3 se presentan los valores de probabilidad establecidos por el método W. Fine, aplicados en el análisis de riesgos del taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona.

Tabla 3: Valores de probabilidad del método William T. Fine

Probabilidad (P)	Valor
El resultado más probable, con previsión entre el 81–100%	10
Altamente probable, con previsión entre el 61–80%	8
Probable, con previsión entre el 41–60%	6
Poco probable, con previsión entre el 21–40%	4
Muy poco probable, con previsión entre el 1–20%	2

Considerando la Ecuación 1, el valor resultante de Grado de Peligrosidad (GP) permite clasificar cada riesgo identificado en distintos niveles de intervención. Esta categorización constituye una herramienta clave para la priorización de medidas preventivas, ya que diferencia entre riesgos tolerables y aquellos que requieren atención inmediata. En la Tabla 4 se presentan los rangos de clasificación establecidos por el método de William T. Fine, aplicados al análisis de las actividades del taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona.

Tabla 4: Grado de peligrosidad de acuerdo con el método William T. Fine

Grado de Peligrosidad (GP)	Valor
Entre 667 y 1000	Alto
Entre 334 y 666	Medio
Entre 1 y 333	Bajo

La selección del método de William T. Fine en este estudio respondió a criterios de pertinencia, aplicabilidad y comparabilidad frente a otras metodologías de evaluación de riesgos ocupacionales. Existen diversos enfoques reconocidos internacionalmente, como la NTP 330 (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, España), la GTC 45 (Consejo Colombiano de Seguridad) o los sistemas de matrices cualitativas inspirados en la ISO 45001, que ofrecen procedimientos sistemáticos para la identificación y valoración de peligros laborales. No obstante, estos enfoques presentan limitaciones en contextos operativos como los talleres municipales de mantenimiento vehicular.

En primer lugar, el método Fine permite una evaluación cuantitativa más detallada, al integrar de forma multiplicativa sus tres factores, lo que genera un índice numérico (GP) que facilita la jerarquización de actividades críticas y la priorización de medidas correctivas. A diferencia de la NTP 330, que se basa en escalas cualitativas, el método Fine ofrece una mayor capacidad para discriminar entre riesgos de magnitud similar, algo crucial en entornos con múltiples tareas heterogéneas (p. ej., reparación de maquinaria pesada frente a vehículos livianos).

En segundo lugar, frente a la GTC 45, que enfatiza la identificación y clasificación de peligros de manera más general, el método Fine se adapta mejor a unidades de trabajo pequeñas con recursos limitados, ya que no requiere sistemas de gestión complejos ni bases de datos amplias para su aplicación. Esto resulta particularmente pertinente en el caso del taller del GAD de Morona, donde las prácticas preventivas son incipientes y no se cuenta con un departamento técnico especializado en seguridad laboral.

Finalmente, la elección del método Fine responde también a criterios de comparabilidad académica, dado que estudios previos en talleres automotrices y de mantenimiento en Ecuador y otros países latinoamericanos han utilizado este mismo enfoque (Herrera, 2020; Ramírez & López, 2022; Gómez & Rivas, 2020), lo que permite contrastar resultados y construir una base de evidencia regional.

3. Resultados

La valoración de los riesgos se ha realizado considerando los niveles de peligrosidad mostrados en la Tabla 4, lo que, permite jerarquizar las actividades según su criticidad y establecer prioridades de intervención. Además, la evaluación se ha desarrollado por puestos de trabajo: jefe mecánico, ingeniero mecánico, inspector y ayudantes, lo que permite diferenciar riesgos de carácter operativo y riesgos de supervisión.

A continuación, las Tablas 5, 6, 7, 8 muestran los resultados de la evaluación de peligrosidad, donde se puede observar que los ayudantes concentran los niveles de riesgo más elevados (categoría medio), mientras que los puestos de supervisión presentan niveles bajos, salvo en actividades de prueba funcional.

Tabla 5: Evaluación de las tareas del jefe mecánico

Actividad específica	C	E	P	GP	Nivel	Medidas de control propuestas
Supervisión directa de reparaciones	6	10	4	240	Bajo	Delimitar zonas de trabajo, casco y gafas, nunca intervenir con equipos en movimiento.
Coordinación de movimientos de maquinaria	8	7	4	224	Bajo	Conos y cintas de exclusión, radio con operador, chaleco alta visibilidad.
Inspección bajo vehículos elevados	8	4	6	192	Bajo	Verificación de soportes certificados, inspeccionar con equipo bloqueado/etiquetado (LOTO).
Ingreso a zona de soldadura	6	4	4	96	Bajo	Careta/filtro visitante, distancia segura y pantallas de soldadura.
Revisión/entrega de herramientas	4	10	4	160	Bajo	Checklist de estado, resguardo, capacitación de uso seguro.

Tabla 6: Evaluación de las tareas del Ingeniero mecánico

Actividad específica	C	E	P	GP	Nivel	Medidas de control propuestas
Verificación de reparación de maquinaria	6	7	6	252	Bajo	Revisar solo con equipos detenidos y resguardos colocados; casco y guantes.
Supervisión de pruebas funcionales (en marcha)	8	7	6	336	Medio	Procedimiento específico de pruebas, zonas de exclusión, observación sin contacto.
Ingreso a soldadura	6	4	4	96	Bajo	Pantallas, careta visitante, señalización luminosa.
Revisión de herramientas	4	7	4	112	Bajo	Programa de inspección y registro semestral, retiro inmediato si hay defectos.
Coordinación con maquinaria pesada	8	4	6	192	Bajo	Señalista designado, comunicación radial, rutas marcadas y libres de peatones.

Tabla 7: Evaluación de las tareas del Inspector de obras laborales

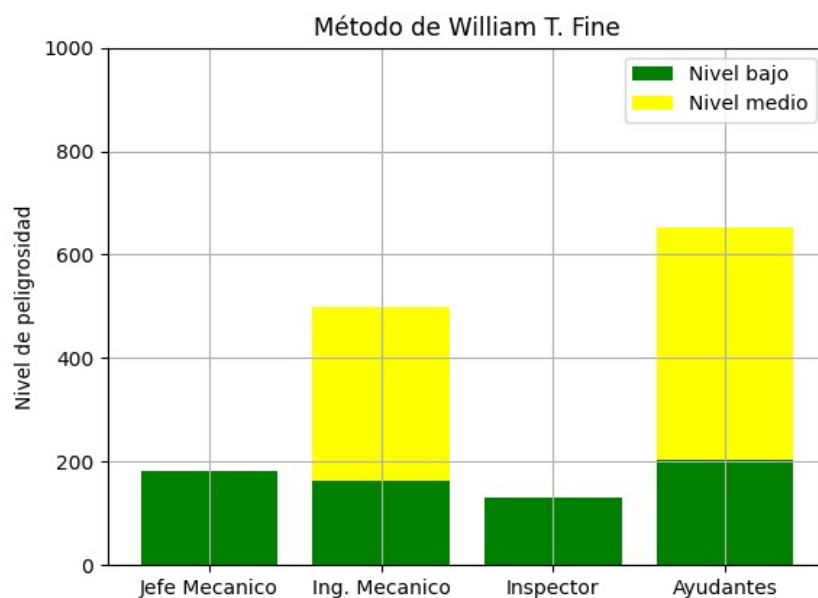
Actividad específica	C	E	P	GP	Nivel	Medidas de control propuestas
Inspección de zonas de elevación de vehículos	8	4	6	192	Bajo	Inspección con equipos detenidos, casco y botas con puntera.
Revisión de herramientas manuales	4	7	4	112	Bajo	Lista de chequeo, muestreo por lotes, retiro de servicio inmediato.
Ingreso al área de soldadura	6	4	4	96	Bajo	Careta visitante, ropa de algodón grueso, distancia segura.
Evaluación de trabajos con maquinaria en marcha	8	4	6	192	Bajo	Áreas de exclusión, acompañamiento del operador, permisos de trabajo.
Revisión de señalética, iluminación y orden	4	7	2	56	Bajo	Plan de mejoras: señalización informativa/obligatoria, luz ≥ 500 lux en puestos finos.

Tabla 8: Evaluación de las tareas de los Ayudantes de mecánica (6 trabajadores)

Actividad específica	C	E	P	GP	Nivel de riesgo	Medidas de control propuestas
Reparación bajo chasis de vehículos	6	10	8	480	Medio	Gatos hidráulicos certificados, señalización, supervisión constante.

Uso de herramientas eléctricas	6	10	8	480	Medio	Gafas, guantes dieléctricos, mantenimiento regular de equipos.
Limpieza con disolventes	6	7	6	252	Bajo	Mascarillas con filtro, guantes de nitrilo, ventilación activa
Soldadura de piezas metálicas	6	10	8	480	Medio	Careta con filtro UV, ropa ignífuga, cortina de soldadura.
Montaje de piezas pesadas	6	10	6	360	Medio	Técnica de levantamiento seguro, uso de faja lumbar.
Cambio de neumáticos grandes	6	7	6	252	Bajo	Compresores seguros, revisión previa, trabajo en parejas.
Manipulación de baterías y líquidos corrosivos	4	7	4	112	Bajo	Guantes, gafas, contenedores especiales.
Lubricación de maquinaria pesada	4	10	6	240	Bajo	Procedimiento de bloqueo y etiquetado (LOTO), calzado seguro.
Uso de polipasto o grúa	8	7	8	448	Medio	Formación en elevación, señalización, revisión diaria del equipo.
Limpieza del área de trabajo	4	10	4	160	Bajo	Supervisión, señalización de pisos húmedos.

Figura 1. Resultados de la evaluación del nivel de peligrosidad por puesto de trabajo



En la Figura 1 se representan los resultados obtenidos tras la aplicación del método de William T. Fine a los diferentes puestos de trabajo del taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona, como se puede observar, los ayudantes mecánicos concentran los niveles más altos de peligrosidad, alcanzando valores en el rango medio (334–666), mientras que el ingeniero mecánico presenta riesgos combinados entre nivel bajo y medio, asociados principalmente a las pruebas funcionales. Por su parte, el jefe mecánico y el inspector de obras se mantienen en un nivel de peligrosidad bajo (<333), lo que refleja tareas de menor exposición directa a factores de riesgo mecánico.

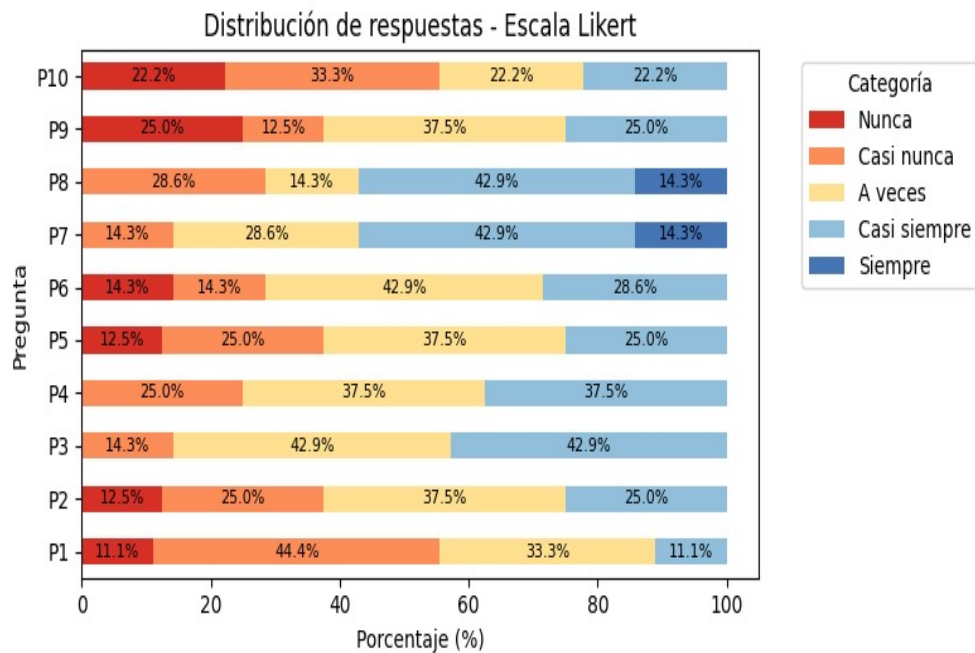
La Tabla 9 presenta los resultados del cuestionario aplicado a los 9 trabajadores del taller, donde se evalúa el conocimiento sobre normativas, uso de EPP, identificación de riesgos mecánicos y procedimientos de seguridad. Los niveles de conocimiento se han clasificado como: alto, medio y bajo, con una diferenciación entre el dominio normativo y la práctica preventiva.

Tabla 9: Resultados del cuestionario de conocimientos

Dimensión evaluada	Ítems	Promedio (escala 1–5)	Nivel de conocimiento
Conocimiento de normativas nacionales (LOST. Reglamento de SST. ISO 45001)	2	2,4	Bajo
Identificación de riesgos mecánicos comunes (cortes, atrapamientos, caídas de objetos, quemaduras)	2	3,1	Medio
Procedimientos de trabajo seguro en reparaciones (soldadura, trabajo bajo chasis, manipulación de combustibles)	2	2,8	Bajo–Medio
Uso y cuidado de equipos de protección personal (EPP)	2	3,3	Medio
Actuación en emergencias y primeros auxilios básicos	2	2,6	Bajo
Promedio general	10	2,8	Bajo–Medio

Los resultados muestran que el nivel de conocimiento técnico teórico de los trabajadores se ubica en un rango bajo–medio (2,8/5), con mayores debilidades en normativa legal y actuación en emergencias.

Figura 2. Resultados de la encuesta sobre nivel de conocimiento en seguridad y prevención de riesgos mecánicos.



La Figura 2 presentan los resultados de la encuesta aplicada al personal del taller de mantenimiento vehicular del GAD del Cantón Morona, diseñada bajo una escala de Likert de cinco , estel instrumento permitió evaluar el nivel de conocimiento técnico y práctico en materia de seguridad y prevención de riesgos mecánicos. Los resultados evidencian una tendencia hacia un nivel de conocimiento medio, reflejado en la concentración de respuestas en las categorías intermedias de la escala.

Además de la encuesta, se aplicó una lista de cotejo durante la realización de las actividades operativas más críticas (soldadura, reparación bajo chasis, uso de herramientas eléctricas, manipulación de combustibles). Estos resultados se muestran en la Tabla 10.

Tabla 10: Resultados de la observación directa (n=9)

Criterio observado	% de cumplimiento	Nivel
Uso correcto del EPP (casco, guantes, gafas, botas)	55%	Parcial
Aplicación de procedimientos seguros en soldadura y corte	45%	Bajo
Orden y limpieza del área de trabajo	60%	Parcial
Cumplimiento de señalización y normas básicas de seguridad	40%	Bajo

Reacción adecuada en situación simulada de emergencia	30%	Bajo
Promedio general	46%	Bajo

La observación práctica muestra que, aunque algunos trabajadores utilizan parcialmente el EPP y mantienen cierto orden, menos de la mitad aplica correctamente los procedimientos de seguridad en actividades de riesgo mecánico.

La triangulación entre el cuestionario y la observación evidencia una brecha entre el conocimiento declarado y la práctica real:

- Los trabajadores afirman reconocer algunos riesgos (promedio 3,1/5), pero en la práctica no aplican consistentemente los procedimientos de control (cumplimiento 45%).
- El nivel más bajo se observa en emergencias, tanto en conocimiento teórico (2,6/5) como en la práctica (30% de cumplimiento).
- La cultura preventiva es débil, lo que incrementa la probabilidad de materialización de los riesgos mecánicos identificados en la fase anterior del estudio.

Con estos resultados se puede deducir que el nivel de conocimiento técnico y práctico de los 9 trabajadores en seguridad y prevención de riesgos mecánicos se clasifica como insuficiente (bajo-medio). Esto refleja la necesidad de un programa de capacitación estructurado y la implementación de un sistema de supervisión continua que asegure la aplicación práctica de las medidas preventivas.

Por otro lado, la matriz de cumplimiento normativo confronta las exigencias de la normativa ecuatoriana en materia de seguridad y salud (Constitución, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo, Decreto 2393, NTE INEN – ISO 45001, Normas del Ministerio de Trabajo) con las condiciones observadas en el taller.

En la Tabla 11 se presenta el análisis del cumplimiento normativo dentro del Taller del GAD Morona Santiago, la identificación de falencias como ausencia de señalética, falta de supervisión técnica y carencias en políticas y las propuestas de mejora sugeridas para mejorar la seguridad ocupacional de los trabajadores.

Tabla 11: Cumplimiento normativo en los talleres de mantenimiento vehicular – GAD Morona

Norma / Regulación	Artículo / Cláusula	Requisito clave	Cumplimiento actual	Impacto en la reducción de accidentes	Propuesta de mejora
--------------------	---------------------	-----------------	---------------------	---------------------------------------	---------------------

Ley de Seguridad y Salud de los Trabajadores y Mejoramiento del Medio Ambiente de Trabajo (2006)	Art. 3	Proveer y garantizar el uso de EPP adecuado a todos los trabajadores	Parcial – existen algunos EPP, pero no todos los necesarios y sin supervisión de uso	Alto: la ausencia de cascos, guantes o gafas incrementa el riesgo de cortes, atrapamientos y quemaduras	Implementar plan de dotación y control de EPP, con registros de entrega y capacitaciones obligatorias
Reglamento de Seguridad y Salud de los Trabajadores (Decreto Ejecutivo 2393)	Art. 55	Instalar señalética de seguridad en áreas de riesgo (eléctrico, mecánico, químico)	No cumple – no hay señalética preventiva ni de advertencia	Alto: aumenta la probabilidad de accidentes por desconocimiento del peligro	Colocar señalética obligatoria estandarizada (NTE INEN-ISO 7010) en todas las áreas críticas
Código de Trabajo (Ecuador)	Art. 410	Designar responsable de seguridad y salud ocupacional en los talleres	No cumple – no existe técnico de seguridad laboral designado	Alto: sin control ni seguimiento técnico aumenta la exposición de riesgos	Contratar o asignar un técnico en seguridad industrial, con funciones de supervisión continua
Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 45001:2018	Cláusula 6.1.2	Implementar un sistema de gestión de SST con evaluación periódica de riesgos	Cumple parcialmente – se realizan inspecciones de herramientas cada 6 meses, pero no un plan integral	Medio: la evaluación es puntual y no continua, lo que impide detectar cambios en las condiciones	Crear un programa anual de evaluación de riesgos, con seguimiento trimestral y reportes internos
Norma Técnica INEN 2266 (Prevención de Incendios y Manejo de Sustancias Inflamables)	Cap. IV, Art. 15	Almacenamiento seguro de combustibles, lubricantes y químicos	Cumple parcialmente – los productos están disponibles, pero sin áreas	Medio-Alto: aumenta el riesgo de incendios o intoxicaciones	Implementar bodegas ventiladas, etiquetado de químicos, kits antiderrame y extintores en

exclusivas ni ventilación adecuada	puntos estratégicos
------------------------------------	---------------------

4. Discusión

La evaluación de los factores de riesgo mecánico en los talleres de mantenimiento vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago ha permitido identificar que, aunque la mayoría de los riesgos se ubicaron en niveles bajos según la metodología de William T. Fine, existen actividades críticas que alcanzaron una valoración de nivel medio, lo que, exige atención prioritaria. Estas actividades corresponden principalmente a los ayudantes de mecánica, quienes ejecutan labores de mayor exposición directa, tales como reparaciones bajo chasis, uso de herramientas eléctricas, manipulación de frenos y suspensión, así como operaciones de elevación con polipasto. Estas concentran un Grado de Peligrosidad (GP) entre 360 y 640, lo que, las ubica en un rango de riesgo medio, requiriendo intervenciones a corto plazo.

En contraste, los puestos de supervisión como jefe mecánico, ingeniero mecánico e inspector de obras laborales presentan riesgos bajos, derivados de su función de control y verificación, no obstante, en la supervisión de pruebas funcionales en marcha por parte del ingeniero mecánico alcanza un nivel medio (GP = 336), evidenciando que los puestos indirectos requieren protocolos claros de seguridad al intervenir en actividades dinámicas de alto riesgo. Esto coincide con lo planteado por Carrillo et al. (2025) donde se sostiene que la supervisión sin protocolos establecidos puede ser un factor crítico en la ocurrencia de accidentes laborales.

Al analizar los resultados de manera global, se confirma que el grupo de mayor vulnerabilidad corresponde al personal operativo, lo que, es consistente con investigaciones en talleres de mecánica vehicular, ya que, los trabajadores manipulan directamente maquinaria pesada y herramientas eléctricas reportan mayor incidencia de accidentes (Alvarado y Linzán, 2021). Además, la evaluación del nivel de conocimiento técnico y práctico de los trabajadores del taller de mantenimiento vehicular del GAD Morona Santiago revela un desempeño bajo-medio (2,8/5 en escala Likert) en el cuestionario aplicado y un cumplimiento práctico aún más limitado en la observación directa (46% en promedio).

Estos resultados confirman la existencia de una brecha significativa entre el conocimiento teórico y la práctica cotidiana en materia de seguridad y prevención de riesgos mecánicos. Estudios previos como el de Acevedo et al. (2025). Bonilla et al.(2024) han demostrado que el desconocimiento de normativas nacionales e internacionales de

seguridad laboral es un factor que incrementa la frecuencia de accidentes en sectores industriales y de servicios. En el presente caso, los trabajadores mostraron bajos puntajes en el dominio de la normativa legal (2,4/5) y en la actuación frente a emergencias (2,6/5). Este hallazgo coincide con lo reportado por Cedillo (2022) y Guzmán y Campoverde (2021) quienes identificaron que la ausencia de formación en planes de emergencia constituye un riesgo latente en talleres automotrices.

Por otro lado, los trabajadores han declarado tener un nivel intermedio de conocimiento en la identificación de riesgos mecánicos (3,1/5). Sin embargo, la observación directa reveló una aplicación deficiente de procedimientos seguros, con apenas un 45% de cumplimiento en soldadura y corte, y un 40% en señalización de seguridad. Esta discrepancia entre el conocimiento percibido y la conducta real ha sido reportada también en la literatura, donde se enfatiza que la cultura preventiva es un factor determinante para la aplicación efectiva de medidas de seguridad (Barra et al., 2021).

La utilización parcial del equipo de protección personal (EPP) con un cumplimiento del 55% refleja que, aunque existe cierto grado de sensibilización, no hay un control riguroso de la obligatoriedad en su uso. Este hallazgo se relaciona con lo señalado por Tasayco (2023) que evidenció que la falta de supervisión constante y de incentivos organizacionales influye negativamente en la adherencia al EPP en actividades mecánicas y de construcción.

Asimismo, la baja capacidad de respuesta en situaciones simuladas de emergencia (30%) es especialmente crítica. Diversos autores como Alvarado (2024) y Bonilla et al. (2024) advierten que la gestión de emergencias constituye un pilar esencial de los sistemas de seguridad ocupacional. La carencia de procedimientos claros y de entrenamientos periódicos expone a los trabajadores a riesgos mayores en caso de incidentes con combustibles, incendios o atrapamientos.

El análisis normativo evidenció brechas significativas entre lo dispuesto por la normativa y las prácticas observadas en el taller. El incumplimiento más notorio corresponde al artículo 55 del Decreto Ejecutivo 2393, que exige señalética de seguridad, inexistente en el lugar. Asimismo, aunque el artículo 3 de la Ley de SST (2006) establece la obligatoriedad de programas de prevención y capacitación, no se encontraron registros de capacitación sistemática en el GAD. Finalmente, la ausencia de procedimientos documentados de identificación y control de riesgos contrasta con lo estipulado en la ISO 45001:2018, cláusula 6.1.2, lo que limita la eficacia de la gestión preventiva. Según la OIT (2023), la falta

de cumplimiento normativo es un factor determinante en la persistencia de accidentes laborales, especialmente en actividades de riesgo mecánico.

En este sentido, al no contar con señalética de advertencia y obligación se incrementa el riesgo de incidentes por desconocimiento, aspecto que ha sido documentado por Murudumbay (2025) y Valencia y Litardo, (2024) quienes encontraron que la instalación de señalización preventiva puede reducir significativamente la tasa de accidentes en talleres de transporte pesado. Asimismo, la inexistencia de un técnico de seguridad laboral limita la capacidad de la organización para implementar medidas correctivas inmediatas y desarrollar una cultura preventiva sostenible, lo que es coherente con lo reportado por Silva y Morales (2025) en su estudio sobre talleres automotrices en Ecuador.

En conjunto, los hallazgos de este estudio reflejan que la problemática no radica únicamente en la existencia de riesgos mecánicos inherentes a la actividad, sino en la deficiencia de controles técnicos, administrativos y normativos que permitan mitigarlos. La literatura coincide en señalar que los riesgos mecánicos son gestionables siempre que se implementen medidas preventivas, capacitación continua y cumplimiento estricto de la normativa (OIT. 2023; Gómez et al., 2024). Por tanto, se recomienda priorizar la contratación de un técnico en seguridad laboral, implementar un plan anual de gestión de riesgos bajo ISO 45001, fortalecer la cultura preventiva a través de capacitaciones y garantizar el cumplimiento de las obligaciones legales del empleador. Implementar programas de capacitación periódica en prevención de riesgos mecánicos y establecer un sistema de registro y control del uso de EPP, acompañado de supervisión y retroalimentación. Finalmente, priorizar controles en las actividades críticas de los ayudantes de mecánica, estableciendo procedimientos seguros estandarizados, limitando la exposición directa durante pruebas dinámicas supervisadas.

5. Conclusión

Se ha realizado el estudio y análisis de los factores de riesgos mecánico en Talleres de Mantenimiento Vehicular del Gobierno Autónomo Descentralizado de Morona Santiago. La aplicación del método de William T. Fine ha permitido identificar y analizar los factores de riesgo prevalentes en los talleres de mantenimiento vehicular durante el año 2024. Estos resultados evidenciaron que, si bien no se registraron riesgos en nivel Alto (≥ 667), varias actividades operativas alcanzaron valores de riesgo Medio con alta relevancia para la seguridad laboral, tales como la reparación bajo chasis (GP = 640), el uso de herramientas eléctricas (GP = 576) y el ajuste de frenos y suspensión (GP = 480). Estas condiciones representan amenazas directas a la integridad física de los trabajadores, particularmente de los ayudantes de mecánica y la ayudante técnica, quienes concentran la mayor criticidad en sus funciones diarias. En contraste, los puestos de supervisión (jefe mecánico, ingeniero mecánico e inspector de obras laborales) se situaron en niveles de riesgo Bajo, salvo las

pruebas funcionales supervisadas por el ingeniero mecánico (GP = 336), que requieren protocolos de seguridad específicos.

Respecto al nivel de conocimiento y cultura preventiva de los trabajadores es limitado, lo cual se refleja en el uso parcial de equipos de protección personal, la ausencia de capacitaciones periódicas y la falta de protocolos claros de trabajo seguro. Estas deficiencias son especialmente evidentes en las actividades con riesgos medios, como soldadura (GP = 384) y manipulación de combustibles y lubricantes (GP = 320), donde la probabilidad de accidentes aumenta por desconocimiento o prácticas inadecuadas. Esto permite identificar una necesidad urgente de programas de formación continua y especializada, orientados a reforzar la prevención de riesgos mecánicos, el uso correcto de equipos de protección y la adopción de una cultura de autocuidado.

En relación con el cumplimiento de la normativa vigente en materia de seguridad laboral existen esfuerzos parciales como la inspección periódica de herramientas. Además, se identificaron deficiencias críticas, tales como la ausencia de señalética preventiva, la inexistencia de un responsable de seguridad y salud ocupacional, y la falta de un sistema de gestión integral bajo los lineamientos de la ISO 45001:2018. Estas limitaciones reducen la eficacia de las medidas de prevención y aumentan la exposición a riesgos mecánicos, especialmente en actividades operativas de mayor criticidad. A partir de esta evaluación se concluye que es indispensable fortalecer el cumplimiento normativo mediante la designación de un técnico en seguridad, la implementación de un sistema de gestión de SST y la aplicación rigurosa de la legislación ecuatoriana, lo cual permitirá reducir de manera significativa la frecuencia y gravedad de los accidentes, al tiempo que se fomenta una cultura preventiva sostenible.

Por lo tanto, estos resultados pueden ser una herramienta útil tanto para la gestión administrativa del GAD, como para el diseño de políticas locales de prevención como la inversión en señalización, reorganización del espacio físico y fortalecimiento de la supervisión técnica. En última instancia, este estudio busca promover una cultura institucional orientada a la prevención, tal como lo establecen los principios de la OIT y los lineamientos del Ministerio de Trabajo, en donde el derecho a la seguridad y salud laboral se traduce en prácticas concretas, sostenibles y evaluables.

Contribución de autores: Todos los autores participaron en la investigación.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Acevedo, D., Cortes, P., Mendoza, I., Moreno, Y., y Ovallos, C. (2025). Fortaleciendo la seguridad y la eficiencia: programa de prevención de accidentes e incidentes laborales en Electromuebles LTDA. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Diplomado de profundización para grado. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/66374>

2. Alvarado, C. (2024). Implementación de un sistema de gestión en seguridad y salud ocupacional en el trabajo basada en la norma ISO 45001 para mejorar las operaciones en la Compañía Minera Alpayana SA-Casapalca, Lima. Universidad Nacional del Centro del Perú, Tesis de grado. <http://hdl.handle.net/20.500.12894/11588>
3. Alvarado, C., y Linzán, D. (2021). Diseño de un programa de control operativo de factores de riesgos presente del personal operativo en un taller mecánico de equipo caminero de un gobierno autónomo provincial. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Tesis de maestría. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/52329>
4. Asamblea Nacional Constituyente. (2008). Constitución de la Republica del Ecuador 2008. Registro Oficial 449. https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_const.pdf
5. Barra, T., Salvatierra, Á., Candia, I., y Vargas, G. (2021). Gestión de riesgo de desastres en el marco de la cultura preventiva. Revista Venezolana de Gerencia: RVG, 26(94). 903–914. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8890463.pdf>
6. Bonilla, A., Garate, J., y Narváez, I. (2024). Efectividad de programas de formación en seguridad laboral respecto a la prevención de accidentes laborales. Conrado, 20(97). 115–129. http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S1990-86442024000200115&script=sci_arttext
7. Burgos, C., y Núñez, S. (2025). Evaluación de los riesgos mecánicos en el área de producción y su incidencia en accidentes laborales en la empresa Lincoln. Repositorio Digital Universidad Nacional de Chimborazo, Tesis de grado. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/15219>
8. Carrillo, A., Quito, B., y Quito, S. (2025). Protocolo de manejo de seguridad y salud en el trabajo para el personal de SERTECPET Shushufindi para prevenir accidentes laborales. Metrópolis | Revista De Estudios Universitarios Globales, 6(1). 1125–1170. <https://metropolis.metrouni.us/index.php/metropolis/article/view/174>
9. Cedillo, F. (2022). Evaluación de riesgos eléctricos y mecánicos en el taller mecánico Maurer avenida Venezuela, Reforma, Chiapas. Repositorio Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tesis de Ingeniería en seguridad industrial y ecología. <https://hdl.handle.net/20.500.12753/4575>
10. Cholan, C. (2024). Análisis de los factores de riesgo para la prevención de accidentes laborales en el taller mecánico de la empresa Maquinarias U-Guil S. A., 2023 . Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/37937>
11. Feria, K. (2020). La seguridad y salud en el trabajo. Una aproximación a través del Derecho penal cubano. Iusta, (52). 15–20. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7407293.pdf>
12. Fine, W. (1971). Mathematical evaluations for controlling hazards. Journal of Safety Research, 3(4). 157–166. https://otl-training.nl/wp-content/uploads/2015/03/hazards_fine.pdf
13. Freire, M. (2022). Prevención de los riesgos laborales en talleres mecánicos de vehículos de transporte pesado. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato, Tesis de grado. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36929>

14. Fuentes, K., y Zambrano, O. (2022). Análisis de prevención de riesgos en un taller mecánico de la Ciudad de Guayaquil. Repositorio Institucional de la Universidad Politécnica Salesiana, Tesis de Grado. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/23940>
15. García, T. (2020). La capacitación del técnico en prevención de riesgos laborales en relación a la educación y formación como indicador de la cultura preventiva. *REJIE: Revista Jurídica de Investigación e Innovación Educativa*, (21). 99–121. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7244123.pdf>
16. Gómez, A., Valenzuela, R., y García, J. (2024). Informe de Siniestralidad Laboral en la República del Ecuador, 2015–2022. Universidad Espíritu Santo. https://www.researchgate.net/profile/Jose-Garcia-Arroyo/publication/384160051_Informe_de_siniestralidad_Laboral_en_Ecuador_2015-2022/links/66ed20b2750edb3bea5ec63f/Informe-de-siniestralidad-Laboral-en-Ecuador-2015-2022.pdf#page=15.07
17. Guzmán, F., y Campoverde, J. (2021). Diseño del plan de emergencia y autoprotección en el área de mecánica de un taller automotriz multiservicios. Universidad Internacional SEK, Tesis de grado Ingeniería en Seguridad y Salud Ocupacional. <https://repositorio.uisek.edu.ec/handle/123456789/4262>
18. Iza, M., Poveda, D., y Tiban, J. (2025). La salud ocupacional y la protección de los derechos laborales, en el Cantón Ambato. *Polo del Conocimiento*, 10(5). 2743–2767. <https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/9598/pdf>
19. Mero, D. (2021). Propuesta de diseño de un sistema de gestión integrado basado en las Normas Técnicas Ecuatorianas NTE INEN– ISO 9001 2016 Sistemas de Gestión de Calidad y la NTE INEN–ISO 45001 2018 Sistemas de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Repositorio Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, Tesis de Maestría en Gerencia de la Calidad e Innovación. <http://hdl.handle.net/10644/8118>
20. Moreira, E. (2024). Riesgos mecánicos en el departamento de obras públicas del GAD Latacunga. Universidad Técnica de Ambato, Tesis Ingeniería Industrial. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/40843>
21. Murudumbay, J. (2025). Evaluación y propuesta de gestión de riesgos laborales en talleres mecánicos de la zona urbana de la ciudad de Cuenca. Universidad de Cuenca, Tesis Ingeniería Industrial. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstreams/f6a2a468-d85e-4898-9d9f-a465e7e033c9/download>
22. Ocampo, J. (2023). Evaluación y propuesta de intervención ante los factores de riesgo mecánico en los trabajadores de la empresa Inse Ingeniería y Seguridad, durante los meses de septiembre a diciembre del 2023. Sistema Nacional de Bibliotecas SISNAB, Politécnico Grancolombiano. <https://alejandria.poligran.edu.co/bitstream/handle/10823/7730/1.%20Entrega%20Final%20TG.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

23. OIT. (2023). Seguridad y salud en el trabajo. Organización Internacional del Trabajo. <https://www.ilo.org/es/temas-y-sectores/seguridad-y-salud-en-el-trabajo>
24. Paredes, C. (2022). Riesgos mecánicos en el taller de mantenimiento de la empresa de transporte pesado José Ocaña Mayorga S.A. Repositorio de la Universidad Técnica de Ambato, Tesis de Grado. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36440>
25. Ramirez, L., y Dueñas, E. (2022). Reducción del riesgo mecánico en las operaciones de mantenimiento de neumáticos en camiones de carga en la empresa de servicio automotriz Alfredo Pimentel Sevilla S.A. Repositorio Institucional de la Universidad Técnica del Perú, Tesis de Grado. <https://hdl.handle.net/20.500.12867/6151>
26. Rivera, Y., y Matamoros, E. (2019). Caracterización de los riesgos y condiciones de inseguridad de los talleres mecánica automotriz de Cúcuta. Repositorio Institucional UniLibre. <https://hdl.handle.net/10901/19085>
27. Román, C., y Munar, M. (2023). Caracterización de riesgos laborales que puedan producir accidentes de trabajo en el taller de mecánica automotriz M&M Car Service ubicado en el barrio 7 de agosto en la ciudad de Bogotá, Colombia. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Tesis de Grado. <http://hdl.handle.net/11349/39382>
28. Ruiz, C., Delclós, J., Ronda, E. G., y Benavides, F. (2022). Salud laboral: conceptos y técnicas para la prevención de riesgos laborales. Elsevier Health Sciences, España. <https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=zY1hEAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=,+la+identificaci%C3%B3n+y+evaluaci%C3%B3n+de+los+factores+de+riesgo+mec%C3%A1nico+mediante+metodolog%C3%ADas+t%C3%A9cnicas+constituye+un+paso+fundamental+para+el+dise%C3%B1o+de+>
29. Sánchez, J. (2022). Riesgos laborales en los talleres de grupo SIPPSA, en el Municipio Centro, Tabasco. Repositorio Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tesis de Ingeniería en seguridad industrial y ecología . <https://hdl.handle.net/20.500.12753/4569>
30. Silva, F., y Morales, B. (2025). Gestión de riesgos del trabajo en el área de talleres y bodegas del GADMI del cantón Pujilí en el 2024. Repositorio Digital UNACH, Tesis de grado. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14710>
31. Tasayco, F. (2023). Evidencias sobre los factores que influyen en el cumplimiento del uso de los equipos de protección personal en trabajadores de construcción. Repositorio de la Universidad Peruana Cayetano Heredia, Trabajo de grado. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/13675/Evidencias_TasaycoLoyola_Flor.pdf?sequence=1
32. Toro, J., Comas, R., y Castro, F. (2020). Normativa en seguridad y salud ocupacional en el Ecuador. Universidad Y Sociedad, 12(S(1)). 497–503. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/1887>
33. Urrego, J. (2024). Impacto de los riesgos mecánicos en la salud de los trabajadores en talleres de mecánica de vehículos. Universidad Europea de Madrid, Tesis Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales.

https://titula.universidadeuropea.com/bitstream/handle/20.500.12880/11191/TFM_urregogutierrerzjitsytiffany_Memoria_MUPRL.pdf?sequence=1&isAllowed=y

34. Valdez, T. (2021). Elaboración de un plan para controlar los factores de riesgos físicos, en el taller mecánico automotriz del Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Cantón Esmeraldas, año 2020 . Repositorio Institucional PUCE sede Esmeraldas, Tesis de maestría. <https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/0a19b688-3f42-4c79-89e7-f0c6150cd4c6/content>
35. Valencia, M., y Litardo, C. (2024). Evaluación de riesgos mecánicos en las actividades de torneado y fresado de piezas metálicas. MQRInvestigar, 8(3). 5682–5699. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5682-5699>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Parques urbanos naturales y gestión sostenible: Estudio de caso de Lago Agrio, Ecuador.

Vinueza Quinga Alina Alexandra ¹, Cerbone Sánchez Eduardo Joel ², Parrales Daza Gigi Narcisa ²

¹ Universidad Estatal Amazónica, Centro de Investigación, Santa Clara, Pastaza EC160150, Ecuador.

² Green Amazon, Research Center, Nueva Loja EC210150, Ecuador

✉ Correspondencia: aa.vinuezaq@uea.edu.ec + 593 0987036481

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83306>

Resumen: El estudio analiza la contribución de los parques urbanos naturales Parque Turístico Nueva Loja (PTNL) y Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA) en la gestión sostenible del cantón Lago Agrio, Ecuador. Se aplicó un diseño metodológico mixto que combinó entrevistas semiestructuradas a gestores, observación directa y encuestas estructuradas a visitantes (n=168). Los resultados evidencian que, en el ámbito social, ambos parques favorecen la cohesión comunitaria, el bienestar físico y la recreación, aunque el PTNL presenta mayores avances en accesibilidad y educación ambiental, mientras que PERLA destaca por su aporte a la salud percibida. En el ámbito ambiental, se confirma su función como refugios de biodiversidad y espacios de conservación, con programas de reforestación y señalética ambiental; no obstante, persisten limitaciones en eficiencia energética, certificaciones internacionales y gestión integral de residuos. En el plano económico, los parques generan externalidades positivas a través de la dinamización de microemprendimientos y el aumento de la plusvalía inmobiliaria, aunque mantienen dependencia de recursos externos y ausencia de esquemas innovadores de financiamiento. En conjunto, los hallazgos confirman que el PTNL y el PERLA son pilares de la sostenibilidad urbana amazónica, aunque requieren fortalecer cuatro ejes prioritarios: accesibilidad universal, institucionalización de programas de educación ambiental, adopción de energías renovables y certificaciones verdes, y mecanismos de economía circular y financiamiento sostenible.

Palabras claves: matriz FODA, herramientas pedagógicas, recomendaciones académicas

Urban natural parks and sustainable management: Case study of Lago Agrio, Ecuador.

Abstract: The study analyzes the contribution of the Parque Turístico Nueva Loja (PTNL) and Parque Ecológico Recreativo Lago Agrio (PERLA) urban nature parks to sustainable management in the Lago Agrio canton, Ecuador. A mixed methodological design was applied, combining semi-structured interviews with managers, direct observation,



Cita: Vinueza Quinga, A. A., Cerbone Sánchez, E. J., & Parrales Daza, G. N. (2025). Parques urbanos naturales y gestión sostenible: Estudio de caso de Lago Agrio, Ecuador. Green World Journal, 08(03), 306.
<https://doi.org/10.53313/gwj83306>

Received: 01/August/2025
Accepted: 16/October /2025
Published: 17/October /2025
Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

and structured surveys of visitors (n=168). The results show that, in the social sphere, both parks promote community cohesion, physical well-being, and recreation, although PTNL shows greater progress in accessibility and environmental education, while PERLA stands out for its contribution to perceived health. In the environmental sphere, their role as biodiversity refuges and conservation areas is confirmed, with reforestation programs and environmental signage; however, limitations persist in energy efficiency, international certifications, and comprehensive waste management. Economically, the parks generate positive externalities by stimulating micro-enterprises and increasing real estate value, although they remain dependent on external resources and lack innovative financing schemes. Overall, the findings confirm that the PTNL and PERLA are pillars of Amazonian urban sustainability, although they need to strengthen four priority areas: universal accessibility, institutionalization of environmental education programs, adoption of renewable energy and green certifications, and circular economy and sustainable financing mechanisms.

Keywords: SWOT matrix, pedagogical tools, academic recommendations

1. Introduction

Urban parks have accompanied humanity since ancient times, evolving from sacred sites and private gardens of the elite to becoming public assets accessible to all citizens. In ancient civilizations such as the Persian and Roman, gardens were symbols of power and spiritual contemplation, while in the Middle Ages they were reserved for monarchies and aristocracies (Chiesura, 2004). With the French Revolution, access to these spaces was gradually democratized, transforming them into places for citizens to meet and express themselves culturally (Harnik, 2012).

The Industrial Revolution marked a turning point: mass migration to cities and precarious living conditions drove demand for green spaces that provided recreational, hygienic, and aesthetic benefits. Iconic parks such as Central Park in New York and El Retiro in Madrid reflect this shift towards green urban planning (Jim & Chen, 2009). Subsequently, the International Congress of Modern Architecture (CIAM, 1933) reinforced the need to integrate green spaces into urban planning, highlighting their role as environmental regulators, generators of social cohesion, and supports for urban identity.

Currently, the concept of sustainable development, as outlined in the Brundtland Report (ONU, 2023), requires balancing economic growth, social inclusion, and environmental protection. Urban natural parks, conceived as multifunctional green infrastructures, are now critical spaces for adapting to climate change, reducing pollutants, providing ecosystem services, and improving the physical and mental health of citizens (Kabisch et al., 2015; Tzoulas et al., 2007). In addition, they play an educational and cultural role by serving as venues for environmental awareness and strengthening collective identity (Wolch et al., 2014).

In Ecuador, urban parks are part of a complex relationship between environmental conservation and rapid urbanization. The Amazon region, and in particular the Lago Agrio canton, faces challenges of disorderly urban expansion, pressure on ecosystems, and social inequalities (MAATE, 2022). In this context, the PERLA and PTNL parks are local benchmarks for conservation, recreation, and environmental education. The former, created in 2009 with support from OCP Ecuador, seeks to restore the forests surrounding the lagoon and provide a refuge for species. The latter, inaugurated in 2015, strengthens the Amazon's natural and cultural heritage with a focus on sustainable tourism. Both parks are administered by public institutions with different management models, but lack a comprehensive assessment of their sustainable impact (GAD Lago Agrio, 2025; OCP, 2021).

Despite progress, the literature shows a lack of systematic information on the social, environmental, and economic management of Amazonian urban parks, which limits the formulation of evidence-based public policies and the implementation of long-term urban conservation strategies (Martínez, 2014; Moreno Flores et al., 2023).

The overall objective of this study is to identify the role of urban nature parks—Parque Turístico Nueva Loja and Parque PERLA—in the sustainable management of the Lago Agrio canton, through a comparative analysis of their social, environmental, and economic dimensions. Specifically, it seeks to analyze their contribution to social cohesion and citizen well-being, examine their contribution to biodiversity conservation and urban environmental management, and evaluate their economic impact through income generation, productive chains, and land value appreciation, in order to provide empirical evidence to guide public policies and sustainability strategies in Amazonian contexts.

2. Materials and methods

2.1. Location

The study was conducted in the Nueva Loja Tourist Park and Lago Agrio Ecological Recreation Park, located in the city of Nueva Loja, Lago Agrio Canton, Sucumbios Province.

The Nueva Loja Tourist Park, located in the center of the city of Nueva Loja, covers 30.9 hectares, of which 80% is tropical rainforest undergoing regeneration and 20% is infrastructure comprising administrative, tourist, cultural, and wildlife assistance areas. (Figure 1)



Figure 1. Location map of Nueva Loja Tourist Park

On the other hand, the Lago Agrio Ecological Recreation Park is located in the northern part of the city of Nueva Loja. It covers 110 hectares and includes primary and regenerating tropical rainforest, a lagoon, and infrastructure consisting of administrative, tourist, and recreational areas. (Figure 2)

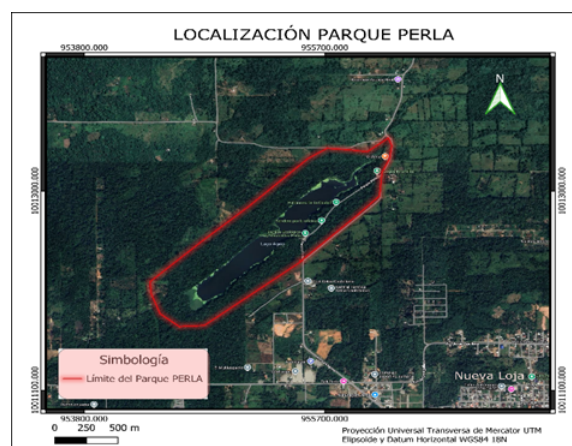


Figure 2. Location of Lago Agrio Ecological Recreation Park

2.2. Study design

With regard to the methodological design, a mixed study was adopted due to the complex nature of the research problem and the need to understand both subjective perceptions and objective data related to the sustainable management of urban natural parks. The mixed approach combines the strengths of qualitative and quantitative research, allowing for triangulation of information and a comprehensive view of the phenomenon under study (Creswell & Clark, 2017).

On the one hand, the qualitative approach was based on semi-structured interviews with park staff and direct observation of management practices, which made it possible to identify internal processes, organizational dynamics, and perceptions of the parks' social, environmental, and economic contributions. This type of approach is essential when seeking to understand specific contexts and meanings attributed by the actors involved (Denzin & Lincoln, 2017).

In contrast, the quantitative approach was applied through structured surveys of park visitors in order to obtain statistical data on public perception of sustainability and management. This perspective made it possible to measure trends, identify patterns, and validate inferences through descriptive analysis. The inclusion of quantitative techniques contributes to the objectivity and representativeness of the study (Bryman, 2016).

This design was chosen in response to the need to articulate multiple sources of evidence: on the one hand, to gain an in-depth understanding of management practices and, on the other, to assess users' social perceptions. This achieves methodological complementarity that strengthens the validity of the findings and allows recommendations to be formulated that are applicable to public management and sustainable urban planning (Tashakkori & Teddlie, 2010).

2.3. Population and Sample

The study population consists of visitors to the urban natural parks of Lago Agrio: the Nueva Loja Tourist Park (463,850 users between 2022 and 2025) and the Lago Agrio Ecological Recreation Park (79,446 visitors between 2020 and 2025), according to the database of official records provided by the administrators. To ensure representativeness, the sample calculation formula for finite populations (Hernández Sampieri et al., 2014) was applied, with a confidence level of 95% ($z = 1.96$), $p = 0.20$, $q = 0.70$, and an error of $\pm 8\%$, resulting in 84 respondents for each park. This procedure, based on probabilistic sampling, ensures external validity and reduces bias (Fowler Jr, 2013), while triangulation with qualitative techniques reinforces the reliability of the analysis (Creswell & Clark, 2017). Although the margin of error reflects logistical limitations inherent to the Amazonian context (Bryman, 2016), the sample is considered statistically acceptable for comparing the sustainable management of both parks.

$$n = \frac{z^2 * N * p * q}{e^2(N - 1) + z^2(p * q)}$$

Where:

N = Sample size

N = Population

z = Selected confidence level

p = Probability of success

q = Probability of failure

e = Acceptable margin of error

Table 1. Elements and percentages for establishing the sample of respondents from the Nueva Loja Tourist Park and Lago Agrio Ecological Recreation Park.

Code	Description	PERLA	PTNL
N	Population	15889	154617
Z	Confidence level	1,96	1,96
p	Prob. Success	20	20
q	Prob. Failure	70	70
e	Estimation error	8	8
n	Sample	84	84

Source: Own elaboration

2.4. Instruments and Data Analysis

The research adopted a mixed design that combined semi-structured interviews with administrators and technicians (20 open-ended questions) and structured surveys of visitors (15 items: 5 sociodemographic questions and 10 questions on perceptions of management). The interviews allowed us to explore the social, environmental, and economic spheres from the perspective of managers (Romero-Vargas et al., 2020), while the surveys facilitated the identification of trends and levels of citizen satisfaction under criteria of validity and reliability (Fowler Jr, 2013). Quantitative data were processed using descriptive statistics in Microsoft Excel, and qualitative data were analyzed using an inductive content approach to identify emerging categories and interpretive patterns (Elo & Kyngäs, 2008). Methodological triangulation strengthened internal validity and integrated subjective perceptions with statistical evidence, allowing for a comprehensive understanding of sustainable management (Creswell & Clark, 2017).

In addition, a qualitative compliance categorization system was applied to the three dimensions of analysis (social, environmental, and economic). The indicators were classified into three levels: Adequate (when both parks comply), Moderate (when only one complies and the other partially complies), and Deficient (when neither complies). This procedure, based on comparative approaches (Ragin, 2014) and urban sustainability assessment methodologies (Gómez-Baggethun & Barton, 2013; Kabisch et al., 2017), made it possible to synthesize the results in comparative matrices and establish strengths and weaknesses, providing a replicable methodological framework for the assessment of Amazonian urban parks.

3. Results and discussion

3.1. Contribution of the Nueva Loja Tourist Park and PERLA Park to sustainable management in the social sphere

The analysis of social indicators at the Nueva Loja Tourist Park (PTNL) and the Lago Agrio Recreational Ecological Park (PERLA) revealed four key dimensions: inclusion, employment and entrepreneurship, environmental education, and health and well-being. In terms of inclusion, the PTNL has partially accessible infrastructure, such as ramps and adapted bathrooms, which explains why 89% of visitors perceive it as an inclusive space, compared to 82% who consider that PERLA does not meet this criterion. In terms of employment and entrepreneurship, both parks generate direct and indirect opportunities and facilitate the marketing of local products, with 98% of respondents at the PTNL and 88% at PERLA reporting that they had purchased handicrafts or food. Environmental education is provided on an ad hoc basis, without permanent programs, although 94% of visitors to the PTNL said they had received information about flora and fauna, compared to 63% in PERLA. Finally, in terms of health and well-being, both parks are recognized as urban green lungs, with 33%

of respondents in the PTNL and 45% in the PERLA citing clean air as the main benefit, in addition to reporting recreational activities such as yoga, hiking, and sports, which contribute to strengthening physical and mental health.

Table 2. Comparison of social indicators between PTNL and PERLA

Indicator	PTNL (n=84)	PERLA (n=84)	Compliance category
Inclusion (accessibility)	89% yes	18% yes	Partial
Initiatives observed	98%	88%	Compliant
Environmental education	94%	63%	Partial
Clean air benefit	33%	45%	Compliant
Satisfaction with the visit	42% excellent, 25% good	29% excellent, 26% good	Partially compliant

In other words, the research results corroborate that urban parks perform a complex and multidimensional social function, in line with the findings of Chiesura (2004), who highlights the role of green spaces as promoters of community cohesion and psychological well-being. In this context, the Nueva Loja Tourist Park (PTNL) stands out for its advances in accessibility and the development of environmental education initiatives, which coincides with the findings of Kabisch et al. (2015), who recognize green infrastructure as a mechanism capable of promoting social equity in urban environments. For its part, the Lago Agrio Recreational Ecological Park (PERLA) stands out as a privileged setting for the promotion of physical and psychosocial well-being, as it is a space for family recreation and direct contact with nature. This condition is supported by Álvarez and Del Caz (2024), who emphasize that the renaturalization of cities is a fundamental strategy in the face of current socio-environmental challenges, positioning the incorporation of vegetation as an indispensable element for the construction of healthier, more sustainable, and more inclusive urban territories. Accordingly, the perception of PERLA visitors reinforces the idea that urban parks not only fulfill ecological functions, but also operate as catalysts for health, recreation, and community resilience, contributing to the consolidation of a more cohesive and environmentally conscious citizenry in the Ecuadorian Amazon.

In terms of employment and micro-enterprises, both parks contribute to local economic revitalization, confirming the study by Wolch et al. (2014) on the role of parks in environmental justice and community development. However, the absence of permanent environmental education programs limits the consolidation of a critical and environmentally conscious citizenry, an aspect that should be a priority in state policies.

Likewise, the gap in universal accessibility is striking: while the PTNL has implemented basic adapted infrastructure, the PERLA requires urgent interventions in infrastructure and inclusive signage. This inequality in access to urban ecosystem services reproduces patterns of inequality, as pointed out by Rigolon (2016) in studies on socio-environmental justice.

3.2. Contribution of the Nueva Loja Tourist Park and PERLA Park in the environmental sphere

Analysis of environmental management in urban parks reveals substantial differences in the implementation of conservation measures, resource management, and ecological monitoring. In terms of efficient resource management, none of the parks has consolidated energy or water efficiency programs. While PERLA has proposed the future installation of solar panels, PTNL depends on the public power grid. However, both have developed reforestation campaigns with native species aimed at protecting water sources and mitigating erosion processes.

Similarly, with regard to waste management, the PTNL has a structured program for sorting solid waste (organic, inorganic, and recyclable), accompanied by environmental signage aimed at educating visitors. In contrast, the PERLA maintains a limited scheme focused on the collection of plastic bottles, while the rest of the waste is transferred to the municipal landfill.

In addition, in terms of biodiversity conservation, PERLA contributes by maintaining records of fauna, with 115 species of birds, 20 species of fish, and 44 species of mammals, although it lacks updated floristic inventories. The PTNL, for its part, contributes to conservation with reforestation and conservation programs, largely represented by interpretive signage and the operation of an ex situ wildlife care center, unique in the province of Sucumbíos, specializing in the rehabilitation of rescued species.

In terms of certifications and management tools, none of the parks have international environmental accreditations such as ISO 14001 or Green Flag. However, PERLA won the Green Award in 2017 for its contribution to conservation, while PTNL maintains management plans and environmental licenses.

Table 3. Comparison of environmental indicators between PTNL and PERLA

Indicator	PTNL (n=84)	PERLA (n=84)	Compliance category
Energy and water efficiency	Not comply	Partial	Deficient
Waste management	Comply	Partial	Moderate
Biodiversity conservation	Comply	Partial	Moderate
Environmental certifications	Not comply	Not comply	Deficient
Reforestation and protection	Comply	Comply	Appropriate

In summary, the findings confirm that both the PTNL and PERLA contribute to environmental sustainability, albeit with limitations in terms of planning and structural management. The biological diversity recorded in both parks supports the findings of Gómez-Baggethun and Barton (2013), who argue that urban green spaces are critical refuges in the face of habitat fragmentation. In this sense, the PTNL wildlife center represents added value by transcending its recreational function and establishing itself as an active conservation initiative, in line with documented experiences in Latin American parks (Beninde et al., 2015).

The lack of energy and water efficiency programs highlights a gap in relation to global trends that promote green infrastructure and nature-based solutions to mitigate climate change (Kabisch et al., 2017). Similarly, the absence of environmental certifications limits international visibility and access to funds earmarked for ecological transition, an aspect considered key to urban sustainability in Latin American contexts (Lamy et al., 2021).

It should be noted that in the area of waste management, the findings reveal that, although the PTNL has implemented initial waste sorting measures, significant gaps remain in relation to the lack of composting and energy recovery systems. According to Manea et al. (2024), these practices have been shown to be strategic pillars of sustainability in urban parks, as they help reduce pressure on landfills, facilitate the generation of usable by-products, and strengthen circular economy dynamics in urban and peri-urban contexts. Recent empirical evidence confirms that combining sorting and recycling programs with decentralized composting schemes not only reduces the environmental footprint but can also become a source of additional income and a catalyst for the active participation of local communities (Lakshmi Narayana Prasad & Karthikeyan, 2020). From this perspective, the absence of such practices in the parks studied limits their ability to establish themselves as benchmark green infrastructures, highlighting the need to incorporate technological innovations and governance models that integrate advanced recycling, urban composting, and energy recovery as central components of sustainable environmental management.

3.3. Economic contribution of urban parks Nueva Loja Tourist Park and PERLA Park

The economic analysis of urban parks reveals a tension between revenue generation and the financial sustainability of their management.

In terms of profitability, PERLA generates income through entrance fees (USD 1), canoeing activities (USD 1), and zip-lining (USD 3), reaching an average monthly revenue of between USD 1,000 and 2,000. These amounts, transferred to the municipality, are insufficient to cover operating costs, so profitability is rated as not met. In the case of PTNL, access is free and income is limited to the leasing of spaces and minor income from food sales, which does not represent direct income for the park, which depends exclusively on state allocations.

In terms of sustainable income, PERLA maintains a stable flow derived from tourism services, which ensures a partial level of sustainability. PTNL, on the other hand, generates smaller amounts of income from rentals, donations, the sale of fish food and other food items, and occasional activities such as fairs, which help to finance the feeding of wildlife, although without stability over time.

In turn, long-term value creation can be seen in both parks. In PERLA, the value of nearby land increased by between USD 6,000 and USD 7,000, associated with improved roads and accessibility. The PTNL, for its part, promoted urban regeneration through road, electrical, and security infrastructure, transforming a previously marginal area into an attractive space for investment and tourism.

In terms of the production chain, both parks have boosted local micro-enterprises in crafts, gastronomy, and tourist services. The 98% percent of respondents in the PTNL and 88% in the PERLA reported having purchased products during their visit, in addition to the parallel development of restaurants, spas, and fairs linked to tourist flows.

Finally, in the area of cost savings through sustainable practices, PERLA does not report any relevant initiatives, while in PTNL, the sorting and sale of recyclable materials generates temporary resources for wildlife and environmental programs, although without structural continuity.

Table 4. Comparison of economic indicators between PTNL and PERLA

Indicator	PTNL (n=84)	PERLA (n=84)	Compliance category
Profitability	Partial	No comply	Deficient
Sustainable income	Partial	Comply	Moderate
Creating long-term value	Comply	Comply	Suitable
Production chain	Comply	Comply	Suitable
Sustainable cost savings	Partial	No comply	Deficient

The research findings confirm that, although Lago Agrio's urban parks generate positive economic externalities, their contribution is conditioned by structural dependence on external resources, which compromises the sustainability of their management in the long term. In this context, Timeus et al. (2020) argue that hybrid business models, based on coordination between public and private actors, represent a viable alternative by facilitating the equitable distribution of resources, responsibilities, and social benefits, while ensuring ecological and community preservation. Complementarily, Mohamed and Vadeveloo (2023) highlight the relevance of incorporating innovative financing mechanisms, such as crowdfunding and payments for urban ecosystem services (PUES), which strengthen the financial autonomy and resilience of parks as green infrastructure. Similarly, the Trust for Public Land (2024) report shows that investment in this type of infrastructure generates substantial returns—more than \$201 billion in economic activity and around 1.1 million jobs—confirming its role as a driver of economic and social revitalization.

In the particular case of PTNL, its free access reinforces social inclusion but restricts the generation of its own income, creating a critical dependence on state subsidies. This scenario reflects

regional trends, where free access to urban parks in Latin America requires sustained public funding to prevent infrastructure deterioration (Gómez-Baggethun & Barton, 2013). For their part, both the PTNL and PERLA have indirectly contributed to local economic development by increasing the value of surrounding land and stimulating micro-enterprises, which coincides with the findings of Wolch et al. (2014), who highlight the role of parks in urban regeneration and the creation of economic opportunities. However, the absence of diversified financing mechanisms, such as concessions, public-private partnerships, or environmental certifications, significantly limits their long-term sustainability potential (Kabisch et al., 2017).

In summary, the economic contribution of these parks is not limited to generating direct income, but extends to consolidating local production chains and strengthening regional economic resilience. However, progress must be made toward circular economy and green financing strategies that consolidate their role as pillars of sustainable development and ensure their viability in the Amazonian context.

4. Conclusions

The Lago Agrio PTNL and PERLA urban nature parks are essential hubs for social sustainability, providing spaces for community cohesion, recreation, and environmental education. The PTNL stands out for its advances in accessibility and educational initiatives, while PERLA contributes significantly to physical and recreational well-being. However, limitations persist in inclusive infrastructure and the institutionalization of permanent environmental education programs, which are critical aspects for ensuring equity and citizen participation.

As an environmental contribution, the two parks play a strategic role as biodiversity refuges and urban conservation areas, through reforestation and environmental signage initiatives. However, there are shortcomings in energy and water efficiency, a lack of international environmental management certifications, and weaknesses in integrated waste management. The PTNL wildlife center is a distinguishing feature, positioning the park as a provincial benchmark in wildlife rehabilitation and conservation.

Parks generate positive externalities by boosting micro-enterprises, increasing real estate value, and consolidating productive chains around tourism and services. Despite this, financial sustainability is compromised by dependence on external resources and the absence of innovative self-financing mechanisms, such as circular economy schemes or public-private partnerships.

The integrated results confirm that the PTNL and PERLA are pillars of local sustainability, articulating social, environmental, and economic dimensions. To consolidate themselves as models of sustainable management in the Amazonian context, progress must be made in four priority areas: (1) universal accessibility, (2) institutionalization of environmental education programs, (3) adoption of renewable energies and green certifications, and (4) development of innovative financing schemes that strengthen their long-term resilience.

Author contributions: All authors participated in the research.

Funding: The authors funded the study in its entirety.

Conflicts of interest: The authors declare that they have no conflicts of interest.

Referencias

1. Álvarez, S. G., & del Caz Enjuto, M. R. (2024). El verde urbano desde el punto de vista ambiental, social y de la salud: políticas urbanas convergentes. *ACE: Arquitectura, Ciudad y Entorno*.
2. Beninde, J., Veith, M., & Hochkirch, A. (2015). Biodiversity in cities needs space: a meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*, 18(6), 581–592.
3. Bryman, A. (2016). *Social research methods*. Oxford university press.

4. Chiesura, A. (2004). The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, 68(1), 129–138.
5. Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2017). *Designing and conducting mixed methods research*. Sage publications.
6. Elo, S., & Kyngäs, H. (2008). The qualitative content analysis process. *Journal of Advanced Nursing*, 62(1), 107–115.
7. Fowler Jr, F. J. (2013). *Survey research methods*. Sage publications.
8. Gómez-Baggethun, E., & Barton, D. N. (2013). Classifying and valuing ecosystem services for urban planning. *Ecological Economics*, 86, 235–245.
9. Harnik, P. (2012). *Urban green: Innovative parks for resurgent cities*. Island Press.
10. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación. 6ta ed [Internet]. México DF*. McGraw-Hill/Interamericana.
11. Jim, C. Y., & Chen, W. Y. (2009). Ecosystem services and valuation of urban forests in China. *Cities*, 26(4), 187–194.
12. Kabisch, N., Korn, H., Stadler, J., & Bonn, A. (2017). *Nature-based solutions to climate change adaptation in urban areas: Linkages between science, policy and practice*. Springer Nature.
13. Kabisch, N., Qureshi, S., & Haase, D. (2015). Human–environment interactions in urban green spaces—A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. *Environmental Impact Assessment Review*, 50, 25–34.
14. Lakshmi Narayana Prasad, P., & Karthikeyan, J. (2020). Ecoparks as a model of sustainable solid waste management. In *Solid waste policies and strategies: issues, challenges and case studies* (pp. 143–150). Springer.
15. Lamy, R., Dziedzic, R. M., Rauen, W. B., & Dziedzic, M. (2021). Potential contribution of environmental building certifications to urban sustainability—Curitiba case study. *Sustainable Cities and Society*, 73, 103131.
16. Manea, E. E., Bumbac, C., Dinu, L. R., Bumbac, M., & Nicolescu, C. M. (2024). Composting as a sustainable solution for organic solid waste management: Current practices and potential improvements. *Sustainability*, 16(15), 6329.
17. Martínez, L. M. R. (2014). Los parques urbanos como indicadores de calidad de vida, símbolos de bienestar y espacios de uso recreativo: una investigación en Bucaramanga (Colombia). *Universidad & Empresa*, 16(27), 207–229.
18. Mohamed, N., & Vadeveloo, T. (2023). Diversifying local government funding in implementing green open space for green city development: A systematic literature review. *Journal of Academic Research in Accounting Finance and Management Sciences*, 13(2), 960–975.
19. Moreno Flores, O., Arizaga Soto, A. X., Rojo Almarza, S. M., Tapia Dominguez, J. C., & Salazar Preece, G. E. (2023). *Guía para la Sustentabilidad y Gestión de Parques Urbanos*.
20. Ragin, C. C. (2014). *The comparative method: Moving beyond qualitative and quantitative strategies*. Univ of California Press.
21. Rigolon, A. (2016). A complex landscape of inequity in access to urban parks: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 153, 160–169.
22. Romero-Vargas, M., Bermúdez-Rojas, T., & Duque-Gutiérrez, M. (2020). Evaluación cualitativa de indicadores de sostenibilidad socioambiental para su selección y aplicación en ciudades costarricenses. *Revista Geográfica de América Central*, 64, 1–25.
23. Timeus, K., Vinaixa, J., & Pardo-Bosch, F. (2020). Creating business models for smart cities: a practical framework. *Public Management Review*, 22(5), 726–745.
24. Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J., & James, P. (2007). Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *Landscape and Urban Planning*, 81(3), 167–178.
25. Wolch, J. R., Byrne, J., & Newell, J. P. (2014). Urban green space, public health, and environmental justice: The challenge of making cities ‘just green enough.’ *Landscape and Urban Planning*, 125, 234–244.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el comportamiento de *Eira barbara* en cautiverio: estudio de caso en el Zoológico Coca Zoo, Provincia de Orellana, Ecuador.

Karina Hurtado Cajamarca¹  Daysi Tixi Montero¹  Gabriela Medina Zurita¹  Joel Monar Nuñez² 

¹ Green Amazon, Research Center, Nueva Loja EC210150, Ecuador

² Universidad Estatal Amazónica, Nueva Loja EC- 210201, Ecuador.

✉ Correspondencia: ga.medinaz2001@gmail.com 📞 + 593 97 949 5978

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83308>

Resumen: El mantenimiento de animales silvestres en cautiverio impone condiciones diferentes a su entorno natural, lo que puede generar estrés, y afectar su bienestar. Actualmente, la información científica sobre enriquecimiento ambiental en *Eira barbara* es limitada, por lo que su estudio contribuye a su conservación ex situ. En el Zoológico Coca Zoo se diseñó y aplicó un programa de enriquecimiento Ambiental (EA) para un espécimen de *Eira barbara*. El objetivo fue evaluar el efecto de diferentes estímulos enriquecedores sobre su repertorio conductual, mediante la comparación de los patrones de comportamiento registrados en las fases pre y post intervención. Previo al EA (4 días), durante el EA (6 días) y posterior a este (4 días), se monitorearon las conductas "locomoción", "descanso", "estereotipia", "alimentación", "autocuidado", "actividad motora" y "estado pasivo". Los comportamientos se filmaron con cámaras de video de 8:00 am a 16:00 pm, registrándose el tiempo empleado en cada conducta mediante el método animal focal. Durante la fase pre-EA se observó una alta frecuencia de conductas anómalas (media = 40,1) y una baja incidencia de conductas naturales, como la exploración (media = 8,6). Durante el EA se observaron cambios conductuales significativos ($p = 0,02$), caracterizados por un incremento en la expresión de conductas exploratorias (media = 20,8) y una reducción parcial, aunque persistente, de las estereotipias (media = 17,7). Los estímulos olfativos (aroma de ratones) y los objetos manipulables (peluches) promovieron con mayor eficacia la expresión de conductas naturales. Se concluye que el enriquecimiento tuvo efectos positivos en la disminución de conductas anormales, pero debe aplicarse con frecuencia, pues la fase post-EA demuestra que las conductas no deseables retornan una vez concluidas las maniobras de enriquecimiento.

Palabras claves: Mustelidae; etología; estereotipias; bienestar animal



Cita: Hurtado Cajamarca, K., Tixi Montero, D., Medina Zurita, G., & Monar Nuñez, J. (2025). Efecto del enriquecimiento ambiental sobre el comportamiento de *Eira barbara* en cautiverio: estudio de caso en el Zoológico Coca Zoo, Provincia de Orellana, Ecuador. Green World Journal, 08(03), 308.
<https://doi.org/10.53313/gwj83308>

Received: 01/August/2025

Accepted: 16/October /2025

Published: 22/October /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Effect of environmental enrichment on the behavior of *Eira barbara* in captivity: case study at Coca Zoo, Orellana Province, Ecuador.

Abstract: Keeping wild animals in captivity imposes conditions that differ from their natural environment, which can cause stress and affect their well-being. Currently, scientific information on environmental enrichment in *Eira barbara* is limited, so this study contributes to its ex situ conservation. At the Coca Zoo, an environmental enrichment (EA) program was designed and implemented for a specimen of *Eira barbara*. The objective was to evaluate the effect of different enriching stimuli on its behavioral repertoire by comparing the behavior patterns recorded in the pre- and post-intervention phases. Prior to the AE (4 days), during the AE (6 days), and after the AE (4 days), the behaviors "locomotion," "rest," "stereotypy," "feeding," "self-care," "motor activity," and "passive state" were monitored. The behaviors were filmed with a video camera from 8:00 a.m. to 4:00 p.m., where the time spent on each behavior was recorded using the focal animal method. During the pre-EA phase, a high frequency of abnormal behaviors (mean = 40.1) and a low incidence of natural behaviors, such as exploration (mean = 8.6), were recorded. During EA, significant behavioral changes were observed ($p = 0.02$), characterized by an increase in the expression of exploratory behaviors (mean = 20.8) and a partial, although persistent, reduction in stereotypies (mean = 17.7). Olfactory stimuli (mouse scent) and manipulable objects (stuffed animals) were most effective in promoting the expression of natural behaviors. It is concluded that enrichment had positive effects in reducing abnormal behaviors, but it must be applied frequently, as the post-EA phase shows that undesirable behaviors return once the enrichment maneuvers are completed.

Keywords: *Mustelidae*; *ethology*; *stereotypies*; *animal welfare*

1. Introducción

Los zoológicos son lugares de gran importancia para la conservación y la educación ambiental [1]. Aunque históricamente fueron concebidos principalmente como espacios recreativos, en la actualidad sus prioridades incluyen la protección de especies en peligro de extinción mediante reproducción en cautiverio, rehabilitación de individuos provenientes del tráfico ilegal de vida silvestre, reintroducción, investigación científica y promoción del bienestar animal [2]. Se estima que existen más de 10.000 zoológicos en todo el mundo, concentrados mayoritariamente en países desarrollados [3]. En Ecuador se han registrado 37 zoológicos ubicados en 14 provincias, siendo Napo, Pastaza y Pichincha los lugares de mayor concentración [4]. De esta manera, es evidente que una gran cantidad de animales están bajo el cuidado humano, los cuales dependen exclusivamente de estas entidades para subsistir [5].

En numerosas ocasiones, la vida en cautiverio que ofrecen los zoológicos resulta insuficiente para cubrir las exigencias conductuales, sociales y espaciales propias de los animales [6]. La carencia de estímulos naturales y espacio adecuado son los factores principales que impactan negativamente su estado físico y emocional [1]. Esto se evidencia de manera particular en especies con conductas complejas, como las migratorias, que biológicamente están condicionadas a desplazarse por largas distancias [7]. Del mismo modo, los depredadores, que dependen de rigurosos procesos físicos y cognitivos para la captura de sus presas [8]. En consecuencia, ciertas especies requieren intervenciones humanas especializadas para mitigar el impacto del confinamiento y preservar una calidad de vida aceptable [9].

En cautividad, el Tayra (*Eira barbara*) muestra una marcada sensibilidad al estrés [10]. Debido a su naturaleza depredadora, requiere estímulos constantes que le permitan expresar su comportamiento de caza y evitar la acumulación excesiva de energía [11]. Además, sus hábitos naturales de forrajeo (Búsqueda de alimentos) y desplazamiento por extensos territorios, precisa de

un entorno amplio, bien estructurado y adaptado a sus necesidades ecológicas [12]. La carencia de tales estímulos, sumada a espacios reducidos y a una gestión inadecuada por parte de personal no especializado, puede derivar en la aparición de comportamientos anormales como las estereotipias [13].

Las estereotipias son conductas repetitivas, que no cumplen ningún propósito funcional inmediato [14]. Surgen ante intentos de los animales para adaptarse al entorno, por frustración, estrés o problemas neurológicos [15]. En individuos de *Eira barbara* se han registrado dos tipos de estereotipias: el desplazamiento de un lugar a otro (*pacing*) [16]. y seguimiento de ruta (*route tracing*), caracterizado por recorridos constantes a lo largo de un mismo itinerario [10]. Estas conductas se intensifican cuando se emplean rutinas rígidas, especialmente en lo referente a la alimentación, como la entrega de alimento en horarios predecibles [17].

El enriquecimiento ambiental es una herramienta clave para disminuir, erradicar o evitar conductas causadas por el estrés de la vida en cautiverio [18]. Se define como el conjunto de técnicas destinadas a modificar el entorno de los animales cautivos, para crear ambientes dinámicos y estimulantes mediante la incorporación de una gran variedad de elementos, como estructuras, aromas, sabores, desafíos y objetos novedosos [19]. Estos programas brindan a los animales la oportunidad de expresar un repertorio conductual amplio, con comportamientos naturales que mejoran su bienestar psicológico y fisiológico [18]. Existen cinco categorías de enriquecimiento ambiental: enriquecimiento social, ocupacional o cognitivo, sensorial, físico y nutricional, los cuales son aplicadas considerando la biología de la especie como hábitos, estructura social, dieta, hábitat y sentidos más desarrollados (vista, tacto, olfato y oído) [20].

En la actualidad, la literatura científica relacionada con el enriquecimiento ambiental en *Eira barbara* es limitada. A pesar de que esta especie presenta una alta susceptibilidad al desarrollo de estereotipias en condiciones de cautiverio, las investigaciones se han enfocado en variables ecológicas y morfológicas, tales como los patrones de actividad en estado silvestre, la distribución geográfica, uso del hábitat y variación fenotípica [21] [22] [23]. En consecuencia, el estudio del EA como herramienta para mitigar alteraciones conductuales ha sido escasamente abordado. Ante esta carencia, resulta necesario fomentar estudios orientados al enriquecimiento ambiental, mediante el análisis temporal y la evaluación sistemática de cada uno de sus componentes, a fin de identificar aquellos que contribuyen efectivamente a la disminución o erradicación de conductas anómalas.

En este contexto, el presente estudio tiene como finalidad evaluar el impacto de un programa de enriquecimiento ambiental sobre los patrones conductuales de *Eira barbara*. Para ello se propone registrar el tiempo de las conductas exhibidas por el espécimen antes, durante y después de la implementación de estímulos enriquecedores. Asimismo, determinar mediante pruebas estadísticas no paramétricas cambios significativos entre elementos enriquecedores y entre fases. Los resultados de este estudio corresponden exclusivamente al individuo evaluado, por lo que no son generalizables a nivel poblacional, no obstante, sirve como base empírica para futuras investigaciones.

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en el zoológico “Coca Zoo” situado en el km 10 de la vía al Auca, parroquia El Dorado, provincia de Orellana. Se localiza en las coordenadas UTM 18M 285944.73E-9944444.02N, a una altitud de 255 m.s.n.m (Figura 1). La zona, presenta un clima tropical cálido-húmedo, con una temperatura promedio anual de 26 °C. El bosque que lo rodea es húmedo tropical de tipo secundario. La precipitación anual oscila entre 2800 y 4500 mm, siendo los meses de mayo y junio los de mayor pluviosidad. Durante el período de investigación, la temperatura osciló entre 28 °C y 31 °C [24]. Este centro de conservación depende de la municipalidad de Orellana y fue creado en el año 2008 con el objetivo de alojar especies rescatadas del tráfico ilegal de fauna silvestre. Cuenta con 50 hectáreas de terreno que acogen alrededor de 50 especies y aproximadamente 270 individuos, entre aves, mamíferos, felinos y reptiles. Alberga especies de gran tamaño como *Tapirus terrestris*, *Hydrochoerus hydrochaeris* y *Tayassu pecari*, y especies pequeñas, como *Brotogeris cyanoptera*, *Ionnis menstruss* y *Plecturocebus discolor* [25].

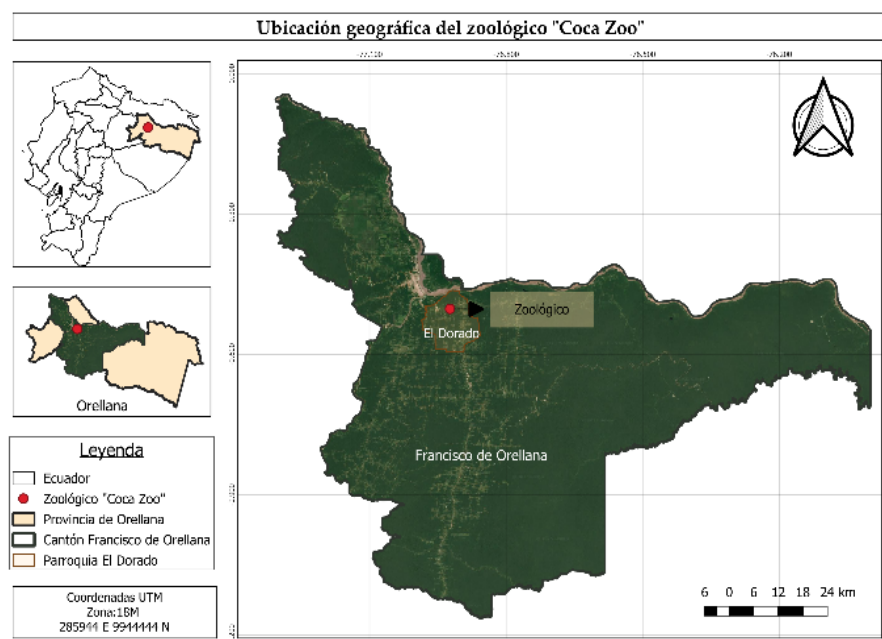


Figura 1 . Ubicación geográfica del Zoológico “Coca Zoo”, Provincia de Orellana.

2.2 Espécimen de estudio y descripción del recinto

El animal objetivo fue un ejemplar macho de *Eira barbara* identificado como “Zeus”, con edad de 7 años 4 meses y peso de 4,5 kg. El individuo ingresó al zoológico en estado neonatal en el año 2018, tras ser rescatado de una vivienda en la ciudad del Coca, Orellana. Se mantiene en un recinto individual porque presenta conductas hostiles hacia otros animales llegando incluso a interacciones que derivaron en eventos de letalidad. Semanas atrás el individuo había sido sometido a pruebas de enriquecimiento sensorial basado en aromas artificiales por parte del personal. Durante el estudio no se evidenciaron ni reportaron signos clínicos de enfermedad o dolor (Figura 2). El ejemplar se aloja en un recinto construido sobre un terreno con pendiente que posee dos espacios conectados entre sí. El primero corresponde al área de alimentación, tiene piso de cemento y mide 2,65 m de ancho x 1,9 m de largo x 1,85 m de alto. En este lugar dispone de una tina de agua y alimentos frescos una vez al día. El segundo es el área semidespejada, tiene piso de tierra y techo que cubre hasta la mitad. Mide 8 m de ancho x 8,8 m de largo x 4,1 m de alto, allí cuenta con vegetación y troncos (Figura 2).

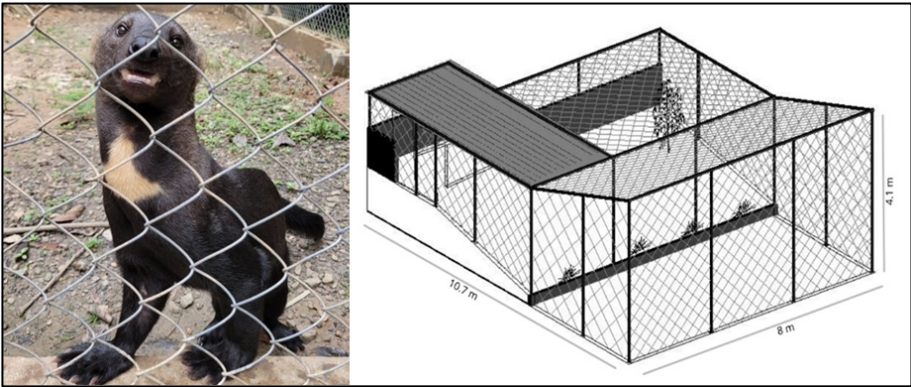


Figura 2. Ejemplar macho *Eira Barbara* residente del Zoológico Coca Zoo y diseño de su recinto

2.3 Diseño Experimental

La investigación se llevó a cabo en tres fases: pre-enriquecimiento, por 4 días, donde se evaluó el comportamiento del animal sin enriquecimiento; enriquecimiento, por 6 días, en el cual se incorporó una variedad de elementos enriquecedores de acuerdo al protocolo establecido (Tabla 1); y, finalmente, una fase de post-enriquecimiento, por 4 días, con el objetivo de observar cambios o similitudes en los patrones conductuales del animal luego de aplicar el enriquecimiento [26]. Se consideraron los días de mayor y menor afluencia de visitantes, para obtener un rango representativo de condiciones de observaciones.

Cada fase de estudio se desarrolló en un intervalo comprendido entre 8:00 y 16:00 h, segmentado en cuatro periodos de observación de dos horas cada uno (8:00–10:00, 10:00–12:00, 12:00–14:00 y 14:00–16:00) [26] (Tabla 1). Esto acumuló un registro de 32 h para la etapa preliminar, 48 h de enriquecimiento y 32 h para la fase posterior. Es importante señalar, que el horario fue seleccionado por los hábitos diurnos de *Eira barbara*, con picos de actividad elevados de 8:00 a 16:00 [27]. Las observaciones se realizaron utilizando dos cámaras de video dispuestas en lugares estratégicos fuera del recinto. La primera estaba ubicada en el área de alimentación y la segunda en la parte baja del área semidespejada, lo cual permitió tener una vista completa de la actividad en el recinto. Es fundamental resaltar que no fue posible ubicar los dispositivos cerca de la malla o dentro del recinto debido al interés generado por el animal, lo que interferiría en los resultados.

Tabla 1. Protocolo de Enriquecimiento en *Eira barbara*

Día	Periodo 1 8-10 h	Periodo 2 10-12 h	Periodo 3 12-14 h	Periodo 4 14-16 h
1	Esencia de Jazmín	Comida en el plato	Peluches	Acondicionamiento
2	Caja con comida	Olor de ratones	Comida oculta	Hamaca
3	Hojarasca	Comida colgada	Hierba luisa y canela	Caña con comida
4	Comida oculta	Hamaca	Comida en plato	Esencia de Jazmín
5	Olor de ratones	Acondicionamiento	Peluches	Caja con comida

6	Comida colgada	Hojarasca	Caña con comida	Hierba luisa y canela
---	----------------	-----------	-----------------	-----------------------

2.4 Variables y análisis

Este estudio emplea un enfoque cuantitativo cuasiexperimental bajo un diseño de caso único (DCU), observacional con intervención parcial. El método cuasiexperimental manipula una variable independiente sin la asignación aleatoria del sujeto de estudio [28]. En este caso el tipo de enriquecimiento es la variable independiente y las conductas observadas en *Eira barbara* la variable dependiente (Tabla 2). Se realizó un muestreo focal de conductas mediante registro continuo del tiempo. Este método garantiza valores detallados y continuos del repertorio conductual de espécimen estudiado [29]. Además, para evaluar si las conductas expresadas por el individuo son producto de la interacción con el EA, se tomó la frecuencia de interacción con los distintos EA. Los valores de tiempo y frecuencia de interacción con el EA obtenidos mediante las grabaciones de video se registraron por periodos en plantillas de Microsoft Excel. Se calculó la prevalencia para cada conducta en las tres fases analizadas. Además, se empleó análisis estadísticos no paramétricos Kruskal-Wallis/Mann Whitney pairwise entre enriquecimientos, y Friedman test/ Wilcoxon pairwise para evaluar cambios entre fases. Finalmente se calculó el porcentaje de cambio para determinar la cantidad de cambio en la fase EA y post-EA.

Tabla 2. Comportamientos evaluados en *Eira barbara*

Conducta	Descripción
Locomoción (Loc)	Se desplaza de un lugar a otro con un fin determinado (caminar, correr, saltar y trepar)
Descanso (Des)	Se encuentra decúbito dorsal, esternal o lateral, manteniendo la vigilancia al entorno, relajado o dormido.
Estereotipia (Est)	El animal camina de un lado a otro sin un propósito aparente o sigue la misma ruta por un periodo de tiempo
Exploración (Exp)	Olfatea algo o los alrededores mientras está quieto o caminando; morder o lamer objetos.
Alimentación (Ali)	Se alimenta, transporta, busca y esconde el alimento
Autocuidado (Aut)	El animal se sacude, rasca, acicala y frota sobre objetos
Actividad Motora (Acm)	Juega consigo mismo o con objetos del entorno, realiza movimientos de caza simulada
Estado pasivo (Est)	Se encuentra parado o sentado, inmóvil, pero con movimientos oculares y de cabeza hacia su alrededor

3. Resultados y Discusión

3.1 Pre-enriquecimiento

Durante la fase pre-enriquecimiento se registró valores relativamente altos en conductas anormales y bajos en conductas normales. Las “estereotipia” (media = 40,1 ± 5,5) fue más intensa que conductas deseables como la “exploración” (media = 8,6 ± 2,1). La “locomoción” (media = 18,7

$\pm 2,1$) fue superior al “descanso” (media= 15 $\pm 6,5$), mientras que “alimentación” (media=3,4 $\pm 0,5$) presentó un valor relativamente bajo a “estado pasivo” (media=4,9 $\pm 0,3$). Otras conductas que indican bienestar como “autocuidado” (media=0,1 $\pm 0,5$) y “actividad motora” (media=0,02 $\pm 0,05$) fueron escasamente observados (Figura 3).

La conducta “estereotipia” presentó la mayor proporción de tiempo en el presupuesto conductual de *Eira barbara*, evidenciando un patrón de actividad repetitivo y poco flexible. En contraste, la conducta “exploración” mostró valores mínimos, lo que sugiere una limitada expresión de comportamientos naturales. Este perfil conductual es indicativo de un compromiso en el bienestar, al asociarse con estados de estrés o ambientes poco estimulantes [30]. Por su parte, el tiempo dedicado al “descanso” fue bajo en comparación al registrado en otro estudio, en donde en un intervalo de 12 horas de observación (8:00–20:00) registraron 28,8 % (3,5 h) de inactividad, indicando un bajo nivel de bienestar [10]. La categoría inactividad incluyó a la conducta “estado pasivo”, el cual en la presente investigación fue evaluado de manera independiente, pero bajo los mismos criterios. Es así que inactividad en nuestro estudio registró 19,9 % (1,59 h), un valor considerablemente favorable, pues indica niveles altos de actividad, aunque no necesariamente conductas de actividad beneficiosas (Figura 3).

La “alimentación” presentó una baja proporción temporal. Sin embargo, este valor no necesariamente refleja una ingesta inadecuada, sino que sugiere una limitada inversión del tiempo en su búsqueda, principalmente por el fácil acceso que tienen al mismo [31]. En este caso era entregado en una sola ocasión y en el mismo horario. **Un horario predecible de alimentación, más un recinto con escasos estímulos, provoca en *Eira barbara* una mayor intensidad de conductas anormales** [11]. Por otra parte, conductas como “actividad motora” y “autocuidado” se presentaron con menor frecuencia, lo cual se relaciona con el elevado tiempo dedicado a conductas anormales y escasos de estímulos que incentiven conductas de caza o juego (Figura 3).

3.2 Enriquecimiento

Durante la fase enriquecimiento se registró valores altos para conductas normales y bajos en conductas anormales. El “descanso” (media= 21 $\pm 4,9$), la “exploración” (media =20,8 ± 2) y “locomoción” (media = 20 $\pm 2,6$) presentaron valores notablemente similares entre sí, pero altos en comparación con “estereotipia” (media=17,7 $\pm 6,6$). El “estado pasivo” (media=9 $\pm 0,78$) fue superior a “alimentación” (media=5,37 $\pm 1,19$). Mientras que conductas indicadoras de bienestar, “autocuidado” (media=3 $\pm 0,8$) y “actividad motora” (media=0,9 $\pm 1,3$) fueron observados con más regularidad (Figura 3).

En esta fase se obtuvo similitud en las conductas “exploración”, “locomoción” y “descanso”, lo cual demuestra un equilibrio entre las conductas naturales que fueron más frecuentes. Las conductas distribuidas equitativamente indican una correlación positiva con indicadores de bienestar como la reducción de estereotipias [32]. Durante esta etapa las estereotipias fueron inferiores a las conductas antes mencionadas. El tiempo empleado para la “alimentación”, alcanzó un valor máximo durante la entrega de comida oculta. Este elemento enriquecedor ya ha sido probado con otros animales como primates y felinos con respuestas igualmente favorables [33] [34]. El hecho de no entregarles la

comida directamente provocaba que el animal invierta más tiempo en su búsqueda como en este caso cuando se les entrego en pequeñas fracciones envueltos en hojas (Tabla 3).

Los valores registrados en “autocuidado” y “actividad motora” muestran que algunos de los enriquecimientos resultaron favorables para el incremento de su expresión. El elemento enriquecedor esencia de Jazmín motivo conductas de frote con mayor frecuencia y los peluches que provoco conductas de juego más constantes. Este último evidencia resultados favorables para los animales en cautiverio por lo que su aplicación es altamente recomendada [35]. Se observó cambios sustanciales a nivel de conducta en todos los periodos. La “estereotipia” fue baja en todos los intervalos de observación, llegando incluso a desaparecer durante una ocasión. El valor máximo fue de 26,3 % y ocurrió en el periodo de entrega de comida oculta. Mientras que la “exploración” fue alta, superando en algunos casos a los comportamientos anormales. El valor máximo fue de 34,4% y se obtuvo con la presencia de aroma de ratones. Dado que los roedores forman parte de su dieta en estado salvaje [36] fomenta conductas naturales como exploración, olfateo y rascado (Tabla 3).

Tabla 3. Prevalencia por periodos de las conductas empleadas por *Eira barbata* durante la fase de enriquecimiento

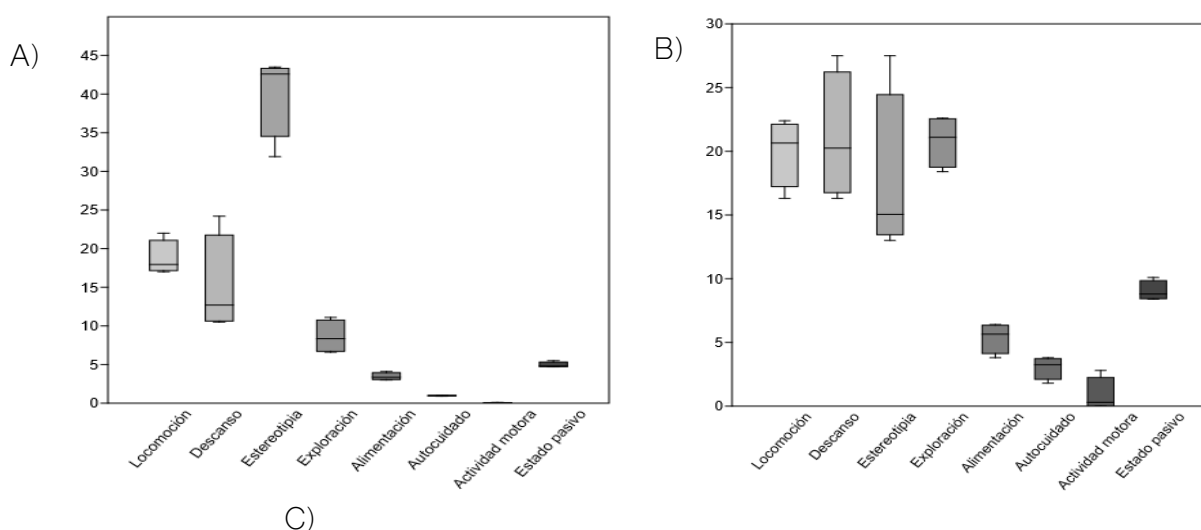
Dia	P	Tipo enriquecimiento	Conducta							
			Loc	Des	Est	Exp	Ali	Aut	Acm	Esp
1	1	Esencia de Jazmín	30,3	4,10	18,7	25,9	0,0	3,9	1,3	7,4
	2	Comida en el plato	24,9	20,1	19,1	13,1	5,5	1,5	0,0	7,5
	3	Peluches	19,6	9,60	12,8	31,6	0,0	1,5	7,9	9
	4	Acondicionamiento	16,6	25,4	13,5	15,6	12,9	1,1	0,0	7,2
2	1	Caja con comida	15,2	27,7	12,5	14,8	9,1	1,9	1,5	9,1
	2	Olor de ratones	15,2	24,0	11,3	34,4	0,0	1,3	0,0	5,8
	3	Comida oculta	16,7	0,00	20,5	18,9	21,8	3,5	3,1	7,3
	4	Hamaca	13,8	37,8	23,3	10,9	0,0	0,8	0,0	5,3
3	1	Hojarasca	21,9	18,0	21,1	21,5	0,0	1,8	0,0	7,30
	2	Comida colgada	24,9	7,20	19,8	20,4	5,1	1,4	0,0	12,9
	3	Hierba luisa y	13,7	44,1	8,10	13,7	0,0	1,0	0,4	11,5
	4	Canela	21,5	18,7	10,1	26,3	1,6	1,4	0,0	12,2
4	1	Caña con comida								
	1	Comida oculta	25,5	1,90	26,3	19,4	8,3	1,4	0,0	9,0
	2	Hamaca	20,7	27,4	16,6	15,9	0,0	1,5	0,0	9,7
	3	Comida en el plato	20,0	29,1	13,8	16,6	2,7	1,3	0,0	8,3
5	4	Esencia de Jazmín	23,0	18,3	11,7	21,2	1,0	3,1	0,0	13,4
	1	Olor de ratones	17,2	33,7	1,8	28,5	0,0	2,2	0,0	8,5
	2	Acondicionamiento	25,2	2,50	16,4	26,9	10,5	0,9	0,0	9,5
	3	Peluches	10,4	48,2	0,00	19,6	0,0	1,7	5,1	6,7
6	4	Caja con comida	23,2	25,0	13,9	14,6	0,0	1,7	0,0	13,3
	1	Comida colgada	17,9	22,9	8,50	25,5	5,0	1,6	0,9	9,7
	2	Hojarasca	23,3	16,9	16,5	24,0	0,0	2,0	0,0	9,1
	3	Caña con comida	17,5	33,8	22,6	10,0	0,0	1,0	0,0	7,5
6	4	Hierba luisa y	21,9	9,60	19,4	30,1	0,0	1,2	0,0	9,6
		Canela								

3.3 Post-Enriquecimiento

Durante la fase post-enriquecimiento se registró valores relativamente altos para la conducta “descanso” (media= 28,5 $\pm$ 5,8). La “estereotipia” (media = 19,9 $\pm$ 4) y “locomoción” (media = 18,3 $\pm$ 2,1) presentaron valores cercanos pero superiores a la “exploración” (media=11,2 $\pm$ 1,5). Por su parte, la “alimentación” (media=4,9 $\pm$ 0,9) fue inferior a estado pasivo” (media=7,9 $\pm$ 1,1). Otras conductas que indican bienestar como “autocuidado” (media=1,35 $\pm$ 1,3) y “actividad motora” (media=0,23 $\pm$ 0,1) fueron observadas con menor prevalencia. (Figura 3).

Se observó que la conducta “descanso” presentó la mayor proporción de tiempo en el presupuesto conductual de *Eira barbara*, evidenciando un mayor nivel de inactividad. La inactividad excesiva también es un indicador de bajo nivel de bienestar cuando no está asociado a una conducta natural de la especie [37]. Aunque se desconoce el tiempo exacto de descanso de *Eira barbara* en estado salvaje se estima que esta entre 12 a 14 horas, dependiendo las condiciones a las que se encuentran expuestos [21]. En mustélidos como los hurones se ha registrado inactividad de alrededor de 12 a 18 horas en estado de cautiverio. En este caso la inactividad total (“descanso” y “estado pasivo”) fue de 36, 4% (2,9 h), un valor más elevado al reportado en otro estudio de 28,8% (3,5h) en un periodo de 12 horas de observación [10].

La conducta “estereotipia” mostró valores más altos que conductas normales como “exploración”, lo que sugiere una frecuente expresión de comportamientos anormales. El tiempo destinado a la “alimentación” fue bajo, sin embargo, esto está directamente relacionado con la forma de entregar el alimento. En el caso de días que se alimenta con frutas el tiempo es más corto que cuando se alimenta de carne [38]. En este caso la alimentación fue variada pero entregado en el mismo horario. El “autocuidado” y “actividad motora” se registraron en menor frecuencia, no obstante, en esta fase aparecieron conductas antes no registradas como juego dirigido a plantas, hojas secas, y consigo mismo al seguir su cola. El comportamiento de seguir su cola solo se evidenció durante el último periodo, ante la ausencia humana.



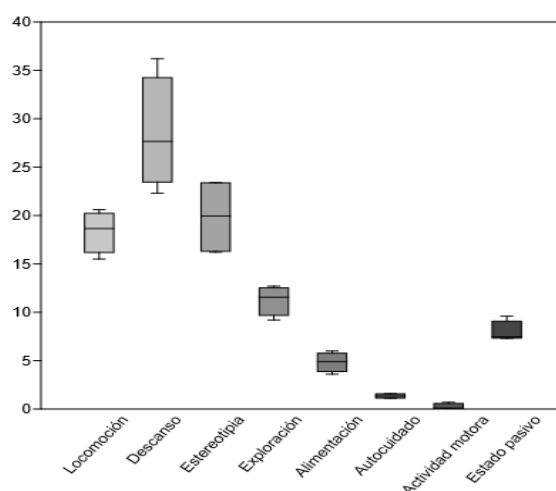


Figura 3. Prevalencia de las conductas de *Eira barbara* en las tres fases evaluadas A) Pre-enriquecimiento B) enriquecimiento y C) post-enriquecimiento

3.4 Efectividad entre enriquecimientos

El análisis estadístico de Kruskal-Wallis ($p=0,01$) demostró diferencias significativas en la interacción de *Eira barbara*, frente a los distintos elementos de EA evaluado. La interacción con el aroma de ratones (media= $8,6\pm 2,1$) fue mayor a todos los demás elementos enriquecedores. Seguidamente, acondicionamiento (media= $3,2\pm 0,6$), peluches (media= $2,8\pm 0,9$), caja con comida (media= $2,70\pm 0,8$) y hojarasca (media= $2,67\pm 1$). Por el contrario, comida en el plato (media= $1,2\pm 0,5$), hamaca (media= $0,2\pm 0,3$) y caña con comida (media= $0,6\pm 0,8$) muestran los valores más bajos (Figura 4).

Las diferencias observadas indican que el estímulo olfativo correspondiente a aroma de ratones fue el que generó mayor interés en el individuo estudiado. Esto debido a que presenta la mediana más alta y el rango intercuartílico más amplio, que el resto de enriquecimientos. Asimismo, comida en caja y hojarasca igualmente muestran medianas elevadas con una amplia dispersión. Por el contrario, hamaca y caña con comida muestran la frecuencia más baja, con poca o nula dispersión de datos lo que refleja que no fueron efectivos para *Eira barbara* pues la interacción fue extremadamente baja. Los peluches presentan una mediana moderada con un rango amplio, lo que refleja interacción intensa en unas ocasiones más que en otras, mientras que el acondicionamiento muestra una mediana alta y un rango intercuartílico estrecho, lo que sugiere interacción frecuente pero similar en los periodos. La esencia de jasmín y comida colgada muestran frecuencias moderadas, pero con variabilidad entre periodos. La hierba luisa/canela y comida en el plato demuestran baja frecuencia de interacción y con poca dispersión de datos. Finalmente, destacó la importancia de la hojarasca dentro del recinto como elemento enriquecedor. A pesar de su simplicidad, las hojas secas incentivaron significativamente la conducta "exploración", probablemente por los aromas presentes que despertaban el interés del individuo, lo que se evidenció en comportamientos como rascar, olfatear y revolcarse sobre ellas (Figura 4).

La prueba Mann-Whitney permitió determinar cambios estadísticamente significativos entre enriquecimientos. El estímulo aroma de ratones fue diferente de esencia de Jazmín ($p=0,04$), comida en el plato, ($p=0,03$), comida oculta ($p=0,03$), hamaca ($p=0,02$), comida colgada ($p=0,03$), caña con comida ($p=0,02$) y hierba luisa/canela ($p=0,03$). El acondicionamiento difirió del EA comida en plato($p=0,02$), comida oculta($p=0,02$), hamaca ($p=0,02$), comida colgada($p=0,04$), caña con comida ($p=0,02$) y hierba luisa/canela ($p=0,03$). Los elementos peluches, caja con comida y hojarasca mostraron diferencias únicamente frente al EA basado en caña con comida ($p=0,02$) y hamaca ($p=0,02$). Finalmente, el elemento caña con comida presentó diferencias estadísticamente significativas en la expresión conductual en comparación con los demás elementos de enriquecimiento evaluados, con excepción de los tratamientos comida en el plato ($p = 0,13$) y hamaca ($p = 0,07$), donde no se evidenció una diferencia significativa ($p > 0,05$).

El estímulo aroma de ratones presentó contrastes notablemente diferentes con la mayoría de los enriquecimientos: exceptuando los EA basados en peluches, acondicionamiento, caja con comida y hojarasca. El acondicionamiento difirió del EA comida en plato, comida oculta, hamaca, comida colgada, caña con comida y hierba luisa/canela. Finalmente, los elementos peluches, caja con comida y hojarasca mostraron diferencias. Por otro lado, al evaluar el porcentaje de interacción con los distintos EA se evidencia que en algunos periodos las conductas expresadas por *Eira barbara* no son resultado del enriquecimiento como es el caso del elemento hamaca y caña con comida. Se esperaba que el elemento enriquecedor tipo hamaca fomentara conductas lúdicas (juego o destrucción) en el individuo, pero no se evidencio dichos comportamientos. Por el contrario, durante este periodo se obtuvo uno de los valores más altos para “estereotipia” y los valores más bajos para “exploración” (Tabla 4). De la misma manera, se esperaba que la caña con comida dentro aumentara el tiempo dedicado a la alimentación al tener que esforzarse por sacar la comida, sin embargo, en este individuo de *Eira barbara* se evidenció una baja motivación hacia la actividad propuesta.

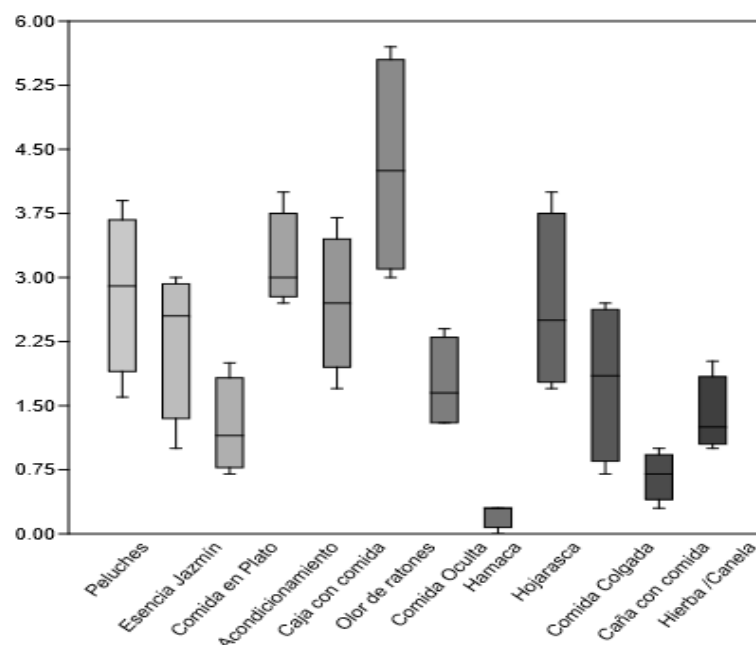


Figura 4. Frecuencia de interacción de *Eira barbara* con los elementos enriquecedores

3.5 Comparación del comportamiento de *Eira barbara* antes, durante y después del enriquecimiento ambiental

El análisis estadístico mediante la prueba de Friedman evidencio diferencias significativas ($p=0,0002$) entre las fases evaluadas. La prueba de Wilcoxon pareada, permitió identificar que las fases Pre-EA y EA tuvieron un valor de significancia de $p=0,02$ y la fase EA y post-EA un valor de $p=0,17$. El diagrama de barras (Bar chart), muestras medias similares entre rango de 11 y 12, mientras que la desviación estándar es amplia en el pre-EA, moderada la fase posterior y estrecha en el EA. (Figura 7). La desviación estándar (líneas del centro) indican que tan dispersos están los datos respecto a la media [39]. En la fase pre-EA se observa una línea amplia que indica que los datos estuvieron altamente dispersos, es decir que había valores muy pequeños o muy grandes. En este caso los valores altos correspondían a las estereotipias y los bajos a las conductas lúdicas. En la fase de enriquecimiento se observa que los datos están más concentrados sobre la media, sin la dominancia de una conducta en específico, lo cual refleja que todas las conductas se expresaron en proporciones relativamente equilibradas. Finalmente, la fase post-EA muestra una desviación estándar intermedia entre todas las fases, siendo así inferior a la fase Pre-EA pero superior al EA. Este resultado indica que alguna conducta estuvo expresándose en mayor medida que otras. Si se tratara de una mayor expresión de conductas exploratorias sería favorable, sin embargo, en este caso se trató de la mayor expresión de la conducta “descanso”.

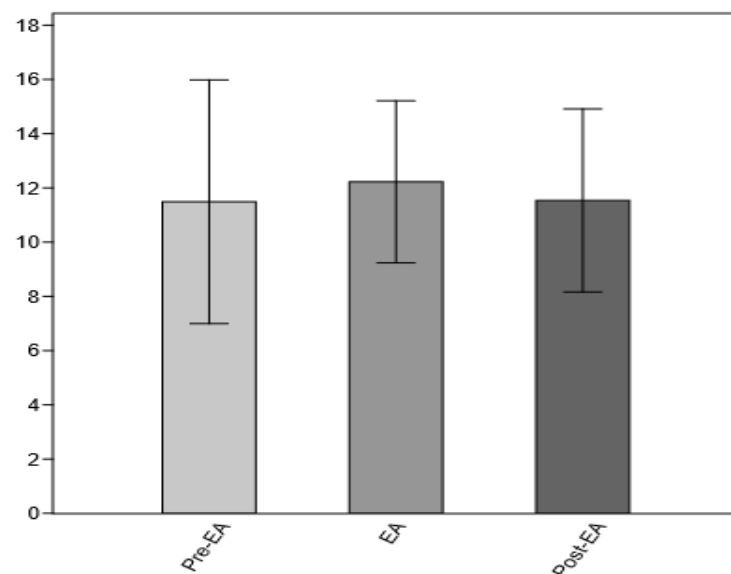


Figura 5. Comparación de las tres fases de enriquecimiento ambiental

Por otro lado, el porcentaje de cambio de cada conducta en la fase de EA y post-EA demostró que la conducta “actividad motora” tuvo la variación más significativa. Esta conducta aumentó 1300% durante la fase de enriquecimiento y luego descendió 300% durante la fase posterior. Seguidamente, “exploración” que aumento 141,9% en el EA y disminuyo 63,8 % en el post-EA. La alimentación era baja durante la primera fase y aumentó 71,4% en el EA, luego disminuyó 25 %. Así mismo se evidenció un aumento de la conducta “autocuidado” y “descanso” con 70% y 40,7% respectivamente. Por el contrario, la “estereotipia” que disminuyó 62% en la fase enriquecimiento, incrementó 25,1% en la siguiente fase. El “estado pasivo” aumentó 83,7% en el EA pero disminuyó

en el post-EA. Finalmente, la “locomoción” presentó constancia en la fase pues tan solo aumentó 7% en el EA y se redujo 8,7 en el post-EA. (Figura 6).

El cambio de “actividad motora” en la fase de enriquecimiento es evidente. Los estímulos colocados fueron efectivos en la expresión de conductas lúdicas, lo cual indica que el animal tuvo un estado psicológico positivo [10] y, aunque disminuyó en la fase posterior, se evidencia que continuó formando parte de su repertorio conductual. El incremento de la “exploración” durante el EA también es un indicador de bienestar, *Eira barbara* presenta un elevado nivel de actividad exploratoria en estado natural. Así los elevados niveles de esta conducta son lo óptimo [29]. Por otro lado, el “estado pasivo” también considerado como calma o inactividad aumentó notablemente durante el EA. En este estado el animal se encontraba sentado o parado mirando su entorno, lo cual en algunos felinos indica bajos niveles de bienestar, cuando prevalencia es elevada. Sin embargo, nuestro estudio esta conducta representó una fracción pequeña del total de conducta. El tiempo dedicado a la “alimentación”, “autocuidado” aumentaron en un mismo porcentaje y disminuyeron en igual medida. Mientras que la “estereotipia”, la conducta más prevalente durante la evaluar de la línea base, bajo considerablemente durante el EA demostrando así, que la incorporación de estímulos son un factor vital para que los animales en cautiverio expresen un repertorio conductual más amplio (Figura 6).

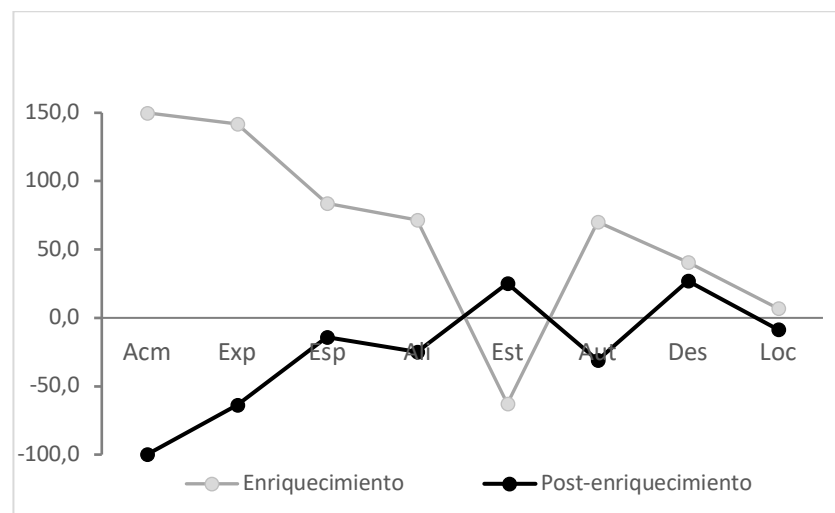


Figura 6. Porcentaje de cambio conductual en la fase de enriquecimiento y post-enriquecimiento.

4. Conclusión

En la fase pre-EA *Eira barbara* presentó un patrón conductual dominado por estereotipias y una baja expresión de conductas naturales como “exploración” y “actividad motora”, lo que evidencia un compromiso en su bienestar. La escasa variabilidad conductual y la limitada interacción con el entorno sugieren condiciones ambientales poco estimulantes que favorecen la aparición de comportamientos anormales. Durante la fase de enriquecimiento, el ejemplar mostró un aumento notable en la expresión de conductas naturales y una disminución de las estereotipias, evidenciando una mejora en su bienestar. La distribución equilibrada de conductas como “exploración”,

“locomoción” y “descanso”, junto con la aparición de comportamientos de “autocuidado” y juego, indica una respuesta positiva a los estímulos enriquecedores aplicados. En la fase post-EA se observó una reaparición de conductas anormales, aunque en menor prevalencia en comparación a la fase pre-EA.

Los elementos de enriquecimiento ambiental que generaron una mayor frecuencia de interacción fueron el estímulo olfativo mediante aroma de roedores, los objetos manipulables tipo peluche, acondicionamiento y hojarasca. En contraste los elementos de baja interacción fueron la caña con alimento y la hamaca, los cuales presentaron una menor relevancia funcional dentro del programa de enriquecimiento aplicado. Finalmente, los análisis estadísticos demostraron diferencias significativas entre la fase pre-EA y enriquecimiento ($p=0,02$) pero no en la fase EA y post-EA ($p=0,12$). Los resultados obtenidos en estos estudios sustentan la necesidad de implementar programas de enriquecimiento ambiental de carácter continuo, con el propósito de garantizar condiciones óptimas de bienestar para las especies que viven en condiciones de cautividad.

Contribución de autores: Idea y conceptualización, J.M.N.; metodología, J.M.N.; validación, J.M.N.; investigación, J.M.N.; redacción, J.M.N.; revisión, J.M.N.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Duarte, R.H. Vida y muerte en los zoológicos, *J. Soc. Technol. Environ. Sci.* **2021**, 10, 168–186.
2. Lara, M; Sanchez, G. Historia de los zoológicos:El zoológico y su exhibición. *Estud. Ambient.* **2021** 2, 19–24.
3. López, Á; Venegas, G.The intersections of tourism geography and animal geography within the field of post-humanist ethics', *Cuadernos de Geografía: Rev. Colomb.Geogr.* **2021**, 30(1), 86–105.
4. Jimenez, M. Abastecimiento de comida en los zoológicos está garantizado. **2019**, El telegrafo. <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/6/abastecimiento-comida-zoologicos-alimentos>.
5. Barrientos, J ;Mosquera, L. Evaluacion del diseño de experiencias en el zoologico de cali. **2019** Universidad ICESI.
6. Esteban, J ; Martell, A. El futuro de los zoológicos del siglo XXI. Una propuesta para tiempos de extinción. **2019**. *Ludus Vitalis*, 27, 73–100.
7. Yáñez, A; Mota, D; Ramírez, R. Enriquecimiento ambiental en animales de granja y

- zoológicos. **2018**. BM Editores
8. Aldunate, A. Revisión bibliográfica factores que dan inicio a estereotipias y posibles soluciones en animales de zoológicos. **2016**. Universidad Mayor Santiago Chile.
 9. Cannon, T; Heistermann, M; Hankison, S, Hockings, K; McLennan, M. Tailored Enrichment Strategies and Stereotypic Behavior in Captive Individually Housed Macaques (*Macaca* spp.). **2016**. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 19(2), 171–182
 10. Beltrán, A ; Bernal, D. Impact of diet and environmental enrichment management in stereotyped behaviours: a case study in tayra *Eira barbara*. **2024**. *J.Zoo. Aquar. Res*, 12(1), pp. 49–55
 11. Panizzon, P; Azevedo, F. Estudio del comportamiento de *Eira barbara* (Carnivora: Mustelidae) en cautiverio. **2016**. *Rev. Interdiscip. Cienc. Appl.*, 4(8), 23–30.
 12. Pereira, R ;Oliveira, M. Etograma de *Eira Barbara* (Carnivora : Mustelidae) en cautiverio. **2010**. *Rev. Etol.* 9(1), 45–57.
 13. Galindo, F; Orihuela, T; Ungerfeld, M. Etología aplicada: fundamento científico del comportamiento y bienestar animal. **2024**. Facultad de México.
 14. Béltran, C. Práctica en la fundación zoológico santacruz: establecimiento de un plan de manejo para la reducción de estereotipias en individuo de *Eira Barbara*. **2020**. Bogota. Universidad Nacional de Colombia.
 15. Calapai, A; Pfefferle, D; Cassidy, L; Nazari, A; Yurt, P; Brockhausen, R; Treue, S. A Touchscreen-Based, Multiple-Choice Approach to Cognitive Enrichment of Captive Rhesus Macaques (*Macaca mulatta*). **2023**. *Animals*. 13,17
 16. Quintanilla Arauco, J. Efectos del enriquecimiento ambiental en el comportamiento del ucate: *Eira barbara* (Mustelidae) en el jardín zoológico de la Unsaac – Cusco. **2015**. Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 1. 1–169.
 17. Coutinho, P. Enriquecimiento alimentar e cognitivo para o bem-estar em cativerio. **2012**. (Tesis) Universidade Federal do Pará.
 18. Salas, M; Manteca, X; Abáigar,T; Delclaux, M; Enseñat, A; Martinez, C. Using Farm Animal Welfare Protocols as a Base to Assess the Welfare of Wild Animals in Captivity—Case Study: Dorcas Gazelles (*Gazella dorcas*). **2018**. *Animals*, 8(7), 111.
 19. Tallo, O; Manteca, X. Applying behavior-analytic methodology to the science and practice of environmental enrichment in zoos and aquariums. **2020**. *Zoo Biology*, 36. 175–185.
 20. Enzo, R. Perrunos y gatunos: Comportamiento, bienestar y tenencia responsable. **2024**.

Edited by BRUGUERA.

21. Villafaña, A. Identificación individual de Eira barbara y patrones de actividad en poblaciones de vida libre a lo largo de su distribución. **2019**. Universidad Autonoma de Queretario.
22. Morales, J. Registros de los Tayra (Eira barbara Linneanus 1758) en el estado de Hidalgo, México. **2016**. Rev. Mex. Mastoz. (Nueva Época) .
23. Grotta-Neto; Mello, MC; Mello, RC; Bernardi, IP; Carrano, E; Passos, FC . El rol de la tayra (Eira barbara) como depredadora de mamíferos medianos y grandes. **2021**. *Ecología Austral* , 46 (2), 329–333.
24. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Acuerdo Ministerial Nro. MAATE–2023–130: Requisitos y procedimiento para el reconocimiento, registro y reporte de Otras Medidas Eficaces de Conservación Basadas en Áreas (OMEC). **2023**.
25. GoRaymi. Coca Zoo, International TouristicPlatform S.A. **2024**. Available at: <https://www.goraymi.com/es-ec/orellana/francisco-de-orellana/observacion-fauna/coca-zoo-al0qyy0vp>.
26. Sciabarrasi, A; Garcia, M; Rodriguez, A; Perez, G. Influencia del enriquecimiento ambiental en las conductas de Felis catus, Leopardus geoffroy y Puma yaguarundi. **2020**. *Revista Colombiana de Ciencia Animal – RECIA*, 12(2), 778.
27. Wolfensohn, S; Shotton, J; Bowley, H; Davies, S; Thompson, S; Justice, W.S. Assessment of welfare in zoo animals: Towards optimum quality of life. **2018**. *Animals*, 8(7), 110.
28. Ramos, C. Diseños de investigación experimental. **2021**. *Ciencia América*, 10(1). 1–7.
29. Maza, V.A. Elaboración de una etograma de hembras reproductoras de cobayos (caviaporcellus) en un sistema de producción en jaula, mediante el uso de un registro focal continuo (Tesis). **2019**. Universidad Central del Ecuador.
30. Coleman, K.; Novak, M. Environmental enrichment in the 21st century. **2017**. *ILAR Journal*, 58(2): 295–307.
31. Binding, S; Farmer, H; Krusin, L. Status of animal welfare research in zoos and aquariums: Where are we, where to next?. **2020**. *J. Zoo. Aquar.* 8(3):174.
32. Vicino, M; Lauderdale, S.. Behavioral Diversity as a Potential Indicator of Positive. **2020**. Animal Welfare. *Animals (MPDI)*
33. Costa, R; Sousa, C; Llorente, M. Assessment of environmental enrichment for different primate species under low budget: A case study. **2018**. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 21(2):185–

- 199.
34. Albanese, V; Kuan, M; Accorsi, P; Berardi, R; Marliani, G. Evaluation of an enrichment programme for a colony of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) in a rescue centre .**2021**. *Primates*, 62(4), 585–593
35. Hunt, R; Whiteside, H; Prankel, S. Effects of Environmental Enrichment on Dog Behaviour: Pilot study. **2022**. *Animals*
36. Rodríguez, J; Bohórquez, J; Raigoza, O; Clavijo, A. Evento de depredación de Venado Soche (*Mazama rufina*, Pucheran, 1851) por Taira (*Eira barbara* Linnaeus, 1758) en el Parque Nacional Natural Chingaza, Colombia. **2020**. *Mammalogy Notes*, 6(2), 169–169.
37. Boccacino, D; Marques, C; Ferraz, E; Tadeu, R. Effects of environmental enrichments on the behaviors of four captive jaguars: Individuality matters. **2018**. *Oecol Aust.* 22(1): 63–73.
38. Rodrigues, M; Machado, D; Brambatti, M; Guzzo, G. Evaluación de los efectos de técnicas de enriquecimiento ambiental para tayras (*Eira barbara* Linnaeus, 1758) mantenidas en cautiverio. **2024**. *Rev. Inter. Ciên. Aplic*, 8 (13), 1–8.
39. Espejo, M. R. Estimación de la desviación estándar. **2017**. *Estadística española*, 59(192), 37-44.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en sectores del río Dureno con diferentes niveles de alteración.

Dávila Ulloa, Maricarmen¹  Dahua Gualinga, Ruth Dayra¹  Conforme Garcia, Mariana Magdalena¹ 

¹ Universidad Estatal Amazónica, Puyo EC- 210201, Ecuador.

✉ Correspondencia: m.davilau@uea.edu.ec ☎ + 593 97 949 5978

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83309>

Resumen: Este estudio situó la evaluación de la diversidad de macroinvertebrados del río Dureno en el contexto de la creciente presión antrópica sobre los sistemas fluviales tropicales y tuvo como propósito estimar la composición y la capacidad diagnóstica de la comunidad para discriminar sectores con diferente alteración. Se aplicó un diseño observacional comparativo con muestreo multihábitat en época de estiaje, preservación de las muestras e identificación en laboratorio principalmente a nivel de familia y orden, seguido de análisis descriptivos de abundancia y diversidad y contrastes con índices bióticos regionalizados. Los principales hallazgos mostraron un ensamble fuertemente asimétrico: a nivel de familia se contaron doscientos cincuenta y ocho individuos con dominio de Notonectidae, Leptophlebiidae, Chironomidae y Glossiphoniidae; a nivel de orden se contaron doscientos cincuenta y nueve individuos con preeminencia de Hemiptera y Ephemeroptera y una fracción conjunta de efemerópteros, plecópteros y tricópteros cercana a treinta por ciento, además de alta variabilidad espacial indicada por la desviación estándar de los órdenes dominantes. Estos resultados se interpretaron como un mosaico de condiciones en el sistema, coherente con la literatura para cuencas andinas y con la hipótesis de respuesta diferencial frente a la alteración. Se concluye que la comunidad de macroinvertebrados proporcionó una línea base robusta y sensible para el monitoreo por sectores y que la combinación de métricas taxonómicas y herramientas regionalizadas permite discriminar cambios sutiles de condición ecológica.

Palabras claves: Macroinvertebrados bentónicos; Biomonitorización; Índice Biótico Andino; Ephemeroptera–Plecoptera–Trichoptera (EPT); Río Dureno.

Diversity of aquatic macroinvertebrates in sectors of the Dureno River with different levels of alteration.

Abstract: This study placed the assessment of macroinvertebrate diversity in the Dureno River in the context of growing anthropogenic pressure on tropical river systems and aimed to estimate the composition and diagnostic capacity of the community to discriminate between sectors with different levels of



Cita: Dávila Ulloa, M., Dahua Gualinga, R. D., & Conforme Garcia, M. M. (2025). Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en sectores del río Dureno con diferentes niveles de alteración. Green World Journal, 08(03), 309. <https://doi.org/10.53313/gwj83309>

Received: 01/August/2025
Accepted: 23/October /2025
Published: 24/October /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

disturbance. A comparative observational design was applied with multi-habitat sampling during the low-water season, preservation of samples, and identification in the laboratory mainly at the family and order level, followed by descriptive analyses of abundance and diversity and comparisons with regionalized biotic indices. The main findings showed a strongly asymmetrical assemblage: at the family level, 258 individuals were counted, with a dominance of Notonectidae, Leptophlebiidae, Chironomidae, and Glossiphoniidae; at the order level, 259 individuals were counted, with a predominance of Hemiptera and Ephemeroptera and a combined fraction of mayflies, stoneflies, and caddisflies close to 30 percent, in addition to high spatial variability indicated by the standard deviation of the dominant orders. These results were interpreted as a mosaic of conditions in the system, consistent with the literature for Andean basins and with the hypothesis of differential response to disturbance. It is concluded that the macroinvertebrate community provided a robust and sensitive baseline for sector-based monitoring and that the combination of taxonomic metrics and regionalized tools allows for the detection of subtle changes in ecological condition.

Keywords: Benthic macroinvertebrates; Biomonitoring; Andean Biotic Index; Ephemeroptera–Plecoptera–Trichoptera (EPT); Dureno River.

1. Introducción

La biodiversidad de agua dulce se reconocía como una de las más amenazadas a escala global debido a presiones sinérgicas —cambio de uso del suelo, contaminación difusa y puntual, expansión hidroeléctrica, especies invasoras, microplásticos y otros contaminantes emergentes— que actuaban acumulativamente sobre ríos y arroyos (Reid et al., 2019). En ese contexto, los macroinvertebrados bentónicos se habían consolidado como bioindicadores por su sensibilidad diferencial a gradientes de perturbación, sus ciclos de vida relativamente cortos y su capacidad para integrar variaciones fisicoquímicas y de hábitat a múltiples escalas espaciales. Esta lectura global justificaba el uso extendido de índices bióticos y de enfoques basados en rasgos funcionales para evaluar el estado ecológico de los ecosistemas fluviales.

A medida que se transitó del plano macro hacia biomas tropicales de montaña (enfoque meso), la literatura evidenció que métricas desarrolladas en regiones templadas requerían calibraciones específicas para los Andes tropicales, dadas las diferencias biogeográficas, la composición taxonómica y la historia natural de los ensambles (Ríos-Touma et al., 2014). En respuesta, se había propuesto el Índice Biótico Andino (ABI) con valores de tolerancia revisados para familias frecuentes por encima de ~2.000 m s. n. m., y se había desarrollado el IMEERA como índice multimétrico para corrientes altoandinas de Ecuador y Perú; ambos mostraron desempeño robusto para clasificar la calidad ecológica (Ríos-Touma et al., 2014; Villamarín et al., 2013). Adicionalmente, estudios de modelación estacional en ríos andinos urbanos indicaron que la predicción de la calidad biológica (p. ej., ABI) dependía de variables fisicoquímicas clave y de la estacionalidad (Jerves-Cobo et al., 2020), mientras que análisis recientes resaltaron la utilidad de la diversidad funcional y la selección apropiada de índices funcionales como apoyo a la evaluación basada en familias (Sotomayor et al., 2023; Sotomayor et al., 2022).

En el análisis micro (región-país), trabajos en la Amazonía ecuatoriana documentaron que gradientes de urbanización y agricultura intensiva se asociaron con cambios en la calidad del agua y riesgos por plaguicidas con efectos medibles sobre las comunidades de macroinvertebrados, lo que reafirmaba la pertinencia del biomonitoreo en escenarios de transformación acelerada del territorio (Cabrera et al., 2023). Paralelamente, comparaciones espaciotemporales en las cuencas de los ríos Aguarico y Coca mostraron variaciones de la estructura bentónica y de la calidad biológica, evaluada mediante BMWP-Col y métricas relacionadas, subrayando la sensibilidad de estos

bioindicadores a gradientes ambientales y de uso del suelo (Cabrera et al., 2021). Estudios integradores que combinaron macroinvertebrados con diatomeas reforzaron la capacidad diagnóstica de estas biotas frente a gradientes de contaminación en ríos andinos (Castillejo et al., 2024).

Más allá de la taxonomía, la literatura regional enfatizaba que pasar de un análisis de “riqueza y composición” a otro que incorporase rasgos tróficos y funcionales aumentaba la resolución para detectar alteraciones sutiles, especialmente cuando la identificación se efectuaba a nivel de familia (en lugar de género o especie), práctica frecuente en monitoreos rutinarios (Sotomayor et al., 2022; Sotomayor et al., 2023). Asimismo, revisiones metodológicas recientes sobre ríos altoandinos sintetizaban avances y vacíos en protocolos, normalización de índices y transferibilidad de umbrales de calidad, lo que apoyaba la necesidad de estudios locales comparativos a lo largo de gradientes de alteración (Matovelle et al., 2024). Finalmente, aunque el BMWP-Col se empleaba extensamente en Ecuador por su “compatibilidad” biogeográfica con la región andina, diversos trabajos destacaron la conveniencia de utilizar índices regionalizados (ABI, IMEERA) o, al menos, de recalibrar umbrales para contextos altoandinos específicos (Jerves-Cobo et al., 2020; Ríos-Touma et al., 2014; Villamarín et al., 2013).

Dentro de este marco, persistía un vacío de información para el río Dureno (provincia de Sucumbíos, Amazonía nororiental de Ecuador). Aunque la zona experimentaba presiones antrópicas heterogéneas (p. ej., agricultura intensiva, expansión urbana e infraestructura), no se disponía de evaluaciones sistemáticas que comparasen, en un mismo sistema fluvial, sectores con distintos niveles de alteración utilizando simultáneamente diversidad taxonómica, rasgos funcionales y el desempeño de índices bióticos regionalizados frente a adaptaciones ampliamente usadas (Cabrera et al., 2023; Cabrera et al., 2021). Esta carencia limitaba la toma de decisiones para la gestión y el diseño de programas de monitoreo sensibles a cambios graduales de condición ecológica.

En consecuencia, este estudio tuvo como objetivo principal evaluar, en sectores del río Dureno con diferentes niveles de alteración, (i) la variación de la diversidad taxonómica y de los rasgos funcionales de los macroinvertebrados bentónicos, y (ii) la capacidad comparativa de índices bióticos regionalizados (ABI, IMEERA) frente a adaptaciones usuales (p. ej., BMWP-Col) para discriminar gradientes locales de perturbación. Con base en la evidencia previa, se hipotetizó que la riqueza y la representación de gremios sensibles decrecían con el incremento de la alteración, y que los índices regionalizados discriminaban con mayor nitidez los gradientes locales que las métricas no calibradas.

2. Materiales y métodos

El estudio se estructuró como observacional, comparativo y transversal, con enfoque cuantitativo y diseño no experimental. Se compararon sectores del río Dureno expuestos a diferentes niveles de alteración (baja, media y alta) definidos a priori a partir de evidencia de uso/cobertura de suelo ribereño, presencia de fuentes puntuales/difusas y rasgos hidromorfológicos visibles. La modalidad fue de campo (levantamiento biológico in situ) y de laboratorio (procesamiento taxonómico y análisis). Esta estructura permitió evaluar respuestas biológicas a lo largo de un gradiente local de perturbación.

El área de estudio correspondió a tramos del río Dureno (provincia de Sucumbíos, Amazonía

nororiental del Ecuador). La unidad de análisis fue el ensamble de macroinvertebrados bentónicos por sector, y la unidad de observación fue cada muestra compuesta por sector. Se definieron tres categorías (baja, media y alta alteración) considerando: (i) uso/cobertura del suelo ribereño (bosque, cultivos, áreas urbanizadas), (ii) fuentes de contaminación puntuales/difusas (descargas domésticas, escorrentía agrícola), (iii) alteración hidromorfológica (canalización, extracción de áridos, pérdida de vegetación riparia) y (iv) huella antrópica directa (vías, puentes, asentamientos). La decisión por sector se documentó en fichas estandarizadas con georreferenciación y evidencia fotográfica (Anexo S1, reproducible).

El muestreo se realizó en época de estiaje (sin crecidas) para reducir variabilidad hidrológica. En cada sector se aplicó un muestreo multihábitat estandarizado, cubriendo los microhábitats dominantes (rápidos con sustrato grueso, márgenes vegetadas y pozas con sedimento fino) con igual esfuerzo de colecta relativo por hábitat. El material se preservó en etanol al 70–96% y se rotuló (código de muestra, sector, fecha, coordenadas, microhábitat). Métodos establecidos: el esquema multihábitat siguió protocolos consolidados para ríos de montaña (p. ej., RBP y Methods in Stream Ecology), citados en “Referencias metodológicas clave”. Los detalles operativos (malla de red, esfuerzo por hábitat y número de réplicas) se consignaron en el Protocolo de Campo (Anexo S2) para garantizar reproducibilidad.

En laboratorio, las muestras se tamizaron, se realizaron submuestras cuando fue necesario y se procedió al conteo e identificación taxonómica, priorizando nivel de familia (y orden/categoría superior cuando los caracteres diagnósticos no permitieron más resolución). Se efectuó control de calidad interno (revisión ciega del 10–20% por un segundo analista).

3. Resultados y Discusión

3.1. Estructura taxonómica a nivel de familia.

En bioevaluación fluvial, la composición y el reparto de abundancias a nivel de familia ofrecen una señal robusta y operativa del estado ecológico, especialmente en regiones tropicales donde la resolución específica puede ser limitada; distintas familias muestran tolerancias contrastantes y su combinación revela gradientes de condición (Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006). En este marco, reportar la dominancia y la cola de rareza permite captar la estructura del ensamble y facilita comparaciones con índices bióticos regionalizados.

Tabla 1. Abundancia de individuos relativas de familias en los puntos de muestreo en el Río Dureno

#	Familias	Abundancia	%	STD
2	Notonectidae	44	17,05	12,66
1	Leptophlebiidae	41	15,89	22,54
4	Chironomidae	31	12,02	5,35
3	Glossiphoniidae	26	10,08	10,00
5	Philopotamidae	15	5,81	7,50
6	Baetidae	11	4,26	1,71
7	Palaemonidae	10	3,88	2,08
10	Vellidae	10	3,88	3,50

8	Megapodagrionidae	9	3,49	4,50
11	Platystictidae	9	3,49	3,50
9	Gerridae	7	2,71	3,50
15	Libellulidae	6	2,33	0,82
18	Coridalidae	6	2,33	1,50
13	Elmidae	5	1,94	1,50
14	Naucoridae	5	1,94	1,89
12	Hydrobiidae	4	1,55	3,00
16	Tubificidae	4	1,55	2,00
20	Leptoceridae	3	1,16	0,58
17	Perlidae	3	1,16	0,96
19	Leptohyphidae	2	0,78	0,58
21	Psephenidae	2	0,78	0,50
22	Planaridae	1	0,39	0,50
23	Coenagrionidae	1	0,39	0,50
24	Hydropsychidae	1	0,39	0,50
25	Scirtidae	1	0,39	0,50
26	Gelastocoridae	1	0,39	0,50

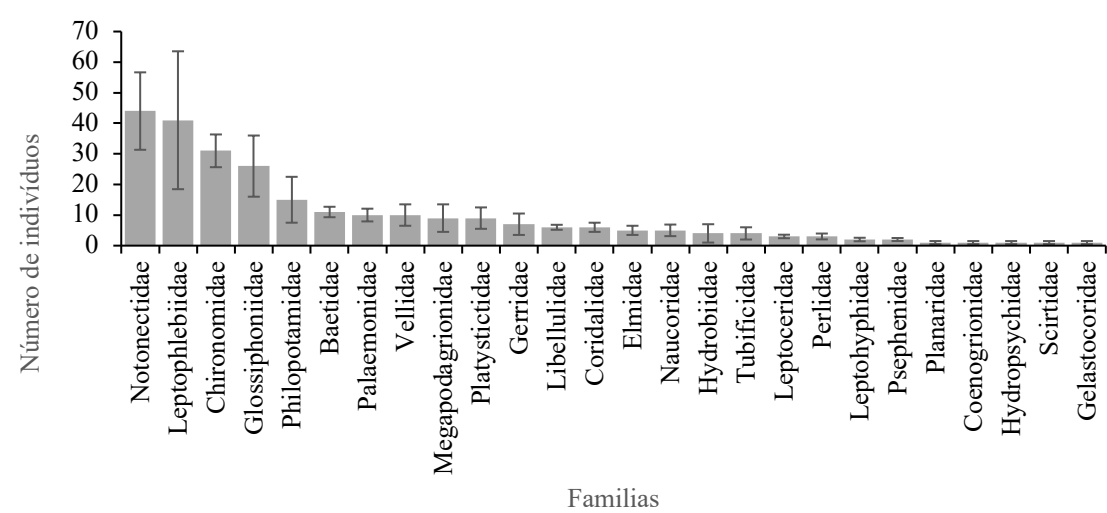
Nota: En total se registraron 258 individuos; dominaron Notonectidae (17,05%), Leptophlebiidae (15,89%), Chironomidae (12,02%) y Glossiphoniidae (10,08%). El resto de familias aportó $\leq 6\%$ cada una (la mayoría $< 3\%$), evidenciando una distribución fuertemente asimétrica (Autores, 2025)

En la tabla 1 se muestra que a nivel de familia ($n = 258$), el ensamble exhibió una distribución fuertemente asimétrica: Notonectidae (17,05%), Leptophlebiidae (15,89%), Chironomidae (12,02%) y Glossiphoniidae (10,08%) concentraron $\approx 55\%$ del total, seguidas por un segundo estrato de 3–6% (Philopotamidae, Baetidae, Palaemonidae, Veliidae, Megapodagrionidae, Platystictidae). La cola de rareza estuvo formada por 15 familias $\leq 2,71\%$. Las desviaciones estándar evidenciaron heterogeneidad espacial, destacando Leptophlebiidae (22,54) y Notonectidae (12,66), frente a valores bajos en Libellulidae (0,82) y Gerridae (1,50). La suma de familias EPT alcanzó 76 individuos ($\approx 29\%$ a nivel de órdenes), señal coherente con la coexistencia de taxones sensibles y tolerantes en el sistema.”

3.2. Estructura de la comunidad a nivel de familia

Con el fin de contextualizar la señal biológica del río Dureno, se representó la abundancia de macroinvertebrados por familia ($n = 258$) mediante barras con desviación estándar como medida de variabilidad entre puntos. Esta visualización permitió observar de forma sintética el gradiente de dominancia–rareza y la consistencia espacial de los conteos, facilitando la comparación posterior entre sectores con distintos niveles de alteración. La figura 1 mostró un reparto fuertemente asimétrico, con un reducido conjunto de familias que concentró la mayor proporción de individuos y una larga cola de taxones de baja frecuencia. Los intervalos de error evidenciaron la heterogeneidad espacial de las familias dominantes, aspecto clave para interpretar diferencias intra-cuenca y para sustentar el cálculo de métricas de diversidad e índices bióticos en los siguientes apartados.

Figura 1. Abundancia de individuos por familias de Macroinvertebrados en el Rio Dureno



Nota: Relación del numero de individuos y familias en base al estudio de campo (Autores, 2025).

La Figura 1 mostró un gradiente fuertemente asimétrico en la abundancia familiar (n = 258): dominaron Notonectidae (n = 44; 17,05%), Leptophlebiidae (n = 41; 15,89%), Chironomidae (n = 31; 12,02%) y Glossiphoniidae (n = 26; 10,08%). Un segundo estrato aportó entre 3–6% por familia: Philopotamidae (n = 15; 5,81%), Baetidae (n = 11; 4,26%), Palaemonidae y Veliidae (n = 10; 3,88% c/u), Megapodagrionidae y Platystictidae (n = 9; 3,49% c/u), seguidas por Gerridae (n = 7; 2,71%), Libellulidae y Corydalidae (n = 6; 2,33% c/u). La cola de baja frecuencia incluyó Elmidae y Naucoridae (n = 5; 1,94%), Hydrobiidae y Tubificidae (n = 4; 1,55%), Leptoceridae y Perlidae (n = 3; 1,16%), Leptohyphidae y Psephenidae (n = 2; 0,78%) y cinco familias con 1 individuo cada una (0,39%: Planariidae, Coenagrionidae, Hydropsychidae, Scirtidae, Gelastocoridae).

Los intervalos de error (desviación estándar) evidenciaron heterogeneidad entre puntos: fueron altos en Leptophlebiidae (STD = 22,54) y Notonectidae (12,66), moderados en Philopotamidae (7,00), Baetidae (5,53) y Veliidae (5,50), y bajos en Libellulidae (0,82). En conjunto, las cuatro familias dominantes concentraron ~55% del ensamble, confirmando un reparto poco equitativo de abundancias.

3.3. Estructura por órdenes y señal EPT

Para contextualizar la respuesta biológica a escala gruesa, se representó la abundancia relativa por órdenes con desviación estándar (STD) como medida de heterogeneidad entre puntos. Este nivel taxonómico reduce errores de identificación y permite captar patrones robustos de dominancia–rareza, útiles para contrastar sectores con distinta alteración y para calcular métricas sintéticas (p. ej., EPT). La visualización resume la contribución de insectos hemimetábolos y holometábolos, anélidos y gasterópodos, permitiendo ubicar rápidamente a los órdenes sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) frente a grupos más tolerantes/generalistas (p. ej., Diptera; varios Heterópteros), y evaluar la consistencia espacial de sus conteos (STD).

Tabla 2. Abundancia relativa de individuos por Órdenes de Macroinvertebrados en el Rio Dureno

Ordenes	Abundancia	%	STD
Hemiptera	62	23,94	16,98
Ephemeroptera	54	20,85	20,96



Diptera	32	12,36	8,94
Odonata	30	11,58	3,03
Rhynchobdellida	26	10,04	8,94
Trichoptera	19	7,34	6,43
Decapoda	10	3,86	4,47
Coleoptera	8	3,09	2,68
Megaloptera	6	2,32	1,34
Haplotaxidae	4	1,54	1,79
Neotaenioglossa	4	1,54	2,17
Plecoptera	3	1,16	1,34
Tricladida	1	0,39	0,45

259

Nota: Autores (2025).

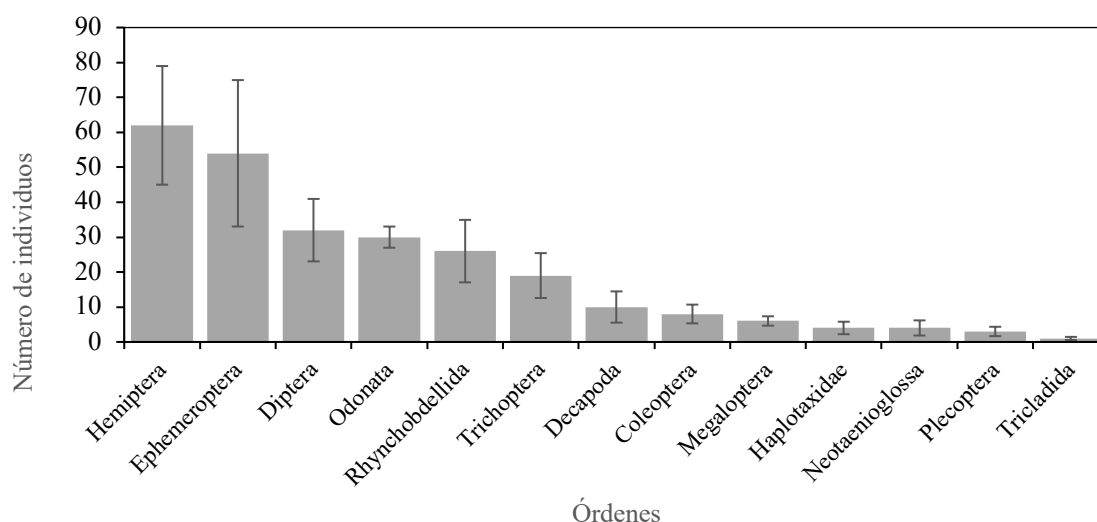
El conjunto totalizó 259 individuos. Predominaron Hemiptera (n = 62; 23,94%; STD = 16,98) y Ephemeroptera (n = 54; 20,85%; STD = 20,96), seguidos de Diptera (n = 32; 12,36%; STD = 8,94) y Odonata (n = 30; 11,58%; STD = 3,03). Contribuciones adicionales fueron Rhynchobdellida (n = 26; 10,04%; STD = 8,94) y Trichoptera (n = 19; 7,34%; STD = 6,43). Órdenes menos representados incluyeron Decapoda (10; 3,86%), Coleoptera (8; 3,09%), Megaloptera (6; 2,32%), Haplotaxidae y Neotaenioglossa (4; 1,54% cada uno), Plecoptera (3; 1,16%) y Tricladida (1; 0,39%; STD = 0,45).

La señal EPT alcanzó 76 individuos (54 Ephemeroptera + 19 Trichoptera + 3 Plecoptera), equivalentes a 29,34% del total, mientras que la co-dominancia Hemiptera + Ephemeroptera sumó 44,79%. Las STD más altas correspondieron a Ephemeroptera (20,96) y Hemiptera (16,98), indicando heterogeneidad espacial pronunciada entre sectores; valores bajos en Odonata (3,03), Megaloptera (1,34), Plecoptera (1,34) y Tricladida (0,45) sugirieron una distribución más homogénea de estos grupos. En conjunto, el perfil por órdenes exhibió un reparto asimétrico con pocos órdenes dominantes y una “cola” de baja frecuencia, consistente con un mosaico de condiciones dentro del sistema.

Los órdenes sintetizaron la respuesta comunitaria minimizando sesgos por identificación y permitieron contrastar grupos sensibles (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera: EPT) frente a grupos generalistas/tolerantes (p. ej., Diptera, varios Heterópteros), un enfoque recomendado en biomonitorio fluvial (Bonada, Prat, Resh, & Statzner, 2006; Hilsenhoff, 1988). En sistemas andinos, la lectura por órdenes y el énfasis en EPT han mostrado buena concordancia con índices regionalizados (p. ej., ABI, IMEERA), por lo que esta visualización sirve como base para las comparaciones entre sectores con distinta alteración (Ríos-Touma, Acosta, & Prat, 2014; Villamarín, Rieradevall, Paul, Barbour, & Prat, 2013).

La Figura 2 representó abundancias con barras y desviación estándar (STD) para captar la heterogeneidad espacial. Este resumen grueso permite evaluar rápidamente la estructura de dominancia-rareza, la magnitud relativa de EPT y la consistencia entre puntos, insumos clave para el análisis posterior de índices bióticos y diversidad.

Figura 2. Abundancia de individuos por órdenes de Macroinvertebrados en el Río Dureno



Nota: Autores (2025).

Se contabilizaron 259 individuos distribuidos en 13 órdenes. Predominaron Hemiptera ($n = 62$; 23,94%; $STD = 16,98$) y Ephemeroptera ($n = 54$; 20,85%; $STD = 20,96$), seguidos de Diptera ($n = 32$; 12,36%; $STD = 8,94$) y Odonata ($n = 30$; 11,58%; $STD = 3,03$). Contribuciones adicionales provinieron de Rhynchohellida ($n = 26$; 10,04%; $STD = 8,94$) y Trichoptera ($n = 19$; 7,34%; $STD = 6,43$). Órdenes menos frecuentes fueron Decapoda (10; 3,86%), Coleoptera (8; 3,09%), Megaloptera (6; 2,32%), Haplontaxidae y Neotaenioglossa (4; 1,54% cada uno), Plecoptera (3; 1,16%) y Tricladida (1; 0,39%). La señal EPT sumó 76 individuos (Ephemeroptera 54 + Trichoptera 19 + Plecoptera 3), equivalente a 29,34% del total, mientras que la co-dominancia Hemiptera + Ephemeroptera alcanzó 44,79%. Las STD más altas (Ephemeroptera 20,96; Hemiptera 16,98) evidenciaron heterogeneidad espacial marcada, en contraste con valores bajos en Odonata (3,03) y Megaloptera/Plecoptera ($\leq 1,34$), lo que sugiere diferencias entre sectores en los órdenes dominantes.

4. Discusión.

El ensamble de macroinvertebrados del río Dureno mostró una estructura fuertemente asimétrica, con co-dominancia de Hemiptera y Ephemeroptera a nivel de órdenes, y de Notonectidae–Leptophlebiidae–Chironomidae–Glossiphoniidae a nivel de familia. La señal EPT $\approx 29\%$ indicó una presencia relevante de taxones sensibles, pero coexistiendo con grupos típicamente tolerantes/generalistas (p. ej., Chironomidae, varios Heterópteros). Este “mosaico” es compatible con gradientes locales de alteración, como ha sido descrito para ríos andinos y andino-amazónicos sometidos a presiones agrícolas y urbanas (Cabrera et al., 2023; Cabrera et al., 2021; Castillejo et al., 2024). Las desviaciones estándar elevadas en Ephemeroptera y Hemiptera sugirieron heterogeneidad espacial marcada, coherente con la hipótesis de diferencias entre sectores y con el comportamiento espaciotemporal observado por Jerves-Cobo et al. (2020).

La abundancia de Ephemeroptera (con fuerte aporte de Leptophlebiidae y presencia de Baetidae) suele asociarse a corrientes con buen oxígeno y sustrato heterogéneo; su magnitud en Dureno concuerda con tramos de condición intermedia a buena, tal como señalan síntesis globales y revisiones altoandinas (Bonada et al., 2006; Matovelle et al., 2024). En contraste, la primacía de Hemiptera (Notonectidae, Gerridae, Veliidae) es frecuente en márgenes lentificados, remansos y ambientes con mayor influencia ribereña y materia orgánica, escenario común en ríos que combinan tramos moderadamente modificados con microhábitats aún conservados (Bonada et al., 2006; Buss

et al., 2014). La coexistencia de EPT con Chironomidae y Rhynchobdellida respalda esta lectura de condiciones mixtas, similar a lo reportado en cuencas ecuatorianas donde la expansión agrícola/urbana eleva riesgos por plaguicidas y altera la integridad ecológica detectada por macroinvertebrados (Cabrera et al., 2023; Castillejo et al., 2024).

Riqueza y gremios sensibles vs. Alteración, aunque los datos agregados no están estratificados por sector en los resultados presentados, el tamaño de la fracción EPT ($\approx 29\%$) y la alta variabilidad (STD) entre puntos son consistentes con un gradiente de calidad; estudios previos han mostrado reducciones de EPT y cambios de composición a medida que aumentan las presiones antrópicas en sistemas andinos (Bonada et al., 2006; Castillejo et al., 2024). (ii) Índices regionales vs. adaptaciones genéricas. Dada la combinación de familias sensibles y tolerantes, y la heterogeneidad espacial observada, es razonable esperar que ABI e IMEERA discriminen mejor los niveles locales de alteración que métricas no calibradas, como se ha documentado para Andes tropicales (Ríos-Touma et al., 2014; Villamarín et al., 2013). (iii) Métricas taxonómicas + funcionales. La estructura observada sugiere que incorporar rasgos tróficos/funcionales (p. ej., trituradores, raspadores, colectores) aumentaría la resolución diagnóstica, especialmente cuando la identificación se trabaja a nivel de familia (Sotomayor-Guerra et al., 2022; 2023).

Los patrones de dominancia (pocas familias $>50\%$ del total) y la magnitud de EPT justifican un seguimiento de alta resolución por sector y temporada, integrando índices regionalizados (ABI/IMEERA) y, cuando sea posible, métricas funcionales. En cuencas amazónicas con uso agrícola/urbano creciente, la combinación macroinvertebrados + variables fisicoquímicas y trazadores de plaguicidas ha mostrado alta capacidad para priorizar medidas de manejo (Cabrera et al., 2023). A efectos operativos, los órdenes/familias líderes detectados en Dureno constituyen taxones centinela útiles para protocolos de monitoreo costo-efectivos (Bonada et al., 2006; EPA, 1999).

Este estudio presentó varias limitaciones que condicionaron la interpretación y el alcance de las inferencias. Primero, la resolución taxonómica predominante a nivel de familia—si bien operacional y consistente con los protocolos regionales—pudo ocultar respuestas específicas a nivel de género/especie y afectar métricas funcionales finas; esta restricción es conocida en evaluaciones altoandinas y su efecto sobre la detección de gradientes puede ser relevante (Sotomayor-Guerra et al., 2022). Segundo, los resultados se agregaron para el conjunto de sitios y correspondieron a una ventana estacional (estiaje), por lo que no se capturó plenamente la variabilidad intra-anual ni las diferencias explícitas entre sectores; en ríos tropicales, la señal biológica varía con el régimen hidrológico y la estacionalidad (Jerves-Cobo et al., 2020). Tercero, no se dispuso de covariables ambientales concomitantes (caudal, temperatura, nutrientes, sedimentos finos, plaguicidas), lo que limita la atribución causal de los patrones observados y la construcción de modelos explicativos. Finalmente, se detectó una pequeña inconsistencia numérica (258 vs. 259 individuos entre tablas de familias/órdenes) atribuible a armonización taxonómica; si bien es marginal para las conclusiones, subraya la necesidad de reglas de curación y trazabilidad de datos más estrictas.

Para fortalecer la inferencia y su utilidad de gestión, proponemos cuatro líneas de trabajo. (i) Diseño estratificado por sector y temporada, incorporando monitoreos en lluvias y transición, con covariables fisicoquímicas y trazadores de plaguicidas, a fin de modelar explícitamente la relación alteración-biota mediante GLM/GAM, RDA/CCA y PERMANOVA (Jerves-Cobo et al., 2020). (ii) Profundizar la resolución taxonómica (género/especie) y complementar con rasgos funcionales para mejorar la sensibilidad diagnóstica y la interpretación ecológica (Sotomayor-Guerra et al., 2022, 2023). (iii) Aplicar de forma sistemática índices regionalizados (ABI, IMEERA) y comparar su desempeño frente a adaptaciones no calibradas, estableciendo umbrales locales de clase de calidad mediante curvas ROC u otros métodos (Ríos-Touma et al., 2014; Villamarín et al., 2013). (iv) Explorar enfoques multi-taxa (macroinvertebrados + diatomeas) y herramientas moleculares (eDNA

metabarcoding) para ampliar cobertura y robustecer la detección de cambios sutiles a escala de cuenca, especialmente en contextos de expansión agrícola y urbana.

5. Conclusión

El ensamble de macroinvertebrados del río Dureno presentó una estructura fuertemente asimétrica, con pocas familias y órdenes dominantes y una larga cola de baja frecuencia. A escala de familia, Notonectidae, Leptophlebiidae, Chironomidae y Glossiphoniidae concentraron más de la mitad de los individuos; a escala de orden, Hemiptera y Ephemeroptera explicaron casi la mitad del total. La fracción EPT cercana al 30% evidenció la coexistencia de taxones sensibles con grupos típicamente tolerantes, lo que sugiere un mosaico de condiciones ambientales a lo largo del sistema.

Las desviaciones estándar elevadas en Ephemeroptera y Hemiptera indicaron heterogeneidad espacial marcada, respaldando la premisa de diferencias entre sectores con distintos niveles de alteración. Esta señal, junto con la correspondencia familia–orden (p. ej., Leptophlebiidae/Baetidae sustentando Ephemeroptera y Notonectidae/Gerridae a Hemiptera), confirma que la comunidad bentónica respondió de forma discernible al gradiente local y que es adecuada para el seguimiento ecológico del río.

El objetivo principal—evaluar la diversidad taxonómica y su utilidad para discriminar niveles de alteración—se alcanzó al demostrar que la combinación de métricas taxonómicas (familias/órdenes, EPT) y la lectura de su variabilidad espacial permite diferenciar patrones compatibles con cambios de condición. En consecuencia, el sistema de indicadores derivado de este estudio proporciona una línea base robusta para aplicar índices regionalizados (p. ej., ABL, IMEERA) y para monitorear de manera sensible la trayectoria de los sectores del Dureno.

Como aporte a la ciencia y a la gestión, este trabajo entrega una referencia cuantitativa reproducible de la estructura comunitaria en un río amazónico ecuatoriano poco documentado, define taxones centinela operativos y establece un marco de lectura multiescala (familia–orden–EPT) que puede ser replicado en evaluaciones futuras. La principal limitación—la ausencia de estratificación explícita por sector y de covariables ambientales concomitantes—no invalida las tendencias observadas, pero subraya la necesidad de campañas estacionales y del acoplamiento con variables de presión para afinar la atribución causal. En síntesis, la comunidad de macroinvertebrados del Dureno constituye un instrumento válido y sensible para diagnosticar y seguir la alteración local, y el protocolo propuesto sienta bases claras para su vigilancia y mejora adaptativa.

Contribución de autores: Todos los autores participaron en la investigación.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Barbour, M. T., Gerritsen, J., Snyder, B. D., & Stribling, J. B. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers* (2nd ed.). U.S. EPA. https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/rbp_2nd_ed.pdf
2. Bonada, N., Prat, N., Resh, V. H., & Statzner, B. (2006). Developments in aquatic insect biomonitoring: A comparative analysis of recent approaches. *Annual Review of Entomology*, 51, 495–523. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.51.110104.151124> — <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16332221/>

3. Buss, D. F., Baptista, D. F., Nessimian, J. L., & Egler, M. (2014). Stream biomonitoring using macroinvertebrates around the globe: A comparison of large-scale programs. *Aquatic Bioassessment* (synthesis). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4202.5449>
4. Cabrera, M., Capparelli, M. V., Nacato-Ch., C., & Rico, A. (2023). Effects of intensive agriculture and urbanization on water quality and pesticide risks in freshwater ecosystems of the Ecuadorian Amazon. *Chemosphere*, 337, 139286. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2023.139286>
5. Cabrera, S., Eurie Forio, M. A., Lock, K., Vandenbroucke, M., Oña, T., Gualoto, M., Goethals, P. L. M., & Van der Heyden, C. (2021). Variations in benthic macroinvertebrate communities and biological quality in the Aguarico and Coca River basins in the Ecuadorian Amazon. *Water*, 13(12), 1692. <https://doi.org/10.3390/w13121692>
6. Cabrera, S., Forio, M. A. E., Lock, K., Vandenbroucke, M., Oña, T., Gualoto, M., ... Van der Heyden, C. (2021). Variations in benthic macroinvertebrate communities and biological quality in the Aguarico and Coca River basins in the Ecuadorian Amazon. *Water*, 13(12), 1692. <https://doi.org/10.3390/w13121692>
7. Castillejo, P., Ortiz, S., Jijón, G., Lobo, E. A., Heinrich, C., Ballesteros, I., & Ríos-Touma, B. (2024). Response of macroinvertebrate and epilithic diatom communities to pollution gradients in Ecuadorian Andean rivers. *Hydrobiologia*, 851, 431–446. <https://doi.org/10.1007/s10750-023-05276-6>
8. EPA. (1999). *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers* (2nd ed.). U.S. Environmental Protection Agency. URL (PDF): <https://www.epa.gov/sites/default/files/2019-02/documents/rapid-bioassessment-streams-rivers-1999.pdf> EPA
9. Hauer, F. R., & Lamberti, G. A. (Eds.). (2017). *Methods in Stream Ecology* (3rd ed.). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00813-0>
10. Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society*, 7(1), 65–68. <https://doi.org/10.2307/1467832>
11. Jerves-Cobo, R., Forio, M. A. E., Lock, K., Van Butsel, J., Pauta, G., Cisneros, F., Nopens, I., & Goethals, P. L. M. (2020). Biological water quality in tropical rivers during dry and rainy seasons: A model-based analysis. *Ecological Indicators*, 108, 105769. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105769>
12. Matovelle, C., García-Morales, M., Rubiños, G., & Sánchez-Santillán, N. (2024). Water quality assessment methods of the highland Andean rivers: A systematic review. *Environmental Monitoring and Assessment*, 196(3), 291. <https://doi.org/10.1007/s10661-024-12003-2>
13. Reid, A. J., Carlson, A. K., Creed, I. F., Eliason, E. J., Gell, P. A., Johnson, P. T. J., Kidd, K. A., MacCormack, T. J., Olden, J. D., Ormerod, S. J., Smol, J. P., Taylor, W. W., Tockner, K., Vermaire, J. C., Dudgeon, D., & Cooke, S. J. (2019). Emerging threats and persistent conservation challenges for freshwater biodiversity. *Biological Reviews*, 94(3), 849–873. <https://doi.org/10.1111/brv.12480>
14. Ríos-Touma, B., Acosta, R., & Prat, N. (2014). The Andean Biotic Index (ABI): Revised tolerance to pollution values for macroinvertebrate families and index performance evaluation. *Revista de Biología Tropical*, 62(Suppl. 2), 249–273. <https://doi.org/10.15517/rbt.v62i0.15791>
15. Sotomayor-Guerra, G., Cisneros-Díaz, F., Forio, M. A. E., Lock, K., & Goethals, P. L. M. (2023). Selection of an adequate functional diversity index for water quality assessment using

- macroinvertebrates in Andean rivers. *Ecological Indicators*, 155, 110330. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2023.110330>
16. Sotomayor-Guerra, G., Forio, M. A. E., Lock, K., Cisneros-Díaz, F., & Goethals, P. L. M. (2022). Implications of macroinvertebrate taxonomic resolution for freshwater assessments using functional traits: The Paute River Basin (Ecuador) case. *Diversity and Distributions*, 28(12), 3203–3219. <https://doi.org/10.1111/ddi.13418>
17. Villamarín, C., Rieradevall, M., Paul, M. J., Barbour, M. T., & Prat, N. (2013). A tool to assess the ecological condition of tropical high Andean streams in Ecuador and Peru: The IMEERA index. *Ecological Indicators*, 29, 79–92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.006>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Proceso de cosecha y postcosecha del café robusta como turismo experiencial en el CEIPA, provincia de Napo, Ecuador.

Jenny Pricila Urgiles Ortiz ¹  Ariana Estefanía Cuji Gualinga ¹  Daniela Zulay Tapia Ramos ¹ 

¹ Centro Experimental de Investigación y Producción Amazonica, Universidad Estatal Amazonica

✉ Correspondencia: email.institucional@autor.com ☎ + 593 98 782 1122

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83310>

Resumen: El café robusta (*Coffea canephora*) constituye una de las especies de mayor relevancia en la Amazonía ecuatoriana, no solo por su importancia productiva, sino también por su potencial en la diversificación turística. El presente estudio analiza el proceso de cosecha y postcosecha del café robusta desarrollado en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) ubicado en el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, como una alternativa de turismo experiencial sostenible. La investigación se basó en observación participante, entrevistas semiestructuradas y revisión documental. Los resultados muestran que las etapas de selección de frutos, despulpado, fermentación, secado y catación constituyen experiencias significativas para los visitantes, fomentando la educación ambiental, el rescate cultural y la dinamización económica local mediante procesos agroindustriales. Se concluye que el turismo experiencial alrededor del café robusta fortalece la identidad amazónica y abre oportunidades para el desarrollo de un producto turístico diferenciado.

Palabras claves: café robusta, cosecha, postcosecha, turismo experiencial

Harvesting and post-harvesting process of robusta coffee as experiential tourism at CEIPA, Napo province, Ecuador.

Abstract: Robusta coffee (*Coffea canephora*) is a strategic crop for the Ecuadorian Amazon, not only for its economic importance but also for its potential in the development of sustainable tourism activities. This study analyzes the harvesting and post-harvest processes of robusta coffee implemented at the Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), located in Arosemena Tola, Napo province, and their relationship with experiential tourism. The research employed a qualitative approach with participant observation, semi-structured interviews, and documentary review. The results show that manual harvesting, pulping,



Check for
updates

Cita: Jenny Pricila, U. O., Ariana Estefanía, C. G., & Daniela Zulay, T. R. (2025). Proceso de cosecha y postcosecha del café robusta como turismo experiencial en el CEIPA, provincia de Napo, Ecuador. Green World Journal, 8(3), 310. <https://doi.org/10.53313/gwj83310>

Received: 20/October /2025

Accepted: 29/October /2025

Published: 09/November/2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access

fermentation, drying, and cupping constitute practices that enrich the tourist experience, strengthening environmental education and cultural heritage. It is concluded that tourism around robusta coffee represents a viable alternative for economic diversification and for positioning the Amazon as a sustainable agrotourism destination.

Keywords: robusta coffee, post-harvest, experiential tourism,

1. Introducción

El cultivo del café robusta en la región amazónica del Ecuador representa una alternativa productiva con alto potencial de sostenibilidad económica, social y ambiental [1]. En particular, el cantón Arosemena Tola, provincia de Napo, ha implementado prácticas de investigación y producción a través del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA), donde se promueve la transferencia de conocimientos en el proceso de cultivo, cosecha y postcosecha de café [2]

El turismo experiencial, entendido como la interacción directa de los visitantes con los procesos productivos y culturales locales, permite una vivencia auténtica que fortalece la identidad territorial y la participación comunitaria [3]. En este contexto, el café robusta no solo se configura como un producto agrícola, sino también como un recurso turístico capaz de diversificar la oferta amazónica, tradicionalmente centrada en la biodiversidad y la cultura ancestral [4].

El presente estudio analiza el proceso de cosecha y postcosecha del café robusta en el CEIPA [5] y su integración al turismo experiencial, destacando el valor educativo, cultural y económico que esta práctica aporta al desarrollo local [6].

2. Materiales y métodos

2.1 Área de estudio

El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) está ubicado en la provincia de Napo, en la región amazónica del Ecuador. Presenta un clima cálido y húmedo, con temperaturas promedio entre 25 y 27 °C y una precipitación anual superior a los 3,000 mm. La zona posee una topografía irregular, suelos arcillosos y aluviales, y una densa red hídrica. Predomina el bosque

húmedo tropical, con gran diversidad de flora y fauna. El CEIPA es un espacio estratégico para la investigación, docencia y producción sostenible, orientado al manejo responsable de los recursos naturales y al desarrollo regional [7,8]

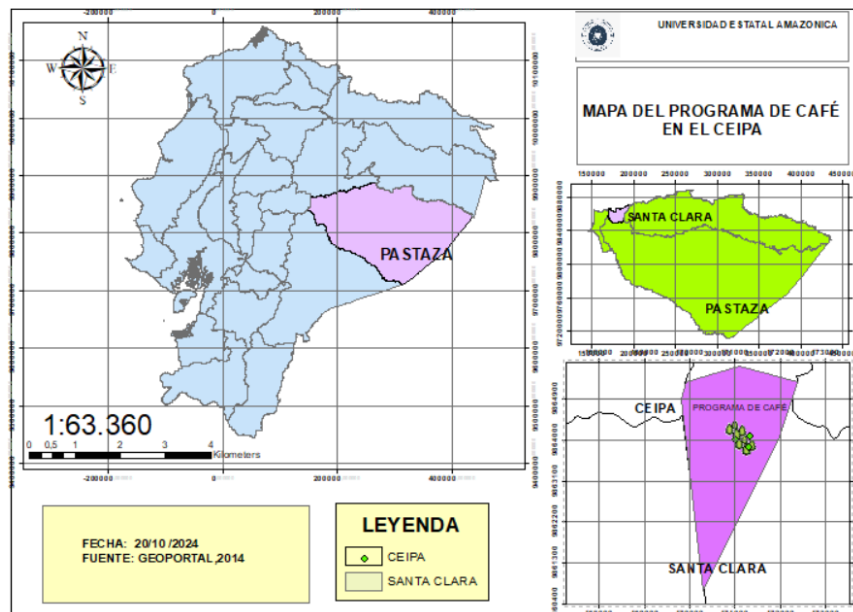


Figura 1. Ubicación del programa de Café en el CEIPA.

2.2 Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, de tipo descriptivo y con diseño no experimental. Se realizaron observaciones de campo, entrevistas semiestructuradas a técnicos del CEIPA, y encuestas aplicadas a estudiantes que participaron en prácticas experimentales del café [9].

El trabajo de campo se llevó a cabo entre marzo y junio de 2025. Se analizaron las prácticas agrícolas aplicadas durante la cosecha y postcosecha del café, así como las estrategias interpretativas empleadas en la guía turística.

Los datos se sistematizaron mediante matrices de categorización y se interpretaron con base en el análisis temático [10].

3. Resultados

Las encuestas aplicadas a los estudiantes que realizaron sus prácticas en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) mostraron resultados altamente positivos. El 82 % de los encuestados manifestó que las actividades prácticas desarrolladas en el centro contribuyeron significativamente a su aprendizaje, especialmente en los ámbitos de procesos agrícolas, manejo sostenible de cultivos y turismo vivencial. Este resultado refleja la importancia del CEIPA como un espacio formativo integral, donde la teoría se complementa con la experiencia directa en campo, fortaleciendo las competencias técnicas y sociales de los estudiantes.

El proceso de postcosecha del café robusta constituye una de las principales actividades demostrativas dentro del CEIPA, tanto por su relevancia productiva como por su potencial educativo y turístico. En este proceso se desarrollan diversas fases técnicas que incluyen la recolección del fruto maduro, despulpado, fermentación, lavado, secado y almacenamiento, cada una de las cuales posee un valor pedagógico y turístico propio. Estas etapas permiten a los visitantes y estudiantes comprender de manera práctica la transformación del grano, valorar las buenas prácticas agrícolas y reconocer la importancia de la calidad en cada fase de la cadena productiva.

En la Tabla 1 se presentan las fases del proceso de postcosecha del café robusta, donde se detalla su valor educativo y turístico. A través de estas actividades, el CEIPA promueve la educación experiencial, fomentando el aprendizaje activo y la interacción con el entorno natural. Además, estas prácticas fortalecen el compromiso ambiental y social de los participantes, al vincular la producción sostenible con el desarrollo del turismo vivencial como alternativa económica para las comunidades amazónicas.

Selección de frutos maduros, despulpado y fermentación, lavado y secado solar, catación

Tabla 1. Esto es una tabla. Las tablas deben colocarse en el texto principal cerca de la primera vez que se citan. ¹

Etap	Descripción	Valor turístico/educativo
Cosecha	Selección manual de frutos maduros	Fomenta la apreciación del trabajo agrícola
Despulpado	Separación de la pulpa del grano	Muestra técnicas tradicionales y modernas
Fermentación	Fermentación controlada de 12-24 horas	Explica procesos bioquímicos del café
Lavado	Remoción del mucílago	Promueve la comprensión de la calidad del grano
Secado	Exposición solar en camas africanas	Experiencia práctica para los visitantes
Catación	Evaluación sensorial del café	Vivencia educativa sobre aromas y sabores

4. Discusión

Los resultados revelan que la vinculación del proceso productivo del café con el turismo permite fortalecer el conocimiento de los visitantes sobre prácticas agrícolas sostenibles y promueve el respeto por el trabajo campesino. Además, se genera un escenario educativo en el que se revalora el conocimiento ancestral y científico, contribuyendo a la conservación de la biodiversidad y a la educación ambiental [6].

Este enfoque de turismo vivencial está alineado con los principios del desarrollo sostenible, pues impulsa la economía local sin comprometer los recursos naturales, y fomenta la participación activa de las comunidades en la gestión del territorio.

Los resultados indican que la integración del café robusta al turismo experiencial cumple con los ámbitos: educación, entretenimiento, estética y escapismo [2]. La participación activa de los estudiantes y visitantes fortalece la conexión con la cultura cafetera y con el territorio amazónico. Este hallazgo coincide, quienes señalan que el agroturismo basado en productos agrícolas permite la dinamización económica y el rescate cultural [3]. En el caso del CEIPA, la experiencia cafetera se convierte en un producto turístico innovador que aporta a la diversificación de la Amazonía, tradicionalmente orientada hacia el turismo de naturaleza.

5. Conclusión

El proceso de cosecha y postcosecha del café robusta desarrollado en el Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica (CEIPA) de la Universidad Estatal Amazónica (UEA) se ha consolidado como una plataforma efectiva para el desarrollo del turismo experiencial en la Amazonía ecuatoriana. Este proceso no solo cumple una función productiva, sino que también constituye un espacio de aprendizaje integral que vincula la investigación científica, la educación ambiental y la vivencia turística en un mismo entorno. La experiencia inmersiva que ofrece el CEIPA permite que estudiantes de las carreras de Agropecuaria, Agroindustria, Biología y Turismo comprendan de manera práctica la cadena productiva del café, desde la siembra y manejo del cultivo hasta las etapas de cosecha, beneficio y comercialización. Este aprendizaje interdisciplinario favorece la comprensión de los procesos agrícolas bajo un enfoque sostenible, integrando conocimientos técnicos con valores culturales y ambientales propios de la región amazónica.

Además, estas actividades fortalecen la identidad local y territorial, ya que los estudiantes y visitantes se relacionan directamente con las prácticas tradicionales de cultivo del café y con los saberes ancestrales de las comunidades. De esta manera, el CEIPA no solo promueve la sostenibilidad económica del entorno, sino también la preservación del patrimonio cultural y natural que caracteriza a la Amazonía.

El desarrollo de actividades productivas y educativas en torno al café robusta fomenta la educación ambiental, el uso responsable de los recursos naturales y la diversificación de la oferta turística local, integrando el turismo agroecológico como una alternativa innovadora y sostenible. Este enfoque impulsa la creación de experiencias turísticas auténticas, donde el visitante participa activamente en las labores agrícolas y comprende el valor social, económico y ecológico del café amazónico.

Finalmente, el CEIPA busca continuar integrando la ciencia y la tecnología al relato turístico, a través de prácticas de investigación aplicada, innovación en procesos de producción y desarrollo de herramientas didácticas que enriquezcan la experiencia del visitante. Con ello, se consolida como un modelo de turismo científico y educativo, que contribuye al desarrollo sostenible, al fortalecimiento del conocimiento local y a la proyección internacional de la Amazonía ecuatoriana

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Viteri Salazar, H.O. Asociatividad Para Comercialización de Café y Cacao En Las Provincias de Orellana y Sucumbíos, Ecuador. 2011.
2. SÁENZ TOALA, J.O. Cultivo de Cafe Organico y Su Influencia En El Desarrollo Turístico Del Cantón Jipijapa, Año 2011 2011.
3. Porras Moreno, E.; Franco Serna, A. Plan de Negocios Para El Producto Turístico Experiencial de La Finca Café Morrones. **2016**.
4. Mejía Rivera, L.F.; Méndez Guerrero, L.M.; Porras Moreno, E. Estudio de Factibilidad Del Producto Turístico Experiencial Finca Café Morronés. **2017**.
5. Carrión Vivanco, L.A. " Innovación Tecnológica Para La Producción, Cosecha, Post-Cosecha y Comercialización de Café Certificado Con" Denominación de Origen" Para Trabajar Con Familias Cafetaleras Del Cantón Chaguarpamba En La Provincia de Loja Ecuador". 2018.
6. Viteri Salazar, O. *Evaluación de La Sostenibilidad de Los Cultivos de Café y Cacao En Las Provincias de Orellana y Sucumbíos-Ecuador*, Universitat Autònoma de Barcelona, 2014; ISBN 8449042437.
7. Santi, L.E.V.; Córdova, F.J.V.; Bazurto, L.M.M.; Santi, D.C.V.; Leones-Zambrano, W.P. Implementación de Un Sistema de Información Geográfica, SIG, En El Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica-Ceipa de La Universidad Estatal Amazónica. *Cienc. Lat. Rev. Científica Multidiscip.* **2024**, 8, 3138–3153.
8. Andi, G.R.G.; Loján, M.D.C.; Rivera, V.H.G.; Escalada, M. Evaluación de La

- Implementación Del Sendero Interpretativo Con Enfoque Educativo Del Centro Experimental de Investigación y Producción Amazónica “CEIPA” de La Universidad Estatal Amazónica. *Cienc. Lat. Rev. Multidiscip.* **2024**, 8, 4064–4080.
9. Valle, A.; Manrique, L.; Revilla, D. La Investigación Descriptiva Con Enfoque Cualitativo En Educación. **2022**.
10. Herrera, C.D. Investigación Cualitativa y Análisis de Contenido Temático. Orientación Intelectual de Revista Universum. *Rev. Gen. Inf. y Doc.* **2018**, 28, 119–142.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Parámetros productivos de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) bajo diferentes densidades en sistema biofloc.

Mercedes Annabel Mendoza Carranza ¹  Jorge Magno Rodríguez Tobar ¹  Josthin Alexander Coello Carriel ¹ 

Gina Verónica Gamarra Jiménez ¹  Pedro Daniel Mendoza Carranza ¹  Eduardo Leonel Palma González ¹ 

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Facultad de Posgrado, Quevedo, Ecuador.

✉ Correspondencia: jcarranza8058@utm.edu.ec  + 593 968042123

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83311>

Resumen: El estudio se desarrolló en el Campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, utilizando tres densidades representadas en los tratamientos: T1 (40 peces/m²), T2 (60 peces/m²) y T3 (80 peces/m²), bajo un diseño completamente al azar (DCA). Cada siete días se evaluaron las variables de ganancia de peso (g), longitud total (cm) y ancho (cm). Los parámetros fisicoquímicos del agua se registraron diariamente, sin evidenciar diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, con valores promedio de temperatura de 28,99 °C (T1 y T2), pH de 7,44 (T1 y T2), oxígeno disuelto de 4,85 ppm (T1), nitrógeno amoniacal total de 0,34 mg·L⁻¹ (T1, T2 y T3) y sólidos suspendidos de 44,67 mg·L⁻¹ (T2). Asimismo, se calcularon los parámetros zootécnicos: tasa de crecimiento absoluto (TCA), tasa de crecimiento específico (TCE), conversión alimenticia (CA) y factor de condición (FC). La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey (p < 0,05). Los resultados mostraron que la densidad de 40 peces/m² (T1) presentó el mayor peso promedio (8105,59 g), longitud total (20,04 cm) y ancho (6,48 cm). En los parámetros zootécnicos, el tratamiento T2 alcanzó un TCE de 2,62 %, Co.A de 2,69 y CA de 2,76 %. En cuanto al FC, tanto T1 como T2 reflejaron una buena condición corporal. En conclusión, el tratamiento T1, con 40 peces/m² en sistema biofloc, mostró los mejores resultados de crecimiento y conversión alimenticia, mientras que la calidad del agua se mantuvo dentro de rangos óptimos para juveniles de chame.

Palabras claves: Conversión alimenticia, factor de condición, ganancia de peso, oxígeno disuelto, pH.

Productive parameters of chame (*Dormitator latifrons*) juveniles under different stocking densities in a biofloc system

Abstract: The objective of this study was to analyze the effect of different stocking densities on the productive parameters of chame (*Dormitator latifrons*) juveniles reared in a biofloc system. The experiment was conducted at the “La María” Campus of the Technical State University of Quevedo, using three stocking densities represented by the treatments: T1 (40 fish/m²), T2



Cita: Mendoza Carranza, Mercedes Annabel Rodríguez Tobar, J. M., Coello Carriel, J. A., Gamarra Jimenez, G. V., Mendoza Carranza, P. D., & Palma González, E. L. (2025). Parámetros productivos de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) bajo diferentes densidades en sistema biofloc. Green World Journal, 08(03), 311. <https://doi.org/10.53313/gwj83312>

Received: 20/October /2025

Accepted: 05/November /2025

Published: 12/November /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

(60 fish/m²), and T3 (80 fish/m²), under a completely randomized design (CRD). Weight gain (g), total length (cm), and width (cm) were evaluated every seven days. The physicochemical parameters of the water were recorded daily and showed no significant statistical differences among treatments, with average values of temperature 28.99 °C (T1 and T2), pH 7.44 (T1 and T2), dissolved oxygen 4.85 ppm (T1), total ammonia nitrogen 0.34 mg·L⁻¹ (T1, T2, and T3), and suspended solids 44.67 mg·L⁻¹ (T2). In addition, zootechnical parameters were calculated, including absolute growth rate (AGR), specific growth rate (SGR), feed conversion ratio (FCR), and condition factor (CF). Mean comparisons were performed using Tukey's test ($p < 0.05$). Results showed that the density of 40 fish/m² (T1) achieved the highest average weight (8105.59 g), total length (20.04 cm), and width (6.48 cm). Regarding zootechnical parameters, T2 reached an SGR of 2.62%, Co. A of 2.69, and FCR of 2.76%. For CF, both T1 and T2 reflected a good body condition. In conclusion, the treatment T1, with 40 fish/m² in a biofloc system, showed the best growth and feed conversion performance, while water quality remained within optimal ranges for *Dormitator latifrons* juveniles.

Keywords: Feed conversion, condition factor, weight gain, dissolved oxygen, pH.

1. Introducción

El cultivo del chame (*Dormitator latifrons*) ha adquirido creciente importancia en la acuicultura, debido a su adaptabilidad a diversas condiciones ambientales, rusticidad y alta aceptación en el mercado local. Sin embargo, uno de los desafíos en su producción intensiva es mantener condiciones óptimas de calidad de agua y rendimiento sin comprometer el bienestar de los organismos. En este contexto, la tecnología biofloc se ha consolidado como una alternativa sostenible que aprovecha la actividad microbiana para transformar los desechos nitrogenados en biomasa proteica, mejorando así los parámetros productivos y reduciendo la dependencia del recambio de agua (Jamal *et al.* 2020; Khanjani *et al.* 2024).

Diversas investigaciones han demostrado que el manejo de la densidad de siembra influye directamente sobre el crecimiento, la conversión alimenticia y la supervivencia de las especies cultivadas en sistemas biofloc. En peces nativos como el chame, mantener densidades adecuadas permite optimizar el aprovechamiento de nutrientes y evitar el estrés fisiológico derivado del hacinamiento. Estudios recientes en juveniles de *Dormitator latifrons* reportan que densidades intermedias favorecen un equilibrio entre la biomasa generada y la disponibilidad de oxígeno disuelto, lo que se traduce en mejores tasas de crecimiento y supervivencia (Vargas-Ceballos *et al.* 2024; Diao *et al.* 2023).

Asimismo, la eficiencia de conversión alimenticia mejora significativamente en sistemas biofloc bien manejados, ya que los microorganismos heterotróficos asimilan el amonio y los restos orgánicos del alimento, transformándolos en una fuente proteica suplementaria. Esta dinámica reduce los costos de alimentación y aumenta la productividad del cultivo, siempre que se mantenga un adecuado balance carbono nitrógeno y control de sólidos suspendidos totales (Adineh *et al.* 2022; Raza *et al.* 2024). De esta manera, el biofloc no solo optimiza los parámetros zootécnicos, sino que también contribuye a la sostenibilidad ambiental del sistema acuícola.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar los parámetros productivos de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) cultivados bajo diferentes densidades en un sistema biofloc, con el propósito de establecer criterios técnicos que contribuyan al desarrollo de protocolos de producción sustentable para esta especie nativa.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La presente investigación se realizó en la Finca experimental “La María” propiedad de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), localizada en el Km 7.5 de la Vía Quevedo – El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos. Cuya ubicación geográfica es de 10 6' 28" de latitud sur y 700 27' 13" de longitud Oeste, a una altura de 72 msnm. La investigación tuvo una duración de 91 días.

2.2. Variables

Se registro para el control de datos diarios y semanales. Los registros de peso, longitud y altura se realizaron semanalmente. Los parámetros físicos-químicos del agua (pH, temperatura, oxígeno, nitrógeno amoniacal total y sólidos en suspensión), fueron registrados diariamente. Los peces fueron medidos con un ictiómetro y pesados con una balanza digital (0,1), cada 7 días hasta el día 63. Se utilizaron 5 peces por cada unidad experimental para el registro de datos.

Las variables de estudio determinaron lo siguiente:

- *Parámetros zootécnicos:* Peso, longitud y altura, Supervivencia (SUB), alimento consumido, tasa de crecimiento absoluto, tasa crecimiento específico.
- *Indicadores de crecimiento:* conversión alimenticia, Factor de condición
- *Parámetros físicos-químico del agua:* Temperatura, pH, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal total, sólidos en suspensión

2.3. Análisis estadístico

La investigación se trabajó con un diseño completamente al Azar (DCA) conformado por tres tratamientos y cinco repeticiones distribuidas al azar en el sistema biofloc. Para el análisis entre medias se realizó mediante la prueba de Tukey ($p < 0.05$). En el análisis estadístico de los resultados se utilizó el software libre infostat.

3. Resultados

3.1. Parámetros zootécnicos de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) en tecnología biofloc

De acuerdo con el análisis de varianza en el (PI) peso inicial no se registraron diferencias estadísticas ($P>0.05$) sin embargo en el (PF) se observaron diferencias estadísticas $P>0.05$ los valores a los 63 días estuvieron en rangos de 83.42 a 105.59 g. se observa que la mayor ganancia de peso se da a partir del día 28 al día 63 con una ganancia promedio de 1,68 g.

Tabla 1. *Peso promedio del efecto de la densidad sobre el crecimiento de juveniles de chame.*

Tratamientos	Densidad	Peso inicial (PI)	Peso final (PF)
T1	40	24.00±2.26 ^a	105.59±4.31 ^a
T2	60	23.20±2.10 ^a	101.70±5.54 ^b
T3	80	23.92±1.68 ^a	83.42±10.30 ^c
CV		3.21	1.1
P-valor		0.2271	0.0001

Leyenda. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado: Por la autora

Para la variable longitud(cm) no existió diferencia estadísticas $P>0.05$ los tratamientos iniciaron en valores de 9.90 a 10.12 cm. A los 63 días tampoco se registraron diferencias estadísticas $P>0.05$ el mayor promedio se observó en el T1 con 20.04 cm difiriendo para T2 que obtuvo un valor de 19.51cm.

Tabla 2. *Longitud cm promedio del efecto de la densidad sobre el crecimiento de juveniles de chame.*

Tratamientos	Densidad	Peso inicial (PI)	Peso final (PF)
T1	40	10.00±2.26 ^a	20.04±4.31 ^a
T2	60	9.90±2.10 ^a	19.51±5.54 ^b
T3	80	10.12±1.68 ^a	19.86±10.30 ^c
CV		2.24	2.37
P-valor		0.0333	0.2321

Leyenda. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado: por la autora

En el ancho inicial no se reportaron diferencias estadísticas $P>0.05$ los valores promedios oscilaron entre 3.95 y 4.10 cm. En el ancho final tampoco se presentó diferencias significativas donde los promedios se mantuvieron entre 6.29 y 6.98 cm. En el grafico N 3 se observar un crecimiento homogéneo en todos los tratamientos desde la primera semana hasta la última semana de investigación.

Tabla 3. Ancho cm promedio del efecto de la densidad sobre el crecimiento de juveniles de chame.

Tratamientos	Densidad	Peso inicial (PI)	Peso final (PF)
T1	40	3.95±0.95 ^a	6.48±1.61 ^a
T2	60	4.05±1.10 ^a	6.37±1.30 ^a
T3	80	4.10±0.90 ^a	6.28±1.95 ^a
CV		8.24	3.12
P-valor		0.1847	0.3371

Leyenda: Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado: por la autora

4. Indicadores de crecimiento de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) en tres densidades en tecnología biofloc.

En la variable tasa de crecimiento absoluto (TCA) se registraron diferencias no significativas ($P>0.05$), donde el tratamiento T1 (40) obtuvo el mejor promedio con 1.46 a los 56 días de evaluación. De manera similar, en la tasa de crecimiento específico (TCE %) se encontraron diferencias significativas ($P>0.05$); el mayor valor se observó en el T2 (60) con 2.63%, mientras que el menor promedio correspondió al T1 con 2.62%. En la variable consumo de alimento (Co.A) no se evidenciaron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), mostrando todos los tratamientos una ligera similitud en sus medias.

En cuanto a la conversión alimenticia (CA), sí se registraron diferencias significativas, destacándose el T2 (60) con el mayor promedio de 2.76 g, diferenciándose ($P<0.05$) de los tratamientos T3 y T1, que alcanzaron 2.32 y 1.69, respectivamente. Finalmente, para el factor de condición (FC) también se encontraron diferencias significativas, siendo el mayor promedio el del T1 (40) con 5.27, difiriendo ($P<0.05$) del T3, que reportó un valor de 4.20.

Tabla4. *Parámetros zootécnicos del efecto de tres densidades en el crecimiento de alevines de chame*

Tratamiento	Densida	TCA	TCE%	Co.A	CA	FE
s	d					
T1	40	1.46± 0.08 a	2.62±0.15 a	2.67±0.05 a	1.69±0.19 a	5.27±0.05 a
T2	60	1.40±0.06 b	2.63±0.27 a	2.69±0.04 a	2.76±0.24 b	5.22±0.04 a
T3	80	1.06± 0.15 ^c	2.49±0.12 b	2.6 ±0.04 ^a	2.32±0.46 c	4.20±0.04 b
CV	2.02	0.80	9.95	0.63	124.68	65
Valor P	0.0001	0.0001	0.2867	0.6998	0.0001	0.0001

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$); D: Densidad: número de alevines por m² , TCA: Tasa de Crecimiento Absoluto, TCE: Tasa de Crecimiento Específico, Co.A: Consumo de Alimento. CA: Conversión Alimenticia, FC: Factor de Condición. Elaborado: por la autora

5. Parámetros físicos químicos del agua

Se evaluaron los promedios de pH, temperatura, oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal total y sólidos en suspensión durante el crecimiento de juveniles de chame bajo tres densidades de siembra en sistema biofloc. Los resultados no mostraron diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), lo que indica que en todos los tratamientos los parámetros de calidad del agua se mantuvieron dentro de los rangos óptimos para el cultivo de esta especie.

Tabla 5. Parámetros físicos-químicos en el sistema con tecnología biofloc.

Tratamientos	Temperatura	pH	Oxígeno disuelto ppm	Sólidos en suspensión (m.L ⁻¹)	Nitrógeno amoniacoal total(mg.L ⁻¹)
T1	28.99 ^a	7.44 ^a	4.85 ^a	4.33 ^a	0.34 ^a
T2	28.90 ^a	7.44 ^a	4.91 ^a	44.67 ^a	0.34 ^a
T3	28.81 ^a	7.37 ^a	4.86 ^a	44.62 ^a	0.34 ^a
CV	0.99	1.6	3.44	0.99	1.35
Valor P	0.0436	0.1165	0.3912	0.1381	0.2755

Elaborado: por la autora

4. Discusión

De acuerdo con (Oquendo y Vaca , 2025) , en el cultivo de juveniles de *Dormitator latifrons* en sistema biofloc se registró un pH de 7,70 en el tratamiento dos, mientras que en nuestro estudio los valores fueron de 7,44 en ambos tratamientos, manteniéndose dentro de rangos similares y adecuados para el cultivo de la especie. Sin embargo, en cuanto a la temperatura, dichos autores reportaron 27,12 °C, ligeramente inferior a la registrada en nuestro ensayo (28,81 °C), diferencia que puede atribuirse a las variaciones climáticas propias de la zona de estudio y al control térmico del sistema. En relación con el oxígeno disuelto, Oquendo & Vaca obtuvieron 6,54 mg/L, valor superior al 4,91 mg/L observado en nuestra investigación, Esta diferencia podría explicarse por las mayores densidades empleadas en nuestro estudio y la consecuente demanda metabólica y microbiana del sistema biofloc que tiende a reducir las concentraciones de oxígeno disponible.

Por su parte (Mendoza et al, 2021) en su estudio sobre el cultivo de *Prochilodus magdalenae* cultivado en tecnología biofloc reportaron valores de oxígeno disuelto de 7,20 mg/L, temperatura de 28,0 °C y pH de 7,9. En contraste, en el presente trabajo se

obtuvieron niveles de oxígeno disuelto de 4,86 mg/L, con una temperatura similar (28,81 °C) y un pH ligeramente inferior (7,44). La diferencia observada en el oxígeno disuelto podría deberse a la mayor demanda metabólica de los organismos cultivados y a la actividad heterotrófica propia del biofloc, que incrementa el consumo de oxígeno. Además, factores como la densidad de siembra, el nivel de aireación y la acumulación de materia orgánica pueden intensificar la competencia por oxígeno, generando un ambiente con menores concentraciones de este parámetro en relación con lo reportado por Mendoza et al. (2021).

En nuestro estudio, los parámetros físicos-químicos del agua en el tratamiento 2 (60 peces / m²) mostraron temperatura de 28.99 °C, pH 7.44 y oxígeno disuelto 4,91 mg/L, valores que, aunque similares en temperatura a los reportados por (Marlene Vera Portilla , 2021) para jaulas flotantes de *Dormitator latifrons* (29 °C, pH 7.7 y oxígeno disuelto 6,9 mg/L), reflejan diferencias importantes en oxígeno disuelto y pH. Estas variaciones podrían explicarse por la mayor densidad de siembra, menor recambio de agua o acumulación de materia orgánica en nuestro tratamiento, lo que incrementa la demanda biológica de oxígeno y genera un descenso en los niveles disueltos. Asimismo, el pH ligeramente inferior podría deberse a la acumulación de residuos metabólicos y alimento no consumido, afectando la alcalinidad local del sistema. A pesar de estas diferencias, los valores medidos permanecen dentro de rangos tolerables para la especie, aunque podrían influir en la eficiencia metabólica, el crecimiento y la supervivencia del chame. Este hallazgo indica la importancia de controlar de manera estricta los parámetros físicos-químicos, especialmente el oxígeno disuelto, para optimizar la producción en sistemas de jaulas flotantes y asegurar prácticas de cultivo sostenibles.

En comparación con el estudio de (Henandez Agreda Lizeth, 2017), en el que la longitud media de *Dormitator latifrons* alcanzó 13,80 cm, nuestros resultados mostraron una longitud media de 9,90 cm. Esta diferencia podría explicarse por factores como la densidad de siembra, que genera competencia por alimento y espacio; las condiciones físico-químicas

del agua, incluyendo el menor oxígeno disuelto registrado en nuestro tratamiento (4,91 mg/L); así como la calidad y frecuencia del alimento y posibles variaciones genéticas entre poblaciones. Estos hallazgos nos indica la importancia de ajustar las prácticas de manejo y alimentación para optimizar el crecimiento del chame en sistemas de cultivo locales

5. Conclusión

El tratamiento T1, que empleó una densidad de siembra de 40 peces/m² junto con tecnología biofloc, presentó los valores más altos en ganancia de peso, longitud y ancho final con valores de 105.59 g, 20.04 cm, 6.48 cm, respectivamente, lo que sugiere un crecimiento favorable para la cría de estos peces.

Los parámetros de: Tasa de conversión absoluta (TCA), tasa de conversión específica (TCE), conversión alimenticia (CA), consumo de alimento (Co.A) y factor de condición (FC) en juveniles en chame (*Dormitator latifrons*) en tres densidades en tecnología biofloc, mostró que la densidad T2 (60 peces/m²) obtuvo las mejores respuestas (2.63 %, 2.69 y 2.76%) respectivamente.

Los parámetros de calidad del agua como el oxígeno los tratamientos evaluados T1, T2 y T3 no mostraron diferencias estadísticas significativas, sus medias muestran valores similares en todas las variables, con pequeñas variaciones, lo cual nos indica que los peces fueron criados con los rangos óptimos para su desarrollo.

Contribución de autores: Todos los autores han contribuido sustancialmente al trabajo.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Adineh, H; Naderi, M; Jafaryan, H; Khademi Hamidi, M; Yousefi, M; Ahmadifar, E. 2022. Effect of Stocking Density and Dietary Protein Level in Biofloc System on the Growth, Digestive and Antioxidant Enzyme Activities, Health, and Resistance to Acute Crowding Stress in Juvenile Common Carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition* 2022. DOI: <https://doi.org/10.1155/2022/9344478>.

2. Diao, W; Jia, R; Hou, Y; Dong, Y; Li, B; Zhu, J. 2023. Physiological Parameters , Antioxidant Status and Lipid. *Animals* 13(1721):1–18.
 3. JAMAL, MT; BROOM, M; AL-MUR, BA; AL HARBI, M; GHANDOURAH, M; AL OTAIBI, A; HAQUE, MF. 2020. Biofloc technology: Emerging microbial biotechnology for the improvement of aquaculture productivity. *Polish Journal of Microbiology* 69(4):401–409. DOI: <https://doi.org/10.33073/PJM-2020-049>.
 4. Khanjani, MH; Sharifinia, M; Emerenciano, MGC. 2024. Biofloc Technology (BFT) in Aquaculture: What Goes Right, What Goes Wrong? A Scientific–Based Snapshot. *Aquaculture Nutrition* 2024. DOI: <https://doi.org/10.1155/2024/7496572>.
- Marlene Vera Portilla . (2021). *Estudio de engorde del chame (Dormitator latifrons) en jaulas flotantes con miras a producciones sustentables*. Doctoral dissertation, Ecuador–PUCSE–Escuela de Gestión Ambienta, Pontifica Universidad Católica del Ecuador Sede Esmeraldas , Esmeraldas – Ecuador. Recuperado el 05 de Octubre de 2025
 - Mendoza LC, P.–G. V.–G.–B. (29 de Julio de 2021). Potencialidad del cultivo de bocachico *Prochilodus magdalenae* con tecnología biofloc. *Orinoquia* , 15. doi:<https://doi.org/10.22579/20112629.706>
 - Oquendo y Vaca . (02 de junio de 2025). Cultivo de juveniles de chame (*Dormitator latifrons*) en un sistema biofloc. (2773–7772, Ed.) *Revista Científica Ciencias Naturales Y Ambientales*, 10. doi:<https://doi.org/10.53591/cna.v19i1.1980>.
 - Raza, B; Zheng, Z; Yang, W. 2024. A Review on Biofloc System Technology, History, Types, and Future Economical Perceptions in Aquaculture. *Animals* 14(10). DOI: <https://doi.org/10.3390/ani14101489>.
 - Vargas–Ceballos, MA; Ruiz–González, LE; Flores–Rodríguez, DM; Badillo–Zapata, D; Galavíz–Parada, JD; Vega–Villasante, F. 2024. Effect of Different Stocking Densities on Growth, Survival and Blood Parameters of Pacific Fat Sleeper *Dormitator latifrons* in a Small–Scale Aquaponic System. *Applied Sciences* (Switzerland) 14(24):1–10. DOI: <https://doi.org/10.3390/app142411476>.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Comparación Estructural Entre Muretes De Bloques De Hormigón Y El Sistema Constructivo EPS (Poliestireno Expandido).

Jeniffer Pamela Carranza Mala ¹  Lincoln Javier García Vincés ² 

¹ Departamento de Posgrado, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

² Departamento de Arquitectura y Construcciones civiles, Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.

✉ Correspondencia: jcarranza8058@utm.edu.ec  + 593 968042123

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83312>

Resumen: Este estudio desarrolla una comparación estructural entre muretes de bloques de hormigón y el sistema constructivo conformado por paneles de poliestireno expandido (EPS). La investigación se orienta a valorar el comportamiento de ambos sistemas frente a cargas aplicadas, analizando variables como la resistencia, la deformación y la respuesta frente a cargas crecientes. Para ello se elaboraron y ensayaron especímenes representativos de ambos sistemas, evaluando parámetros como la resistencia a compresión y la respuesta ante la carga última. Los resultados evidencian que los muretes de bloques presentan un mejor comportamiento en términos de rigidez, mientras que el sistema EPS destaca por su ligereza y eficiencia en el proceso constructivo. El estudio pretende proporcionar lineamientos técnicos que faciliten la elección del sistema constructivo más apropiado, considerando las exigencias estructurales, económicas y de sostenibilidad del sector de la construcción en el país.

Palabras claves: Comparación estructural, Bloques de hormigón, Sistema constructivo EPS, Resistencia a compresión, Deformación.

Structural Comparison Between Concrete Block Walls and the EPS (Expanded Polystyrene) Construction System

Abstract: This study presents a structural comparison between concrete block walls and a construction system comprised of expanded polystyrene (EPS) panels. The research aims to assess the behavior of both systems under applied loads, analyzing variables such as strength, deformation, and response to increasing loads. Representative specimens of both systems were prepared and tested, evaluating parameters such as compressive strength and response to ultimate load. The results show that the block walls exhibit superior performance in terms of stiffness, while the EPS system stands out for its lightness and efficiency in the construction process. The study aims to provide technical guidelines to facilitate the selection of the most appropriate



Cita: Jeniffer Pamela, C. M., & Lincoln Javier, G. V. (2025). Comparación Estructural Entre Muretes De Bloques De Hormigón Y El Sistema Constructivo EPS (Poliestireno Expandido). Green World Journal, 08(03), 312. <https://doi.org/10.53313/gwj83401>

Received: 20/October /2025

Accepted: 07/November /2025

Published: 9/November /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

construction system, considering the structural, economic, and sustainability requirements of the country's construction sector.

Keywords: Structural comparison, Concrete blocks, EPS construction system, Compressive strength, Deformation

1. Introducción

La industria de la construcción se enfrenta a una creciente demanda de soluciones innovadoras que optimicen los recursos, reduzcan costos, tiempo y fomenten la sostenibilidad ambiental. En este contexto, el análisis y la comparación de distintos sistemas constructivos, particularmente los muros de bloques de hormigón y aquellos que utilizan Poliestireno Expandido (EPS), emerge como una línea de investigación significativa. Ambos sistemas presentan diversas ventajas y limitaciones, las cuales pueden impactar de manera considerable en el rendimiento estructural de los edificios. Sin embargo, aún se requiere una comparación detallada y sistemática entre estos dos sistemas constructivos, especialmente en cuanto a su comportamiento mecánico bajo condiciones de cargas controladas.

Uno de los elementos más empleados en la construcción de la fachada de los edificios y sus particiones interiores son los bloques de hormigón [1]. Los bloques de hormigón son elementos muy utilizados en edificación, debido a su bajo coste, su buen desempeño y la facilidad de montaje que tiene en los muros [2]. No obstante, presentan desafíos como tiempos de construcción prolongados debido a la necesidad de instalar y endurecer morteros individuales, además de requerimientos logísticos significativos para el almacenamiento y manejo de materiales.

Actualmente, el sector de la construcción consume grandes cantidades de materias primas para la construcción de sus edificios, lo que genera un gran volumen de residuos. Por lo tanto, es común el interés en reducir el consumo de recursos naturales que utiliza este sector, promoviendo así técnicas constructivas que sigan las directrices de sostenibilidad [3].

Los expertos del ámbito de la construcción están constantemente buscando propuestas y métodos estructurales que integren de manera efectiva los principios de desarrollo sostenible y eficiencia. Dentro de este marco, el poliestireno expandido o poliestireno EPS es un material plástico, derivado del poliestireno, que se utiliza sobre todo en el sector de la construcción y del envasado. Es un perfecto aislante térmico, en el ámbito de la construcción, este plástico se utiliza para revestir fachadas por ser un gran aislante térmico del calor y del frío y a la hora de reciclar poliestireno EPS es posible y muy beneficioso para el medio ambiente [4].

Los materiales de construcción convencionales, como los ladrillos de arcilla cocida (FCB) y los bloques de hormigón, son costosos y, en algunos casos, perjudiciales para el medio ambiente [5]. Si bien es cierto que seguimos utilizando un sistema constructivo, que ha demostrado ser resistente estructuralmente y durable con el paso del tiempo, hay un aspecto muy importante a considerar en estos tiempos, que es el impacto ambiental que genera la construcción a su entorno [6].

La comparación estructural entre estos dos sistemas resulta especialmente pertinente ante la creciente necesidad de soluciones constructivas que sean más económicas y ofrezcan mejores características. Los bloques de hormigón son reconocidos por su resistencia y durabilidad y el EPS ha ido cobrando protagonismo en el ámbito de la construcción gracias a sus excelentes propiedades aislantes y su bajo impacto ambiental.

Este artículo plantea la hipótesis de que, si bien ambos sistemas presentan ventajas en diferentes contextos, el EPS podría alcanzar propiedades mecánicas similares a las del bloque de hormigón, al tiempo que ofrece beneficios adicionales en términos de aislamiento térmico y eficiencia energética, especialmente en climas cálidos.

El propósito de este artículo es ofrecer una comprensión profunda de cómo estos dos sistemas influyen en la construcción moderna y de qué manera, gracias a sus propiedades estructurales, pueden facilitar soluciones más sostenibles y eficientes. Se espera que este análisis no solo enriquezca el ámbito de la investigación en ingeniería civil, sino que también se convierta en una herramienta valiosa para los profesionales del sector, facilitando la toma de decisiones sobre los materiales más idóneos para diversos tipos de proyectos de construcción.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

Para llevar a cabo esta investigación de carácter experimental sobre los ensayos de muretes y prismas, se adquirió bloques de hormigón de fabricación artesanal. Las dimensiones del molde son 40 cm de base, 20 cm de altura y 7 cm de espesor. La producción de estos bloques de hormigón se realiza en el paso lateral y Manabí Guillen (frente al Encebollado el Mariachi 2), en el Cantón Portoviejo, propiedad del Sr. José Mendoza Vélez, fundada en el año 2019. Su ubicación georreferenciada es ($1^{\circ}01'43.5''\text{S}$ $80^{\circ}28'60.0''\text{W}$). En la figura 1 se muestra la ubicación geográfica de la fábrica de bloques de hormigón.

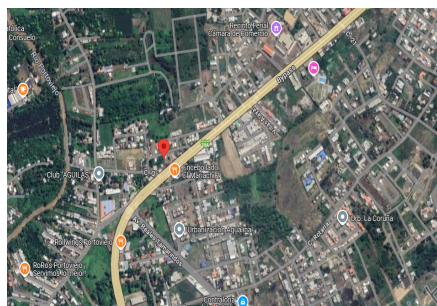


Figura 1. Ubicación geográfica de la obtención de la muestra de los bloques de hormigón.

De la misma manera se adquirió el sistema constructivo EPS mediante PANECONS S.A., empresa subsidiaria de Mutualista Pichincha, constituida en el año 2004. Ubicados en la ciudad de Quito, Av. 18 de septiembre E4-161 y Juan León Mera, como se muestra en la figura 2.

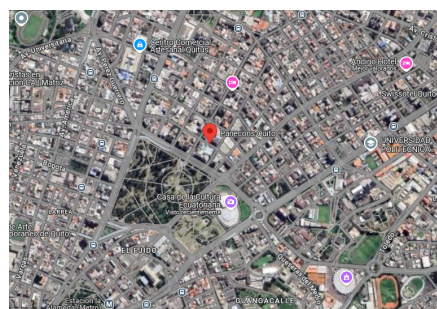


Figura 2. Ubicación geográfica de la empresa PANECONS S.A.

2.2. Métodos

El presente estudio se realizó con el objetivo de evaluar la resistencia a compresión y corte de la mampostería de bloques de hormigón y sistema constructivo basado en EPS, este estudio se realizó de manera experimental a través de ensayos de muretes y prismas bajo condiciones de cargas controladas. Se emplearon bloques de hormigón artesanales, sistema constructivo EPS marca comercial HORMI2, además de mortero de pega para unión de las unidades de mampostería usado en ambos sistemas constructivos, el cual estaba compuesto de cemento Selvalegre, arena y agua en una dosificación correspondiente a 1:2.5:0.5; El estudio se centró en un enfoque cuantitativo, dado que el análisis de los datos se fundamenta en variables medibles. Esto facilita la realización de estimaciones precisas sobre el comportamiento estructural de ambos sistemas constructivos.

El método utilizado en este estudio fue de carácter experimental de campo y documental, con el propósito de establecer criterios que permitan generar un muestreo representativo para relacionar las propiedades mecánicas de la mampostería de bloques de hormigón y el sistema constructivo basado en EPS. A través de ensayos experimentales y el análisis de fuentes documentales pertinentes, se busca identificar las diferencias en el comportamiento estructural de ambos sistemas constructivos bajo condiciones de carga controlada. Estos esfuerzos proporcionarán datos cuantificables y comparables sobre su resistencia a la compresión y al corte.

El instrumento se presenta como una ficha técnica diseñada para identificar y registrar los aspectos clave que deben ser observados y evaluados en la comparación estructural entre los muretes de bloques de hormigón y el sistema constructivo basado en EPS. Su propósito es ofrecer datos precisos que faciliten una evaluación comparativa del comportamiento de ambos sistemas bajo condiciones de carga controlada.

2.3. Materiales

A continuación, se presenta una descripción de cada uno de los materiales utilizados en el desarrollo de este estudio.

2.3.1. Bloques de hormigón

Los bloques de hormigón se elaboran en una fábrica de manufactura artesanal, utilizando como materia prima cemento, agua, arena y chasqui. Estos componentes se mezclan en una máquina o mezcladora giratoria hasta obtener una masa completamente homogénea. Este material ha sido fundamental en la construcción de obras civiles debido a su durabilidad y versatilidad. Las dimensiones de las unidades de mampostería son de 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 7 cm de espesor. La fábrica se encuentra en el paso lateral, en Manabí Guillen (frente a Encebollado El Mariachi 2), en el cantón Portoviejo.

Se realizaron ensayos en los bloques de hormigón para determinar la resistencia a compresión de estos elementos basándose en la NTE INEN 3066 correspondiente al Anexo E sección 5 [7]. Se determinó un promedio al evaluar un total de tres muestras, las cuales fueron obtenidas directamente de la fábrica.

Para determinar la resistencia a compresión de las unidades de mampostería se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Resistencia a compresión del área neta, (MPa)} = \frac{P_{max}}{A_n}$$

Donde P_{max} corresponde a la carga máxima de compresión (Newton), mientras que, A_n es el área neta de la unidad (mm²). Los resultados de los ensayos realizados se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Resultados obtenidos correspondiente a la prueba a compresión en unidades de mampostería.

Dimensiones del bloque entero (mm)			Dimensiones de los huecos del bloque (mm)		
Largo	Ancho	Alto	Largo	Ancho	Alto
400	70	200	100	30	180
ID	Edad (Días)	Lectura dial (Kgs)	Área bruta de la sección transversal (mm ²)	Área neta de la sección transversal (mm ²)	Resistencia a compresión del área neta (Mgp)
Bloques	7	9198	28000	19000	6,6
	14	10839	28000	19000	7,7
	28	11961	28000	19000	8,5

1. ¹Elaborado por autores

En base a los resultados obtenidos y según la NTE INEN 3066 en la sección de clasificación y requisitos [7], los bloques se los puede clasificar en Clase B (mampostería no estructural).

2.3.3. Malla de acero

Malla electrosoldada con alambres de 3mm de diámetro (figura 3), empleada en los muretes con bloques de hormigón con la finalidad de que ambos sistemas constructivos cumplan una función estructural similar, garantizando así la resistencia, estabilidad y durabilidad necesarias para soportar eficientemente las cargas.



Figura 3. Malla de acero.

2.3.4. Mortero

El mortero es una mezcla que se elabora a partir de cemento Portland, áridos finos y agua, combinados en distintas proporciones para lograr morteros con variados niveles de resistencia. Este material se utiliza principalmente para unir o reparar elementos tanto estructurales como no estructurales.

Se realizaron pruebas para evaluar la resistencia a compresión del mortero, siguiendo las directrices establecidas en la norma NTE INEN 488-09 [8]. Esta norma define los parámetros necesarios para cumplir con los requisitos generales en los ensayos, los cuales se realizan a los 7, 14 y 28 días, considerando la edad de las muestras. Para estas pruebas, se emplearon cubos de mortero con aristas de 50mm. A continuación, se describe la fórmula para determinar la resistencia:

$$f_m = \frac{P}{A}$$

Donde f_m es la resistencia a compresión en MPa, P es la carga total máxima de la falla en N y A es el área de la sección transversal del cubo a la que se aplica la carga, en mm².

2.3.5. Sistema constructivo EPS

El panel está formado por un núcleo de poliestireno expandido EPS de densidad 12 g/l, de diferentes espesores. La superficie presenta geometría acanalada y rugosa especialmente diseñada para la mejor adherencia del microhormigón. En todos los casos el poliestireno usado es de tipo Ignífugo clase F1.

Las mallas y conectores tipo electrosoldados se constituyen de alambres de acero trellado de alta resistencia con recubrimiento galvánico (figura 4). Además de la calidad garantizada por los proveedores de materia prima internamente se realizan controles para asegurar una soldadura



resistente y homogénea, las mallas electro-soldadas son probadas en laboratorio bajo norma NTE INEN 2209.

Figura 4. Panel simple estructural de 60mm de espesor: (a) Estructuración del panel; (b) Panel HORMI2 de 2.60m x 1.20m.

2.3.6. Prismas

Los bloques empleados en los prismas provenían directamente de la planta de fabricación, y el mortero se mezcló en el lugar de trabajo con una relación de 1:2.5, estaban formados por 3 hiladas. Las piezas utilizadas midieron 40 cm de ancho y 55 cm de alto, y se unieron mediante juntas de mortero de 15 mm en ambas direcciones; estos aspectos se representan en la figura 5.



Figura 5. Prismas con bloques de hormigón.

De manera similar, se construyeron los prismas correspondientes al sistema EPS. El mortero se preparó en obra con una dosificación de 1:2.5, mientras que las piezas empleadas presentaron dimensiones de 40 cm de ancho y 55 cm de alto. Estos detalles se ilustran en la Figura 6.



Figura 6. Prismas con sistema EPS.

2.3.7. Muretes

Los muretes de bloques de hormigón fueron construidos con unidades de mampostería obtenidos en el lugar de fabricación, y el mortero fue preparado en sitio con una proporción de 1:2.5, estaban formados por 3 hiladas. Las dimensiones de las unidades fueron de 64 cm x 64 cm, con juntas de mortero de 15 mm en ambas direcciones, horizontal y vertical. Estos detalles están ilustrados en la figura 7.

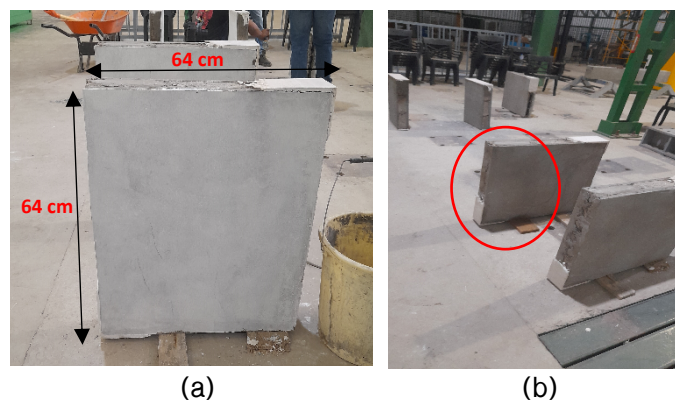
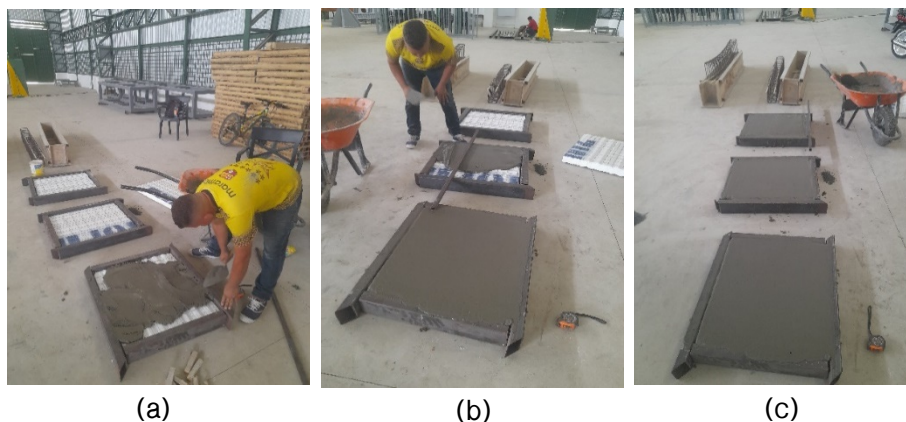


Figura 7. Muretes: (a) Vista frontal de los muretes de 64 cm x 64 cm; (b) Evidencia de las 3 hiladas en cada murete.

En los muretes con el sistema constructivo EPS, se utilizó el panel tipo simple estructural (PSE) con un espesor de 60 mm para su construcción. Las dimensiones de las unidades son de 64 cm x 64 cm, con mortero preparado en sitio con una proporción de 1:2.5. Estas



características se pueden observar en la figura 8.

Figura 8. Proceso de elaboración de muretes con el sistema constructivo EPS: (a) Enlucido de la primera cara del panel; (b) Enlucido de la segunda cara; (c) Muretes listos para el almacenaje.

2.4. Metodología de ensayo

2.4.1. Construcción de prismas para ensayos de resistencia a compresión y procedimiento de ensayo

Los prismas utilizados para probar la resistencia a la compresión deben fabricarse con los mismos materiales, proporciones y técnicas que se usarán en la construcción real. Esto asegura que reflejen con precisión el comportamiento estructural del sistema. Además, deben tener una altura no menor al doble de su lado más corto y contar, como mínimo, con dos hileras de bloques de mampostería.

La NEC (2015) [9] establece una serie de requisitos fundamentales que deben cumplir los prismas utilizados en ensayos. Es fundamental que el espesor del prisma debe coincidir con el de los muros y vigas de la estructura y la longitud debe ser mayor o igual al espesor y a la longitud de la unidad de albañilería. Además, su altura debe cumplir ciertos criterios: contener al menos tres hiladas y tener una relación altura/espesor igual o superior a 3.

Al concluir la construcción de los prismas, se inicia el tratamiento de curado correspondiente después de las primeras 24 horas desde su elaboración. Este paso es fundamental, ya que asegura condiciones óptimas para el desarrollo de la resistencia del mortero y proporciona la hidratación adecuada a cada uno de los elementos. Posteriormente, los prismas se cubren con polietileno de baja densidad durante un periodo de 14 días. En las semanas previas a los ensayos, es esencial destapar los elementos para permitir que se expongan a las condiciones ambientales del laboratorio. Finalmente, los prismas serán sometidos a ensayo una vez alcanzados los 28 días de curado.

Es necesario realizar un refrentado en las caras de apoyo de los prismas para asegurar un contacto adecuado con los cabezales de carga. Este refrentado se lleva a cabo utilizando una pasta de yeso, mismo que no debe exceder los 4mm.

Antes del ensayo, se inicia con la limpieza de las placas de apoyo para asegurar que ningún agente externo interfiera en la superficie de contacto del prisma. A continuación, se lleva a cabo una medición meticulosa de las aristas, la base y el espesor de cada prisma. Luego, se colocan los transductores (LVDT) correctamente, ya que esto permitirá obtener mediciones precisas de los desplazamientos en la cara interna del prisma. Una vez que se han verificado todas las condiciones de montaje del espécimen, se procede a iniciar el ensayo, aplicando la carga de manera gradual y constante hasta alcanzar el punto de rotura.

La figura 9 muestra los dos prismas de bloques de hormigón y en la figura 10 se evidencian los dos prismas con sistema EPS ensayados en el marco de reacción.

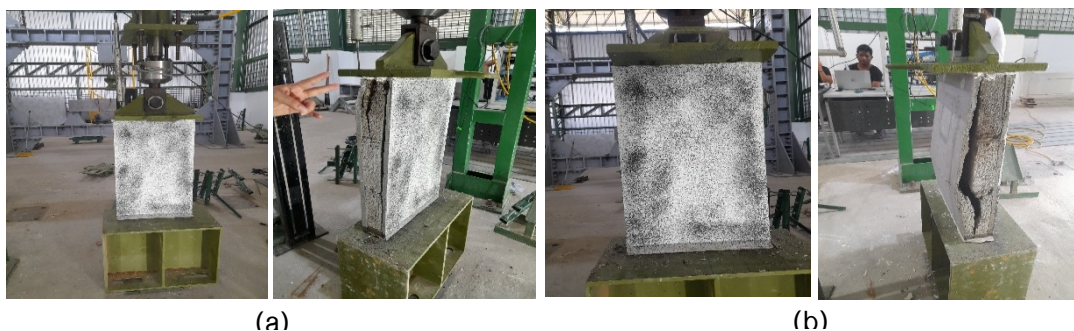


Figura 9. Prismas de bloques de hormigón: (a) PB-001; (b) PB-002.



Figura 10. Prismas con sistema EPS: (a) PH-001; (b) PH-002.

2.4.2. Construcción de muretes para ensayos de resistencia a compresión diagonal y procedimiento de ensayo

Los elementos o especímenes deben ser fabricados bajo las mismas condiciones que se emplearán en la producción real, utilizando los mismos materiales y la misma mano de obra, con el fin de obtener datos representativos y lo más cercanos posible a las condiciones que se presentarán durante la ejecución en planta.

De acuerdo con la NEC (2015) [9], los muretes de mampostería deben cumplir con ciertas condiciones esenciales. Entre estas, es importante que la longitud de sus aristas sea, como mínimo, de 60 cm en cada lado. Además, es necesario definir el espesor de las juntas, tanto verticales como horizontales, antes de iniciar la construcción.

Una vez finalizada la etapa de elaboración, es fundamental llevar a cabo la hidratación de los muretes como parte del proceso de curado. Este tratamiento asegura condiciones óptimas tanto para las unidades de mampostería como para el mortero de pega. Se recomienda seguir el mismo procedimiento utilizado para los prismas, cubriendo los muretes con polietileno de baja densidad durante un periodo de 14 días.

Al concluir el período de curado, es fundamental que los muretes sean colocados en las condiciones ambientales estándar del laboratorio antes de proceder con los ensayos, los cuales se realizarán a los 28 días de curado. Al menos 24 horas antes de la prueba, se debe aplicar un refrentado con pasta de yeso en los cabecales de apoyo, asegurándose de que el espesor no exceda los 4 mm. Antes del ensayo, los muretes deben posicionarse en un ángulo de 45 grados sobre la prensa de ensayo, luego se colocan los transductores (LVDT) correctamente, asegurando que todo el sistema esté en condiciones óptimas, se aplica la carga de forma progresiva hasta alcanzar el punto de falla.

La Figura 11 ilustra los muretes con bloques de hormigón y la Figura 12 los muretes con sistema EPS, ambos sometidos a ensayo en el marco de reacción.

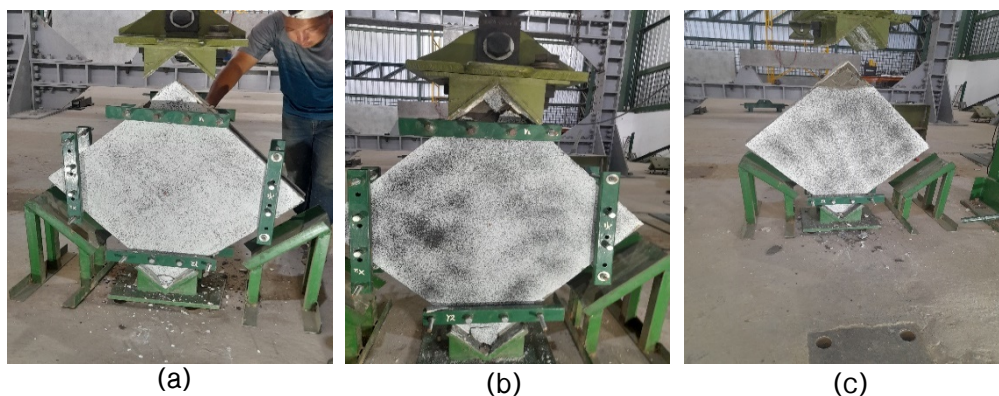
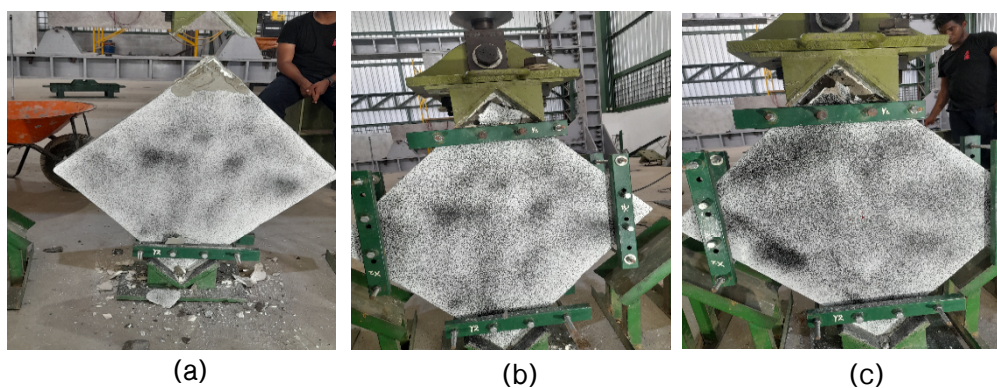


Figura 11. Muretes con bloques de hormigón: (a) MB-001; (b) MB-002; (c) MB-



003.

Figura 12. Muretes con sistema EPS: (a) MH-001; (b) MH-002; (c) MH-003.

2.4.3. Elaboración de especímenes de mortero

Se coloca en los compartimientos una capa de 25mm aproximadamente. El mortero en cada compartimiento se compacta con el pisón 32 veces en 10 segundos, en 4 vueltas. La iniciación de cada vuelta se efectúa a 90° con respecto a la anterior y consiste en 8 golpes adyacentes repartidos sobre la superficie. La presión para compactar el espécimen debe ser la

necesaria para asegurar un llenado. Las 4 vueltas (32 golpes) se deben completar en un espécimen antes de empezar con el siguiente, tal como se muestra en la figura 13.

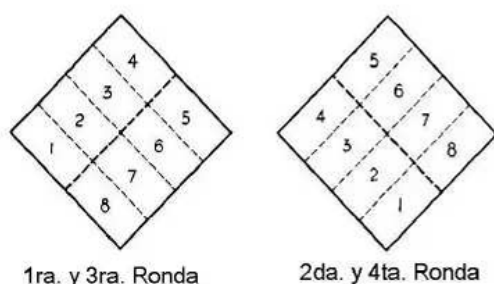
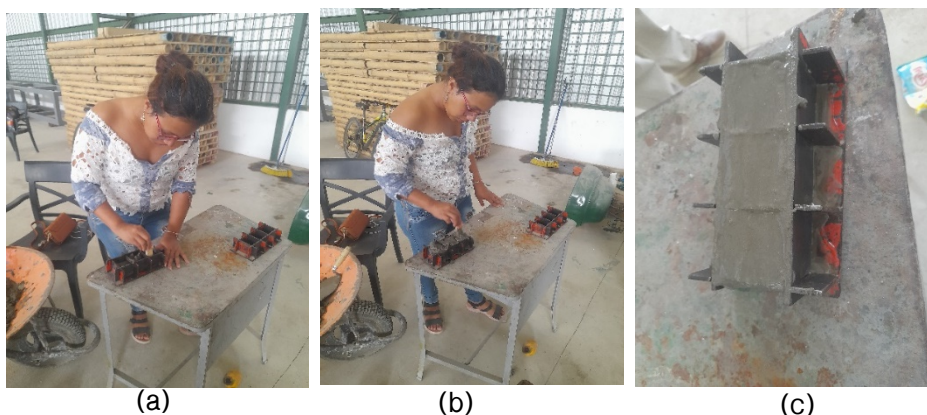


Figura 13. Orden de apisonado al moldear los especímenes de ensayo.

Una vez terminada la primera capa en todos los especímenes, los compartimientos se llenan usando el resto de mortero y se vuelve a compactar como la primera capa. En la segunda capa todo el mortero que sobresalga del molde después de cada vuelta se regresa al compartimiento con la mano cubierta con un guante. Luego de terminar la compactación el mortero sobresaliente se extiende suavemente con la cuchara de albañil y a continuación se aplanan, tal como se evidencia en la figura 14.

Regresando a los compartimientos el material que se encuentra en los bordes, una sola vez a ángulos rectos sobre cada espécimen y en dirección normal al eje longitudinal del molde se enrasa con la cuchara ligeramente inclinada por una sola vez. Se elimina el exceso del mortero haciendo un corte en la orilla de la cuchara exprimiéndole un movimiento corte de sierra en el



sentido longitudinal del molde. Finalizamos identificando y protegiendo la muestra realizada.

Figura 14. (a) Compactación de la primera capa de los especímenes de ensayo; (b) Compactación de la segunda capa de los especímenes de ensayo; (c) Especímenes elaborados.

2.5. Métodos

Las pruebas de resistencia a compresión y compresión diagonal se llevaron a cabo conforme a la norma ASTM E-519 [10] para muretes, y siguiendo lo indicado en los capítulos 10 y 11 de la norma ASTM C-1314 [11] en el caso de los prismas.

2.5.1. Ensayos de Compresión Diagonal en Muretes

El esfuerzo de compresión diagonal se calcula utilizando la siguiente fórmula:

$$S_s = \frac{0,707 * P}{A_n}$$

Donde P la carga aplicada en kN durante el ensayo y A_n es el área neta expresada en mm de los elementos a ensayar.

El área neta de los muretes de mampostería se determina mediante la siguiente expresión:

$$A_n = \left(\frac{w + h}{2} \right) * t * n$$

Donde w es la base del elemento expresado en mm, h es la altura del elemento expresado en mm, t es el espesor total del elemento expresado en mm y n porcentaje de la superficie bruta que es sólida, expresando en decimales.

A partir de los valores obtenidos durante el ensayo se calcula la deformación a corte de los elementos ensayados con la siguiente fórmula:

$$\gamma = \frac{\Delta_x + \Delta_y}{g}$$

Donde Δ_x es el acortamiento del elemento en dirección paralela a la carga, expresado en mm, Δ_y acortamiento del elemento en la dirección perpendicular a la carga, expresado en mm y g es la longitud calibrada del elemento en la dirección paralela a la carga, expresado en mm.

De tal modo que se calcule el módulo de rigidez del elemento en base a la siguiente expresión:

$$G = \frac{S_s}{\gamma}$$

Donde S_s es el esfuerzo de corte de la mampostería y γ es la deformación a corte.

2.5.2. Ensayos de Compresión en Prismas

La resistencia a compresión de la mampostería se determinará de la siguiente manera:

$$f'm = \frac{P}{A_n} * h_p/t_p$$

Donde P es la carga aplicada en N, A_n es el área transversal neta y h_p/t_p es el factor de corrección de esbeltez.

Se determina el área transversal neta de los prismas con la siguiente expresión:

$$A_n = b * t$$

Donde b es la base y t es el espesor.

3. Resultados

Los ensayos se efectuaron en el Marco de Reacción del Laboratorio de Estructuras de la Universidad Técnica de Manabí. Para el análisis comparativo se consideraron diferentes configuraciones de muretes y prismas, las cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Configuración de muretes y prismas con su respectivo código.

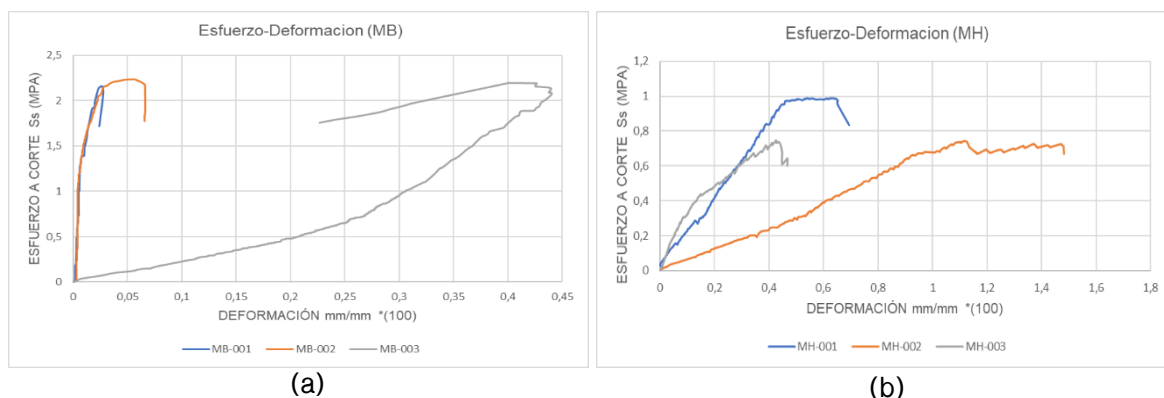
Configuración de murete	Códigos
Ensayos de muretes con bloques de hormigón	M1, M2, M3
Ensayos de muretes con sistema EPS	L1, L2, L3
Ensayos de prismas con bloques de hormigón	E1, E2
Ensayos de prismas con sistema EPS	P1, P2

2. ¹Elaborado por autores

3.1. Ensayo de corte por tracción diagonal en muretes de mampostería

La figura 15-a ilustra las curvas esfuerzo-deformación de los especímenes con bloques de hormigón. El murete MB-001 tuvo un comportamiento lineal elástico hasta los 2,158 MPa con una deformación de 0,00027. De manera similar, el MB-002 mantuvo un comportamiento lineal elástico hasta los 2,236 MPa, registrando una deformación de 0,00056. Por su parte, el MB-003 evidenció un comportamiento lineal elástico hasta los 2,197 MPa alcanzando una deformación de 0,00402.

La Figura 15-b presenta las curvas esfuerzo-deformación de los especímenes elaborados con el sistema EPS. El murete MH-001 exhibió un comportamiento lineal elástico hasta los 0,989 MPa, con una deformación de 0,00631. De igual manera, el MH-002 mantuvo una respuesta lineal elástica hasta los 0,744 MPa, alcanzando una deformación de 0,01117, mientras que el MH-003 presentó un comportamiento lineal elástico hasta los 0,747 MPa, con una deformación



de 0,00426.

Figura 15. Curvas esfuerzo a corte – deformación; (a) muretes con bloques de hormigón; (b) muretes con sistema EPS.

En la Tabla 3 se detallan los resultados experimentales del ensayo de corte aplicado a los muretes.

Tabla 3. Resumen de resultados del ensayo a corte de los muretes.

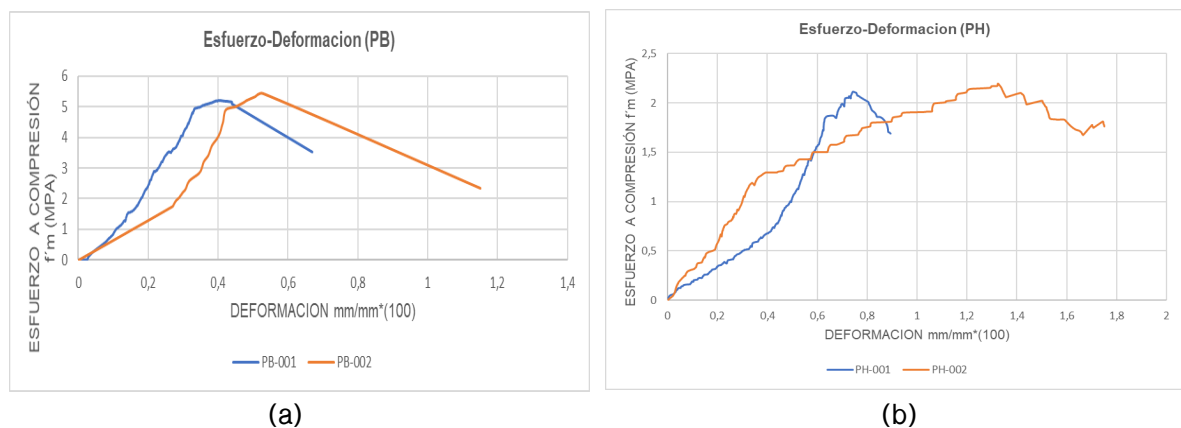
CÓDIGO	Carga P	Carga promedio P	Esfuerzo a corte Ss ASTM E519	Esfuerzo a corte Ss ASTM E519	Deformación γ	Deformación Promedio γ	Módulo de corte G ASTM E519	Desplazamiento	
	kN	kN	Mpa	Mpa	mm/mm	mm/mm	Mpa	x	y
MB-001	91,410	93,053	2,158	2,197	0,00027	0,00162	8044,636	0,060	0,109
MB-002	94,700		2,236		0,00056		3967,537	0,040	0,315
MB-003	93,050		2,197		0,00402		547,010	0,207	2,323
MH-001	92,280	77,170	0,989	0,827	0,00631	0,00725	156,631	0,054	3,922
MH-002	69,460		0,744		0,01117		66,585	0,100	6,940
MH-003	69,770		0,747		0,00426		175,364	0,040	2,645

3. ¹Elaborado por autores

3.2. Ensayo de resistencia a compresión en prismas de mampostería ($f'm$)

En la Figura 16-a se ilustran las curvas esfuerzo – deformación correspondiente a los prismas con bloques de hormigón, donde se observa que las dos curvas de los dos especímenes alcanzan esfuerzos similares. El prisma PB-001 SF obtuvo una resistencia a la compresión máxima de 5,209 MPa alcanzando una deformación de 0,004072 y el PB-002 muestra que a los 5,433 MPa llega al fallo con una 0,005290 de deformación.

Por su parte, la Figura 16-b muestra las curvas esfuerzo–deformación obtenidas para los prismas elaborados con el sistema EPS, en las cuales también se aprecia un comportamiento semejante entre los dos especímenes. El prisma PH-001 SF alcanzó una resistencia máxima a compresión de 2,113 MPa, con una deformación de 0,007422, en tanto que el PH-002 presentó



el fallo a una tensión de 2,194 MPa y una deformación de 0,013242.

Figura 16. Curvas esfuerzo a corte – deformación; (a) prismas con bloques de hormigón; (b) prismas con sistema EPS.

En la Tabla 4 se detallan los resultados experimentales del ensayo de resistencia a compresión aplicado a los prismas.

Tabla 4. Resumen de resultados del ensayo a compresión de los prismas.

CÓDIGO	Carga P	Carga promedio P	Esfuerzo a compresión Fm ASTM C1314	Esfuerzo a compresión promedio Fm ASTM C1314	Deformación γ	Deformación Promedio γ	Módulo de elasticidad Em NEC 2015	Módulo de corte G NEC 2015
	kN	kN	Mpa	Mpa	mm/mm	mm/mm	Mpa	Mpa
PB-001	95,360	97,405	5,209	5,321	0,004072	0,005	1470,700	588,280
PB-002	99,450		5,433		0,005290		1929,565	771,826
PH-001	69,290	70,610	2,113	2,154	0,007422	0,010	165,643	66,257
PH-002	71,930		2,194		0,013242		300,999	120,400

4. ¹Elaborado por autores

3.3. Ensayo para determinar la resistencia a compresión de mortero de revestimiento

Los resultados de los ensayos realizados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la rotura de los especímenes de mortero

MUESTRA	EDAD (DÍAS)								
	7			14			28		
	Lectura dial Kgs	Carga unitaria Mpa	Carga en porcentaje	Lectura dial Kgs	Carga unitaria Mpa	Carga en porcentaje	Lectura dial Kgs	Carga unitaria Mpa	Carga en porcentaje
M1	3212	12,6	84	4660	18,3	122	5058	19,8	132
M2	3089	12,1	81	4415	17,3	115	5384	21,1	141
M3	3228	12,7	85	4346	15,6	104	5052	20,2	135

5. ¹Elaborado por autores

4. Discusión

Los resultados del ensayo de corte (Tabla 3) muestran diferencias notables en el comportamiento de los muretes según el sistema constructivo utilizado. Los muretes elaborados con bloques de hormigón alcanzaron una carga promedio de 93,053 kN, valor superior al obtenido en los muretes con sistema EPS de 77,170 kN, lo que evidencia una mayor capacidad resistente y rigidez en la mampostería tradicional frente al sistema liviano de paneles EPS.

El espécimen MB-002 presentó la mayor carga de rotura dentro del grupo de bloques de hormigón, mientras que el MH-001 destacó entre los muretes del sistema EPS. Esta variación puede atribuirse a diferencias en la calidad de los materiales, el control de la ejecución o la homogeneidad de los componentes. Asimismo, la menor deformación promedio observada en los muretes de hormigón (0,162 %) confirma su comportamiento más rígido y frágil, a diferencia de los muretes con sistema EPS, que mostraron una respuesta más flexible y una mejor capacidad de disipación de energía.

En conjunto, los resultados sugieren que los muretes construidos con bloques de hormigón presentan un mejor desempeño frente a esfuerzos cortantes, mientras que los muretes del sistema

EPS podrían ofrecer ventajas relacionadas con su menor peso y mayor deformabilidad, aspectos relevantes en el diseño de estructuras sismorresistentes.

Por otra parte, los resultados del ensayo de compresión de prismas (Tabla 4) muestran diferencias claras entre ambos sistemas constructivos. Los prismas elaborados con bloques de hormigón alcanzaron una carga promedio de 97,405 kN, superior a la obtenida en los prismas con sistema EPS, cuya carga promedio fue de 70,610 kN. El espécimen PB-002 registró la mayor carga de rotura (99,450 kN) con una deformación de 0,529 %, mientras que el PH-002 alcanzó una carga máxima de 71,930 kN y una deformación de 1,324 %.

Estos resultados muestran que los prismas contruidos con bloques de hormigón presentan una mayor resistencia a compresión y menor deformabilidad, lo que evidencia un comportamiento más rígido y frágil. En cambio, los prismas con sistema EPS mostraron mayor capacidad de deformación antes de la falla, indicando una respuesta más flexible que podría favorecer la disipación de energía frente a cargas repetitivas o sísmicas.

Finalmente, los resultados del ensayo de compresión del mortero (Tabla 5) muestran que el mortero utilizado alcanza una resistencia compatible con la clasificación M20, según los criterios de la NEC-SE-MP Mampostería Estructural. El cumplimiento de la resistencia mínima requerida a los 28 días (20 MPa) confirma que el material responde adecuadamente a las exigencias estructurales previstas. Asimismo, este desempeño sugiere que el proceso de elaboración y curado del mortero fue apropiado, contribuyendo a garantizar su comportamiento mecánico dentro del conjunto de los muretes evaluados.

5. Conclusión

El análisis comparativo entre los sistemas constructivos de bloques de hormigón y paneles con poliestireno expandido (EPS) permitió identificar diferencias notables en su comportamiento estructural. Los resultados experimentales evidenciaron que los elementos elaborados con bloques de hormigón alcanzaron mayores valores de resistencia a compresión y corte, mostrando un comportamiento más rígido y frágil, característico de materiales de alta densidad y baja deformabilidad.

Por su parte, los muretes y prismas contruidos con el sistema EPS presentaron una menor capacidad resistente, pero una mayor deformabilidad antes de la falla, lo que indica un comportamiento más dúctil y una mejor capacidad de disipación de energía, cualidades que pueden ser favorables en estructuras sujetas a cargas dinámicas o sísmicas.

Ambos sistemas ofrecen ventajas que pueden considerarse complementarias: los bloques de hormigón destacan por su robustez y durabilidad, mientras que el sistema EPS aporta ligereza, aislamiento térmico y una reducción en el impacto ambiental asociado al proceso constructivo. En este sentido, el uso de materiales industrializados como el EPS responde a las demandas actuales de sostenibilidad, eficiencia energética y optimización de recursos en la construcción.

Los resultados obtenidos permiten concluir que el sistema EPS constituye una alternativa técnica viable para edificaciones de baja y mediana altura, siempre que se apliquen criterios adecuados de diseño estructural y control de calidad. Se recomienda continuar con investigaciones que evalúen su desempeño sísmico, durabilidad y comportamiento térmico, con el fin de fortalecer su aplicabilidad en el contexto de la construcción sostenible en Ecuador.

Contribución de autores: Todos los autores han contribuido sustancialmente al trabajo.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

- [1] Madrid, M. García Frómeta, Y. Cuadrado, J. Blanco, m. (2022). Análisis de ciclo de vida en bloques de hormigón: comparación del impacto producido entre bloques tradicionales y con subproductos. *Informes de la Construcción*, Vol. 74, 566, e438.
- [2] Dominguez Santos, D. (2021). Rendimiento estructural de bloques de hormigón con agregados de madera para la construcción de edificios de mediana y gran altura. *Informes de la Construcción*, Vol. 73, 564, e414.
- [3] Fioriti, C., Segantini, R., Pinheiro, J., Akasaki, J., Spósito, F. (2020). Bloques de mampostería de hormigón liviano fabricados con caucho de neumáticos y metacaolín. *Revista Ingeniería de Construcción*, Vol 35 N°3 2020.
- [4] Jaramillo, H., Regino, F., Gómez, J. (2023). Análisis de las propiedades mecánicas en bloques de cemento con incorporación de plástico, reforzado con poliestireno revestido en malla hexagonal galvanizada. *Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada*, Volumen 1 – Número 35.
- [5] Islam, M. S., Tausif-E-Elahi, Shahriar, A. R., Nahar, K., & Hossain, T. R. (2020). Strength and Durability Characteristics of Cement-Sand Stabilized Earth Blocks. *Journal of Materials in Civil Engineering*, 32(5). [https://doi.org/10.1061/\(asce\)mt.1943-5533.0003176](https://doi.org/10.1061/(asce)mt.1943-5533.0003176)
- [6] Quintero, E., Moreno, J., García, L., Solís, J. (2024). La nostalgia en la construcción de la vivienda y la prefabricación. *South Florida Journal of Development*, Miami, v.5, n.1. p. 1–13, 2024. ISSN 2675-5459.
- [7] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana, NTE INEN 3066, Quito, 2016.
- [8] Instituto Ecuatoriano de Normalización, Norma Técnica Ecuatoriana, vol. INEN 488, Quito, 2009.
- [9] MINISTERIO DE DESARROLLO URBANO Y VIVIENDA, Norma Ecuatoriana de la Construcción-Mampostería Estructural-COD: NEC-SE-MP, Dirección de Comunicación Social, MIDUVI, 2014.
- [10] A. A. S. H. a. Transpotation, ASTM-E519/E519M-22, 2022.
- [11] American Association State Highway and Transportation, ASTM – C 1314 – 07, 2012.

RESEARCH ARTICLE

Análisis de la diversidad y abundancia de peces dulceacuícolas en el río Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Adriana Mercedes Quevedo Loja ¹  Marlene Luzmila Medina Villacís ¹  Maira Elizabeth Freile Mera ¹ 
Digna Jael Nivelá Andrade ¹  Luis Alejandro Bautista Palma ¹  Melanie Alexandra Casanova Erazo ¹ 

¹ Facultad de posgrado, Universidad Técnica estatal de Quevedo, Ecuador.

✉ Correspondencia: jcarranza8058@utm.edu.ec  + 593 968042123

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83313>

Resumen: Este estudio tuvo como objetivo analizar la diversidad y abundancia de peces dulceacuícolas en sitios de pesca específicos del río Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Desarrollándose durante los meses de septiembre hasta diciembre, los sitios de pesca fueron 4 identificándose 12 especies de peces distribuidas en 7 familias, nativas y endémicas.: La Virginia exhibió mayor diversidad con 10 especies, seguido del sitio La Tarabita y Puente Sur con 8 especies, mientras que La Victoria presentó menor diversidad con 7 especies. En abundancia, registró 1569 ejemplares, siendo Prochilodontidae (*Ichthyoelephas humeralis*) fue la especie más abundante con 856 ejemplares, seguido por Curimatidae (*Pseudocurimata boulengeri*) con 209 y Erythrinidae (*Hoplias microlepis*) con 114 ejemplares. El sitio La Tarabita mostró mayor abundancia 444 especímenes, seguido de La Virginia con 397 y Santa Rosa con 393 individuos, mientras que La Victoria la menor con 335 organismos colectados. El factor de condición (K), sábalo (*Brycon dentex*) mostró valor más (1.69 ± 0.39), seguido por la tilapia (1.41 ± 0.55), la Montañera (1.32 ± 0.37), el ratón (1.31 ± 0.43). La relación peso-talla, el sitio La Victoria presentó el coeficiente de determinación (r^2) más alto (0.83), seguido de La Virginia (0.76), La Tarabita (0.74) y Santa Rosa (0.65), con valores descendentes. Las especies dominantes registradas en los sitios de muestreo señalando a la familia Prochilodontidae predominó con un total de 990 especímenes, al igual que la familia Curimatidae con un total de 209, el Erythrinidae con 114, las familias con menor especies fueron, Anostomidae 17, mientras que la familia Gobiidae registro 1 espécimen.

Palabras claves: conservación, endémico, fluvial, manejo, parámetros.

Analysis of the Diversity and Abundance of Freshwater Fish in the Quevedo River, Los Ríos, Ecuador

Abstract: The objective of this study was to analyze the diversity and abundance of freshwater fish in specific fishing sites on the Quevedo River, Los Ríos, Ecuador. Conducted from September to December, the study identified 12 species of fish belonging to seven families, all native and endemic to the area. La Virginia exhibited the greatest diversity with 10 species, followed by La Tarabita and Puente Sur with eight species, while La Victoria had the least



Cita: Quevedo Loja, A. (2025). Análisis De La Diversidad Y Abundancia De Peces Dulceacuícolas En El Río Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Green World Journal, 08(03), 313.
<https://doi.org/10.53313/gwj83313>

Received: 20/October /2025

Accepted: 25/November /2025

Published: 26/November /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

diversity with seven species. In terms of abundance, 1,569 specimens were recorded, with Prochilodontidae (*Ichthyoelephas humeralis*) being the most abundant species with 856 specimens, followed by Curimatidae (*Pseudocurimata boulengeri*) with 209 and Erythrinidae (*Hoplias microlepis*) with 114 specimens. The La Tarabita site showed the greatest abundance with 444 specimens, followed by La Virginia with 397 and Santa Rosa with 393 individuals, while La Victoria had the lowest with 335 organisms collected. The condition factor (K) was highest for sabalo (*Brycon dentex*) (1.69 ± 0.39), followed by tilapia (1.41 ± 0.55), Montañera (1.32 ± 0.37), and ratón (1.31 ± 0.43). In terms of weight-size ratio, the La Victoria site had the highest coefficient of determination (r^2) (0.83), followed by La Virginia (0.76), La Tarabita (0.74), and Santa Rosa (0.65), with descending values. The dominant species recorded at the sampling sites were the Prochilodontidae family, with a total of 990 specimens, followed by the Curimatidae family with a total of 209, the Erythrinidae with 114, and the families with the fewest species were Anostomidae with 17, while the Gobiidae family recorded 1 specimen.

Keywords: conservation, endemic, riverine, management, parameters.

1. Introducción

La pesca y la acuicultura representan actividades esenciales para la seguridad alimentaria mundial, el desarrollo económico y la sostenibilidad ambiental. Según datos recientes de la FAO (2022), la producción pesquera y acuícola alcanzó en 2020 un récord histórico de 214 millones de toneladas, impulsado principalmente por el crecimiento de la acuicultura. Esta actividad provee de recursos alimentarios a millones de personas, con un consumo per cápita que supera los 20 kg anuales, más del doble que en los años sesenta. En este contexto, alrededor de 58,5 millones de personas dependen directamente del sector pesquero, lo que evidencia su relevancia en términos sociales, económicos y productivos. Esta realidad global resalta la importancia de comprender el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos y la biodiversidad que sostienen estas actividades.

Los ecosistemas de agua dulce, entre ellos ríos, lagos y humedales, poseen una dinámica compleja influenciada por múltiples factores ambientales como la temperatura, los flujos hídricos y la disponibilidad de nutrientes. Estas variables regulan la productividad, resiliencia y salud ecológica de las poblaciones de peces. En zonas tropicales, donde la pesca continental sostiene la subsistencia de miles de familias, la variabilidad climática y los ciclos de inundación inciden directamente en los patrones de reproducción, crecimiento y supervivencia de las especies. Así, la conectividad entre hábitats, la calidad del agua y la integridad de los ecosistemas lóticos son factores determinantes para mantener poblaciones saludables.

Los peces de agua dulce juegan un papel crucial en los ecosistemas continentales al regular la estructura trófica, contribuir al control de algas y organismos muertos, y mantener el equilibrio ecológico. Además, desde una perspectiva social, constituyen la principal fuente de proteína para comunidades rurales y poblaciones ribereñas. En Ecuador, alrededor de 1.400 especies de peces han sido registradas, de las cuales más de 730 pertenecen a ríos y cuerpos de agua dulce, representando aproximadamente el 4% de la diversidad mundial. Esta cifra adquiere mayor relevancia si se considera la reducida extensión territorial del país en comparación con otras naciones megadiversas. En la cuenca del río Guayas, por ejemplo, se han identificado 125 especies, muchas de ellas nativas y endémicas.

Sin embargo, la información disponible sobre la diversidad de peces de agua dulce en Ecuador aún presenta importantes vacíos. Investigadores coinciden en que es urgente establecer mecanismos de monitoreo permanentes que permitan generar bases de datos actualizadas para evaluar variaciones en las poblaciones y detectar cambios asociados a factores ambientales o antropogénicos. Las regiones de la Costa y los Andes occidentales han sufrido procesos intensos

de deforestación y transformación de sus paisajes naturales, lo cual ha alterado las condiciones hidrológicas y ecológicas de los ríos. Estos cambios han provocado disminuciones en la abundancia y distribución de diversas especies, algunas de las cuales enfrentan riesgos de desaparición.

A ello se suma el impacto de actividades humanas directas, como la pesca indiscriminada, la contaminación por actividades agrícolas e industriales, el uso de sustancias tóxicas (barbasco, insecticidas), el vertido de desechos y la aplicación de métodos de captura no selectivos como dinamita, redes de tamaño inadecuado o trasmallos. Estos factores deterioran los hábitats acuáticos y afectan tanto a la ictiofauna como a las comunidades que dependen de ella. En sectores rurales, muchas familias dependen de los peces de los ríos como su principal fuente de proteína, lo que aumenta la presión sobre los recursos en ausencia de regulaciones adecuadas o vigilancia efectiva.

En la provincia de Los Ríos, los ecosistemas acuáticos enfrentan actualmente una degradación progresiva debido a la expansión agrícola, sedimentación, pérdida de vegetación ribereña y contaminación. Esto incide directamente en el río Quevedo, un cuerpo de agua de relevancia local y regional que atraviesa zonas pobladas y agrícolas. La escasa información científica disponible sobre la composición y estado de sus comunidades de peces impide implementar estrategias de manejo eficientes o políticas de conservación adecuadas. Esta falta de diagnósticos ecológicos constituye una de las principales problemáticas identificadas en el área.

Debido a la importancia ecológica, social y económica de la pesca de agua dulce, se reconoce a los pescadores artesanales y piscicultores como actores clave en la conservación y uso sostenible de los recursos hídricos. Sin embargo, su participación efectiva requiere información actualizada sobre las especies, su abundancia, los ciclos biológicos y los impactos que enfrentan. En este sentido, la presente investigación se propone abordar esta necesidad mediante el análisis de la diversidad y abundancia de peces dulceacuícolas del río Quevedo, contribuyendo así a llenar parte de la brecha científica existente.

El estudio parte del reconocimiento de que los ecosistemas de agua dulce ecuatorianos están sometidos a amenazas crecientes, entre ellas la fragmentación del hábitat, contaminación, alteraciones hidrológicas, sobrepesca y presencia de especies invasoras. Factores como la deforestación, especialmente en cuencas agrícolas, alteran las características fisicoquímicas del agua y modifican la biodiversidad. La pérdida de humedales y áreas inundables, esenciales para la reproducción de muchas especies, representa otro desafío crítico. La degradación progresiva de los ecosistemas ha reducido la disponibilidad de hábitats adecuados, afectando especialmente a especies endémicas cuya distribución es limitada por características geográficas y climáticas.

Considerando este panorama, el estudio plantea la necesidad de identificar y registrar científicamente las especies presentes en el río Quevedo, analizar su abundancia relativa y evaluar parámetros biológicos relevantes como peso, talla, biomasa y factor de condición. Con ello se busca contribuir al conocimiento de la ictiofauna local, establecer referencias para investigaciones futuras y generar insumos para la toma de decisiones en políticas ambientales y programas de manejo sostenible.

La investigación responde así a una problemática científica central: la insuficiencia de estudios ecológicos actualizados sobre los ecosistemas lóticos de la provincia de Los Ríos. A través de metodologías estandarizadas, se pretende evaluar el estado actual del recurso pesquero, reconocer patrones de distribución y detectar posibles señales de deterioro ambiental. En suma, la Introducción contextualiza la importancia global, nacional y local de los peces de agua dulce, resalta la necesidad

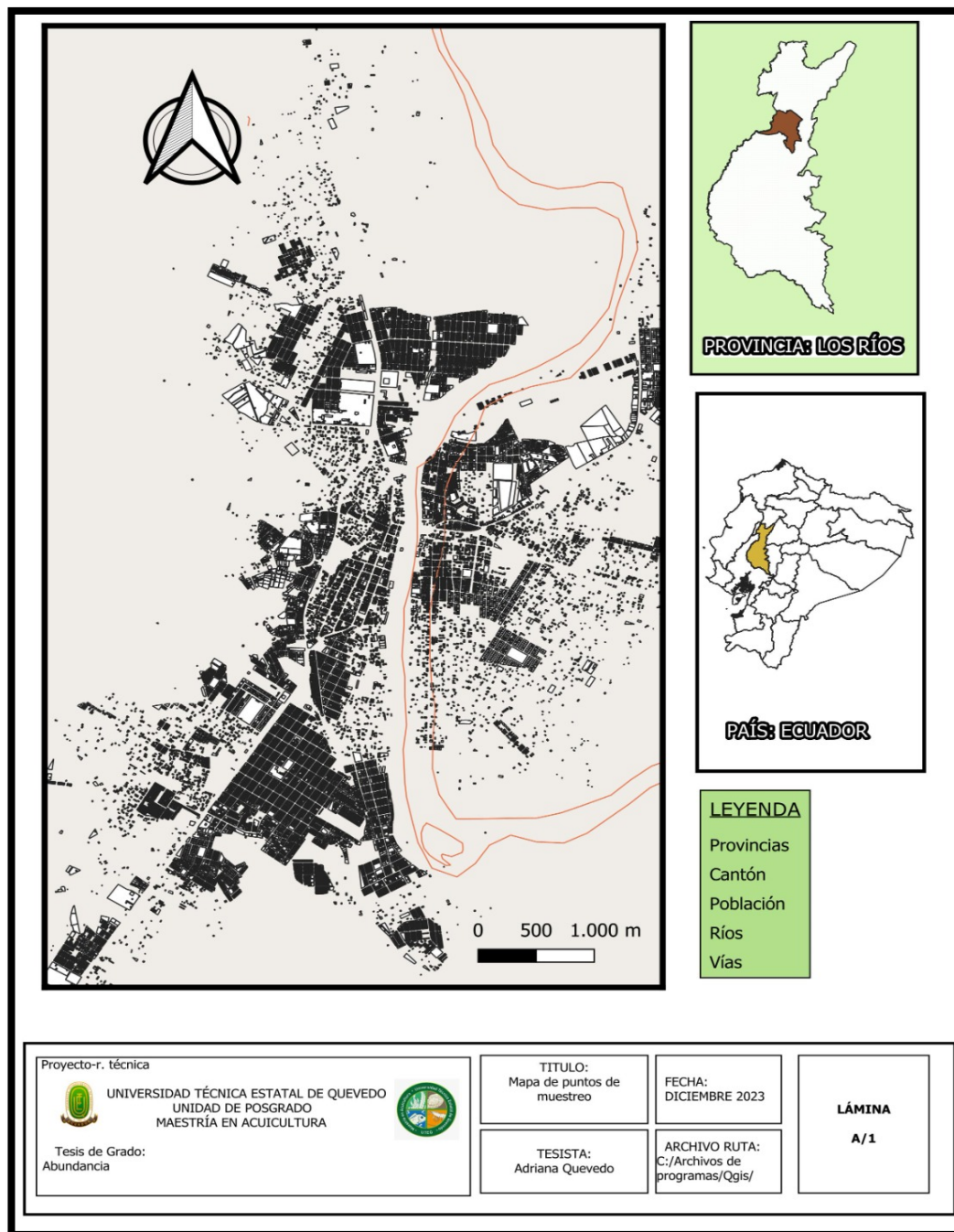
de investigaciones científicas en Ecuador y justifica el estudio como un aporte para la conservación, el manejo sostenible y la seguridad alimentaria de las comunidades vinculadas al río Quevedo.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

La investigación se desarrolló en el río Quevedo, ubicado en la provincia de Los Ríos, Ecuador, en una zona de clima tropical lluvioso, con una temperatura promedio anual de 25,2 °C. El trabajo de campo tuvo una duración de 120 días, comprendidos entre septiembre y diciembre de 2023

Figura 1. Sitios de pesca, para la investigación de Diversidad y Abundancia de peces dulceacuícolas del Río Quevedo.



2.2. Metodología

Para el estudio se establecieron cuatro sitios de pesca distribuidos a lo largo de un tramo de 40 km del río Quevedo, separados entre sí por 5 km. Estos puntos fueron:

1. La Virginia
2. La Tarabita
3. Santa Rosa
4. La Victoria

Cada sitio cuenta con profundidades entre 4 y 18 metros y corresponde a zonas reconocidas por los pescadores como reservas naturales, donde se evita afectar el fondo del río para no dañar el ecosistema

Los parámetros climáticos fueron tomados de la estación agrometeorológica del INAMHI, reportando temperaturas máximas de 29,5 °C, mínimas de **21,6 °C**, humedad relativa del 82 %, y una precipitación promedio de 3,6 mm durante la temporada de estudio

El estudio fue exploratorio y descriptivo, con el fin de registrar la diversidad y abundancia de peces a lo largo del río. Se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA), considerando los cuatro sitios como tratamientos y cuatro colectas por sitio como réplicas. El análisis estadístico se realizó mediante ANOVA y pruebas de Tukey (0,05), además de análisis multivariado con coordenadas principales (AcoorP) para evaluar la similitud entre especies y variables morfométricas.

Se utilizó pesca artesanal de arrastre mediante el método del **encope**, formado por **paños de red** con diferentes tamaños de malla:

- Ojo de malla 2,5 pulgadas, 12 m de altura
- Paños de 14 m de altura
- Ojo de malla 1 ¾ pulgadas, 16 m de altura

Los paños cuentan con cabos, cadenas, boyas y piedras para su funcionamiento. La longitud total del encope abarcó entre 40 y 60 metros. Los pescadores colocan ramas dentro del encope para evitar que los peces se estresen. Las faenas se realizan entre 02h00 y 05h00, por ser las horas óptimas para la pesca nocturna. No se arrastra hasta el fondo del río, dejando entre 1 y 2 metros para evitar daños al ecosistema

Se realizaron muestreos semanales, o cuando la producción artesanal lo permitía.

A cada pez capturado se le midieron los parámetros biológicos:

- Longitud estándar (SD) con ictiómetro de 0,1 cm de precisión.
- Peso con balanza digital de 0,01 g o 0,1 g, dependiendo del tamaño del espécimen.
- Ancho del lomo con calibrador pie de rey (0,1 cm).

Los valores fueron registrados en fichas de campo para análisis posterior. Estas mediciones permitieron calcular peso, talla, biomasa, y el Factor de Condición (K) mediante la fórmula:

$$K = (W / L^3) \times 100,$$

utilizado como indicador de salud y bienestar de las especies capturadas.

3. Resultados

3.1. Determinación de la diversidad de especies dulceacuícolas en el río Quevedo, Los Ríos.

Los resultados obtenidos, según la Tabla 2, muestran la diversidad de peces registrada en los diferentes sitios de pesca del río Quevedo, en la provincia de Los Ríos. Los puntos de muestreo incluidos fueron: Anillo Vial – La Virginia, Puente Velasco Ibarra – La Tarabita, Puente Sur – Santa Rosa y El Desquite – La Victoria, todos ellos reconocidos y utilizados frecuentemente por los pescadores artesanales del cantón.

Durante el período de colecta, comprendido entre septiembre y diciembre de 2023, correspondiente a la temporada invernal, la actividad pesquera presentó variaciones significativas en su producción. Esta fluctuación estuvo influenciada por la presencia del Fenómeno de El Niño, el cual afectó de manera directa la biomasa total registrada. Dicho fenómeno natural ocasiona incrementos en la temperatura del agua y cambios en su composición química, condiciones que pueden alterar la distribución de las poblaciones de peces, modificar sus hábitats e incluso provocar la desaparición de ciertas especies, reduciendo de manera notable la diversidad biológica.

Asimismo, se identificó que el avance de la actividad agrícola en la provincia de Los Ríos, caracterizada por ser eminentemente agropecuaria, ha ejercido presión sobre los ecosistemas acuáticos. La intervención en cauces, ríos y esteros genera alteraciones que afectan la pesca continental y reducen la disponibilidad de especies, constituyendo un factor de impacto relevante en el cantón Quevedo.

En cuanto a la variable de diversidad de peces nativos dulceacuícolas, los resultados permiten deducir que aún persisten especies destinadas al consumo local. No obstante, varias de ellas presentan señales de vulnerabilidad asociadas a factores como la sobrepesca y el incumplimiento de las vedas establecidas por organismos reguladores como las Inspectorías de Pesca y Agrocalidad. Estas prácticas ponen en riesgo la sostenibilidad de las poblaciones y su permanencia en el ecosistema.

Tabla 2. Diversidad de peces de agua dulce cantón Quevedo.

Sitio de Pesca	Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Grupo Trópico	Distribución Altitudinal msnm
Anillo Vial- La Virginia	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Bocachico	Detritívoro	55
	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Dica	Omnívoro	55
	Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	Guanchiche	Carnívoro	55
	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	Dama	Omnívoro	55
	Bryconidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Dama Montañera	Omnívoro	55

Puente Velasco Ibarra-La Tarabita	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	Vieja Roja	Omnívoro	55
	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	Tilapia	Omnívoro	55
	Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i>	Vieja Azul	Omnívoro	55
	Anostomidae	<i>Leporinus ecuadorensis</i>	Ratón	Omnívoro	55
	Gobiidae	<i>Gobioides peruanus</i>	Anguila	Omnívoro	55
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Bocachico	Detritívoro	61
	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Dica	Omnívoro	61
	Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	Guanchiche	Carnívoro	61
	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	Dama	Omnívoro	61
	Bryconidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	Dama Montañera	Omnívoro	61
Puente Sur-Santa Rosa	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	Vieja Roja	Omnívoro	61
	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	Tilapia	Omnívoro	61
	Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i>	Vieja Azul	Omnívoro	61
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Bocachico	Detritívoro	46
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico Colombiano	Detritívoro	46
	Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	Guanchiche	Carnívoro	46
	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	Tilapia	Omnívoro	46
	Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i>	Vieja Azul	Omnívoro	46
	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	Vieja Roja	Omnívoro	46
	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	Vieja Roja	Omnívoro	46

El Desquite- La Victoria	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	Dama	Omnívoro	46
	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Dica	Omnívoro	46
	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	Bocachico	Detritívoro	43
	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	Bocachico Colombiano	Detritívoro	43
	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	Dica	Omnívoro	43
	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	Dama	Omnívoro	43
	Bryconidae	<i>Brycon dentex</i>	Sábalo	Omnívoro	43
	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	Tilapia	Omnívoro	43
	Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i>	Vieja Azul	Omnívoro	43

3.2. Abundancia existente en el río Quevedo, provincia de Los Ríos.

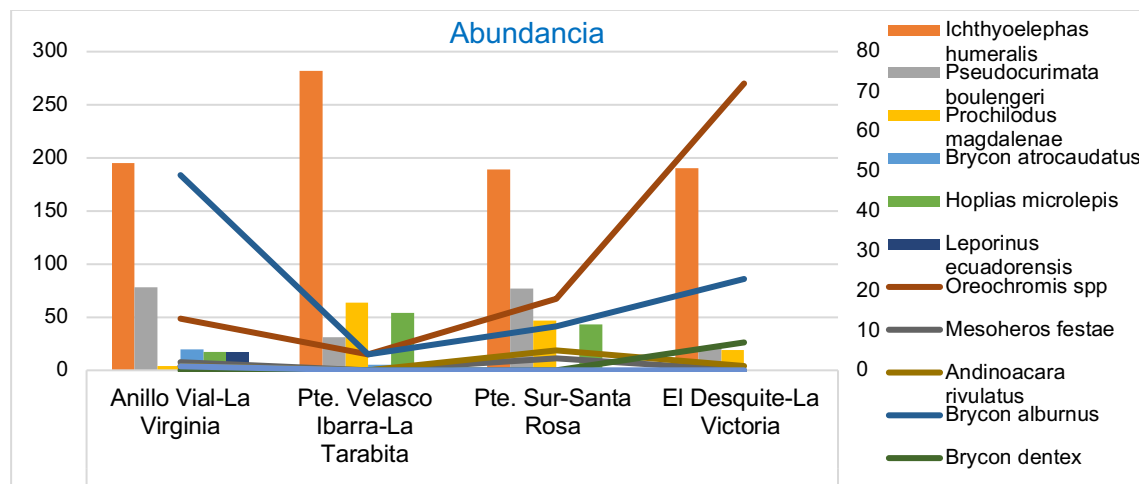
Por otro lado, la actividad de pesca artesanal de agua dulce proporciona la principal fuente de proteínas para miles de personas que viven en las riberas del río, sustentan en parte la alimentación de la familia, además de presentar una fuente extra de trabajo, y una tendencia a nivel rural la pesca recreativa.

De acuerdo con los resultados obtenidos en la variable de abundancia de especies dulceacuícolas en el cantón Quevedo y los sitios de pescas identificados se puede deducir que existieron un total de 1569 ejemplares colectados durante el periodo comprendido entre los meses de septiembre – diciembre del 2023, así mismos registrándose un total de 12 especies distribuidas en 7 familias, nativas y endémicas en dicho cantón. El orden con mayor abundancia fue la familia **Prochilodontidae** (*Ichthyoelephas humeralis*) grupo trópico Detritívoro, seguido de **Curimatidae** (*Pseudocurimata boulengeri*) especie omnívora, por otra parte, la familia de peces de menor diversidad es la **Gobiidae** (*Gobioides peruanus*) grupo trópico omnívoro.

Tabla 3. Abundancia de peces de agua dulce de cantón Quevedo.

N.º	Familia	Especie	Sitios de Pescas				Total	% Acumulado
			Anillo Vial-La Virginia	Puente Velasco Ibarra-La Tarabita	Puente Sur-Santa Rosa	El Desquite-La Victoria		
1	Prochilodontidae	<i>Ichthyoelephas humeralis</i>	195	282	189	190	856	54.56
2	Curimatidae	<i>Pseudocurimata boulengeri</i>	78	31	77	23	209	13.32
3	Prochilodontidae	<i>Prochilodus magdalenae</i>	4	64	47	19	134	8.54
4	Bryconidae	<i>Brycon atrocaudatus</i>	20	5	0	0	25	1.59
5	Erythrinidae	<i>Hoplias microlepis</i>	17	54	43	0	114	7.27
6	Anostomidae	<i>Leporinus ecuadorensis</i>	17	0	0	0	17	1.08
7	Cichlidae	<i>Oreochromis spp</i>	13	4	18	72	107	6.82
8	Cichlidae	<i>Mesoheros festae</i>	2	0	3	0	5	0.32
9	Cichlidae	<i>Andinoacara rivulatus</i>	1	0	5	1	7	0.45
10	Bryconidae	<i>Brycon alburnus</i>	49	4	11	23	87	5.54
11	Bryconidae	<i>Brycon dentex</i>	0	0	0	7	7	0.45
12	Gobiidae	<i>Gobioides peruanus</i>	1	0	0	0	1	0.06
Totales			397	444	393	335	1569	100.00
Promedios			33.08	37.00	32.75	27.92	130.75	
D.S.			56.04	80.41	55.03	55.10	237.85	

El sitio de pesca con la mayor abundancia fue Puente Velasco Ibarra-La Tarabita con 444 especímenes siendo el de mayor colecta de *Ichthyoelephas humeralis* (bocachico), seguido del sitio Anillo Vial-La Virginia con 397 ejemplares siendo la misma especie de bocachico la más abundante. Con el menor número de ejemplares es el sitio de pesca Anillo Vial-La Virginia con un espécimen de *Gobioides peruanus*.



3.3. Biomasa de la ictiofauna capturada, en río Quevedo provincia, Los Ríos.

Las faenas realizadas en los cuatro sitios de pesca el muestreo con 4 lances válidos ubicados 5 km de distancia y diferencia entre ellos a una profundidad entre 18 metros y 5 m, aproximadamente. Cada faena de arrastre tuvo una duración aproximada de 30 min, para cerrar el encope, su gran mayoría se realizaron durante horas de la madrugada de 02 a 05 horas. Una descripción detallada de la metodología empleada en estas faenas está en (Benavides-Morera et al. 2020).

Durante el período de estudio se colectaron 1569 individuos distribuidos en 12 especies (Tabla 6), la biomasa total fue de 19 378.54 Kg. El 72.53% correspondió a peces del grupo Detritívoro (14 056.20 kg), representados, principalmente, por *Ichthyoelephas humeralis* así mismo el aporte de *Pseudocurimata boulengeri* del grupo Omnívoro con apenas (2,54%). El grupo de los carnívoros aportó un 5.48% (106.36 kg) con *Hoplias microlepis* como principal contribuyente (9.45%). Entre los 10 y 12 m de profundidad, se capturaron las especies más abundantes. Solo la captura de *Andinoacara rivulatus*, *Oreochromis spp* se extendió a profundidades mayores 18 m.

La relación entre la longitud y el peso de los peces, junto con los índices de condición, brinda una valiosa información indirecta sobre diversos aspectos de su vida, como el crecimiento, la madurez, la reproducción, la nutrición y, en última instancia, el estado de salud. Al interpretar nuestros resultados, podemos comprender mejor cómo estos factores interrelacionados afectan la salud general de la población de peces estudiada.

Los parámetros mencionados son ampliamente utilizados para comparar la condición de poblaciones que residen en sistemas acuáticos con diferentes niveles de intervención humana. Por lo tanto, comprender el comportamiento de poblaciones en ecosistemas loticos, como el río

Quevedo, Provincia de Los Ríos, ubicado en el centro de la región costera del Ecuador, proporciona información fundamental para entender cambios o efectos en las poblaciones. El río se destaca por su rica diversidad de peces y su escasa presencia de especies introducidas, registrándose un total de 12 especies distribuidas en 7 familias, nativas y endémicas en dicho cantón.

Los resultados presentados en la tabla 4, el factor de condición más alto fue registrado en el sábalo, alcanzando un valor de 1.69 ± 0.39 . Le siguen la tilapia con un factor de condición de 1.41 ± 0.55 , la dama montañera con 1.32 ± 0.37 y la especie de ratón con 1.31 ± 0.43 . En contraste, el guanchiche mostró el menor factor de condición con una respuesta de 0.88 ± 0.36 . De acuerdo al sitio de pesca mejor respuesta se obtuvo en el sitio La Victoria siendo su valor de $P < 0.0001$.

En cuanto a la relación peso-talla, los resultados muestran que el sitio de muestreo La Victoria obtuvo el mejor resultado con un coeficiente de determinación (r^2) de 0.83. Le sigue el sitio La Virginia con 0.76, seguido por La Tarabita con 0.74, y finalmente, Santa Rosa registró el coeficiente más bajo con 0.65.

Tabla 4. Especímenes con efecto del Factor de condición (K).

Especie	Relación peso y talla	
Bocachico	1.19 ± 0.31	ab
Dica	1.23 ± 0.24	abc
Tilapia	1.41 ± 0.55	bc
Ratón	1.31 ± 0.43	abc
Guanchiche	0.88 ± 0.36	a
Dama	1.11 ± 0.28	ab
Sábalo	1.69 ± 0.39	c
Dama montañera	1.32 ± 0.37	abc
Vieja azul	1.15 ± 0.22	abc
Vieja colorada	1.03 ± 0.49	a
Sitios de pesca		
Anillo Vial	1.22 ± 0.22	ab
La Tarabita	1.06 ± 0.36	a
Santa Rosa	1.10 ± 0.35	a
La Victoria	1.44 ± 0.38	b
CV	26.04	
P	<0,0001	

3.4. Determinación de la dominancia de especies dulceacuícolas en el río Quevedo, Los Ríos.

En el análisis realizado, se identificaron tres especies dominantes en los sitios de muestreo dos familias. Estas son *Ichthyoelephas humeralis*, *Pseudocurimata boulengeri* y *Prochilodus magdalenae*, ocupando posiciones destacadas en la composición de la comunidad de peces. Su presencia

sugiere una influencia significativa en la estructura y dinámica de los ecosistemas acuáticos estudiados.

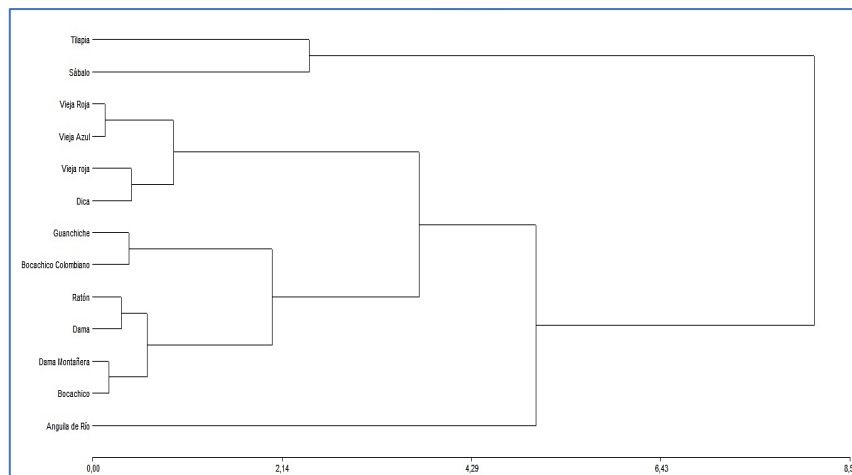


Figura 2. Clúster de Especies Dominantes de los Sitios de Muestreo río Quevedo

4. Discusión

Los estudios comparativos sobre ictiofauna en ríos tropicales evidencian que la diversidad de peces está fuertemente influenciada por las características ambientales, la estacionalidad y la disponibilidad de hábitats. La investigación realizada en el río Quevedo se enmarca dentro de este contexto, contrastando sus hallazgos con diversos estudios regionales y continentales.

En la cuenca del Río Negro (Brasil), se registró una diversidad excepcional, con 1.165 especies distribuidas en 17 órdenes, 56 familias y 389 géneros, con un importante porcentaje de especies pequeñas y un marcado endemismo. Este nivel de riqueza es ampliamente superior al encontrado en el río Quevedo y demuestra la complejidad biológica de los grandes sistemas amazónicos. En contraste, el presente estudio registró 12 especies pertenecientes a 7 familias, lo cual es coherente con el tamaño, características hidrológicas y menor conectividad ecológica del río Quevedo.

Beltrão et al. (2019) también reportaron altos niveles de diversidad en diferentes cuerpos de agua amazónicos, superando ampliamente lo observado en los sistemas ecuatorianos. Sin embargo, es importante resaltar que los estudios de grandes cuencas amazónicas cubren extensiones mayores y hábitats más variados, lo cual explica la diferencia en riqueza. A pesar de ello, los resultados en el río Quevedo confirman la presencia de especies nativas y endémicas, lo que demuestra su relevancia ecológica a escala local.

Al comparar los hallazgos con los de Núñez y Torres (2021), quienes identificaron únicamente tres especies en el río Bulubulu, se evidencia una mayor diversidad en el río Quevedo, donde se registraron 12 especies y 1.569 individuos. Estas discrepancias pueden atribuirse a factores como la calidad ambiental, el tipo de hábitat disponible, el esfuerzo de muestreo y la época del año en que se realizaron los estudios. En este sentido, la investigación actual se alinea con estudios que han encontrado mayor riqueza en ríos con mayor estabilidad hídrica y disponibilidad de refugios para los peces.

De manera similar, Jiménez-Prado y Vásquez (2021) reportaron 16 especies en el río Atacames durante la temporada lluviosa, donde el aumento del caudal y la turbidez influyen en la distribución de peces. En contraste, el estudio del río Quevedo se realizó en época de menor precipitación, lo que pudo generar condiciones más estables y favorecer la presencia de especies adaptadas a aguas más tranquilas. Aunque su estudio reporta más especies, ambos resultados coinciden en la representación de familias como Characidae y Cichlidae, típicas de ríos tropicales.

En cuanto a la abundancia, investigaciones como la de Jácome-Negrete et al. (2020), que registraron 1.045 peces en dos tipos de lagunas, muestran patrones diferentes según el tipo de ambiente. El río Quevedo, con un solo ecosistema de muestreo, obtuvo 1.569 individuos, lo que indica una abundancia significativa y comparable a estudios de sistemas más amplios. Otros estudios, como el de Villegas Arguedas (2023), registraron 742 peces, cantidad inferior a la reportada en el presente trabajo. Lo mismo ocurre con estudios extensos como el de Benítez et al. (2022), cuya escala temporal y espacial es mucho mayor, pero que permiten contextualizar la importancia de monitorear cambios en la abundancia a largo plazo.

Respecto a la biomasa, estudios como los de Barocas et al. (2021) o Zevallos et al. (2023) muestran varios patrones tróficos asociados a lagos y ríos amazónicos. El presente estudio, con una biomasa total de 19.378,54 kg, evidencia una alta productividad en el río Quevedo, superando los valores reportados por estudios con menor abundancia o en ecosistemas intervenidos.

En la evaluación del factor de condición, investigaciones previas como las realizadas por Rivera Velázquez et al. (2023), Famoofo y Abdul (2020) y Ouahb et al. (2021) demostraron correlaciones altas entre talla-peso y factores de condición próximos a 1, indicando poblaciones saludables. El análisis realizado en el río Quevedo coincide con estos estudios al mostrar valores de K estables y representativos del buen estado biológico de las especies.

Finalmente, los análisis de especies dominantes muestran coincidencias con estudios como Arguedas (2019), Pérez et al. (2020) y Meza-Vargas et al. (2022), donde pocas especies concentran la mayor parte de la abundancia. Este patrón también se evidenció en el río Quevedo y confirma la estructura común de las comunidades ícticas tropicales.

En síntesis, la hipótesis inicial se cumple: la diversidad y abundancia de peces del río Quevedo fue identificada exitosamente, demostrando la presencia de especies nativas y endémicas, y aportando un registro valioso para la conservación y manejo sostenible de este sistema lótico.

5. Conclusión

El estudio realizado en cuatro sitios de pesca del río Quevedo —Anillo Vial—La Virginia, Puente Velasco Ibarra—La Tarabita, Puente Sur—Santa Rosa y El Desquite—La Victoria— permitió identificar la diversidad íctica presente en esta subcuenca de la provincia de Los Ríos. En total se registraron 12 especies pertenecientes a 7 familias, todas nativas y algunas endémicas. La mayor abundancia correspondió al orden Prochilodontidae, representado por *Ichthyoelephas humeralis* (bocachico), de hábito detritívoro, seguido de la familia Curimatidae con *Pseudocurimata boulengeri*. La familia con menor representación fue Gobiidae, con *Gobioides peruanus*.

Entre los sitios evaluados, Puente Velasco Ibarra—La Tarabita presentó la mayor abundancia con 444 individuos, predominando *I. humeralis*. Le siguió Anillo Vial—La Virginia con 397 ejemplares, mientras que el menor registro correspondió a un único espécimen de *G. peruanus*.

La biomasa total obtenida fue de 19.378,54 kg, compuesta por 1.569 individuos. El grupo detritívoro aportó la mayor proporción (72,53 %), destacando nuevamente *I. humeralis* con 14.056,20 kg. *P. boulengeri*, de hábito omnívoro, representó solo el 2,54 %. El grupo carnívoro alcanzó el 5,48 % de la biomasa total, con *Hoplias microlepis* como principal contribuyente.

Las profundidades entre 10 y 12 metros en el sitio La Tarabita concentraron la mayor cantidad de especies capturadas, mientras que a profundidades cercanas a 18 metros la abundancia fue baja debido a la escasez de colectas.

Respecto a los parámetros biológicos (peso, talla, biomasa y factor de condición), el sábalo mostró la mejor relación peso–talla entre los ecosistemas evaluados, especialmente en el sitio La Victoria. En términos de biomasa, *I. humeralis* se consolidó como la especie dominante, con el 72,23 % del total registrado, evidenciando su relevancia ecológica y su papel en la estructura trófica del río Quevedo.

Contribución de autores: Todos los autores han contribuido sustancialmente al trabajo.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. AC–Chukwuocha, N; Ngah, SA; Chukwuocha, AC. 2017. Vulnerability Studies of Sensitive Watershed Areas of Owerri South East Nigeria Using Digital Elevation Models. *Journal of Geoscience and Environment Protection* 05(10):1. DOI: <https://doi.org/10.4236/gep.2017.510001>.
2. Agropecuarias, IN de I; Producción, G (Ecuador) EE del AD de. 2019. Informe Anual 2019 (en línea) (En accepted: 2021-01-22t15:13:26z). . Consultado 23 abr. 2023. Disponible en <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5610>.
3. Aguirre. 2021. Amenazas a la conservación y perspectivas futuras para los peces de agua dulce de Ecuador: un punto crítico de diversidad de peces neotropicales – Aguirre – 2021 – *Journal of Fish Biology* – Wiley Online Library (en línea, sitio web). Consultado 2 abr. 2024. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jfb.14844>.
4. Aguirre, W; Anaguano–Yancha, F; Burgos, R; C., C–M; Lida, G; Jacome, I; Jiménez–Prado, P; Laaz Moncayo, E; Nugra, F; William, R; Rivadeneira Romero, J; Victor, U; Valdiviezo–Rivera, J. 2019. Lista roja de los peces dulceacuícolas de Ecuador. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11743.61607>.
5. Aguirre, WE; Alvarez–Mieles, G; Anaguano–Yancha, F; Burgos Morán, R; Cucalón, RV; Escobar–Camacho, D; Jácome–Negrete, I; Jiménez Prado, P; Laaz, E; Miranda–Troya, K; Navarrete–Amaya, R; Nugra Salazar, F; Revelo, W; Rivadeneira, JF; Valdiviezo Rivera, J; Zárate Hugo, E. 2021. Conservation threats and future prospects for the freshwater fishes of Ecuador: A hotspot of Neotropical fish diversity (en línea). *Journal of Fish Biology* 99(4):1158–1189. DOI: <https://doi.org/10.1111/jfb.14844>.
6. Anastacio, J. 2023. Exportaciones pesqueras enero–octubre 2022 | CNP – Ecuador. Sitio oficial de la Cámara Nacional de Pesquería (en línea, sitio web). Consultado 16 jul. 2023. Disponible en <https://camaradepesqueria.ec/exportaciones-pesqueras-enero-octubre-2022/>.

7. Arguedas, JCV. 2019. Diversidad de peces de agua dulce en la zona costera de los distritos Bahía Ballena y Puerto Cortés del cantón de Osa, zona sur de Costa Rica. *Posgrado y Sociedad Revista Electrónica del Sistema de Estudios de Posgrado* 17(2):17–32. DOI: <https://doi.org/10.22458/rpys.v17i2.2201>.
8. Arroyo Zuñiga, CA. 2021. Revisión sistemática: macroinvertebrados acuáticos como bioindicadores del estado ecológico de los cuerpos de agua loticos, para monitoreo no tradicionales. (en línea) (En accepted: 2021–12–09t20:05:07z). . Consultado 10 may 2023. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/75345>.
9. ASOBANCA – Asociación de Bancos Privados del Ecuador. (2022). Guía de Pesca Marítima Continental (en línea). s.l., s.e. 63 p. Disponible en <https://asobanca.org.ec/wp-content/uploads/2022/12/5.-Guía-Pesca-Marítima-Continental.pdf>.
10. Aucapiña Franco, CL. 2017. Inventario ictiológico del río Ruidoso (“Recinto El Mango”– Provincia del Guayas) (en línea). . Consultado 25 mar. 2024. Disponible en <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29724>.
11. Azuero, ESU; Montealegre, VJG; Campoverde, JMQ; Unda, SB. 2021. Análisis del comportamiento económico de la exportación en el sector camaronero en el Ecuador, periodo 2015– 2019 (en línea). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas* 4(S1):112–119. Consultado 25 mar. 2024. Disponible en <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA/article/view/418>.
12. Barnosky, AD; Matzke, N; Tomiya, S; Wogan, GOU; Swartz, B; Quental, TB; Marshall, C; McGuire, JL; Lindsey, EL; Maguire, KC; Mersey, B; Ferrer, EA. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? (en línea). *Nature* 471(7336):51–57. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature09678>.
13. Barocas, A; Araujo Flores, J; Alarcon Pardo, A; Macdonald, DW; Swaisgood, RR. 2021. Reduced dry season fish biomass and depleted carnivorous fish assemblages in unprotected tropical oxbow lakes. *Biological Conservation* 257:109090. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2021.109090>.
14. Barriga, R. 2012. Lista de Peces de Agua dulce e Intermareales del Ecuador (en línea) (En accepted: 2012–10–29t17:13:11z). . Consultado 23 abr. 2023. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5068>.
15. Lista de Peces de Agua dulce e Intermareales del Ecuador (en línea) (En accepted: 2012–10–29t17:13:11z). . Consultado 28 mar. 2024. Disponible en <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/5068>.
16. Beltrão, H; Zuanon, J; Ferreira, F. 2019. Checklist of the ichthyofauna of the Rio Negro basin in the Brazilian Amazon. (en línea). . Disponible en file:///C:/Users/jaben/Downloads/Checklist_of_the_ichthyofauna_of_the_Rio_Negro_bas.pdf.
17. Benavides Rodríguez, AG. 2018. Los problemas de comercialización en la actividad pesquera artesanal y su impacto en el desarrollo del sector pesquero en la provincia de Santa Elena–Ecuador (en línea) (En accepted: 2018–06–06t10:28:26z). Repositorio de Tesis – UNMSM . Consultado 22 jul. 2023. Disponible en <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/7699>.
18. Benavides–Morera, R; Campos–Calderón, F; Vargas–Hernández, JM. 2020. Abundancia, biomasa y estructura de la ictiofauna demersal en el océano Pacífico de Centroamérica, basadas en datos de prospección pesquera realizados a bordo del B/O Miguel Oliver. *Revista Ciencias Marinas y Costeras* 12(1):19–39.
19. Benitez, J–P; Dierckx, A; Rimbaud, G; Matondo, BN; Renardy, S; Rollin, X; Gillet, A; Dumonceau, F; Poncin, P; Philippart, J–C; Ovidio, M. 2022. Evaluación de los cambios en

- la abundancia de peces, la biodiversidad y la periodicidad del movimiento en un gran río durante un período de 20 años (en línea, sitio web). Consultado 3 abr. 2024. Disponible en <https://www.mdpi.com/2076-3298/9/2/22>.
20. Buti, CI; Cancino, F; Ferullo, S; Gamundi, C. 2015. Diversidad y evaluación toxicológica de peces como indicadores de contaminación por mercurio, plomo, cadmio, cobre y arsénico, provincia de Tucumán, República Argentina (en línea) (En accepted: 2017-02-14t21:50:16z). . Consultado 25 mar. 2024. Disponible en <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/13035>.
21. Cala Cala, P. 2019. Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia. .
22. Cala-Cala, P. 2019. Medio ambiente y diversidad de los peces de agua dulce de Colombia (en línea) (En accepted: 2019-07-08t20:24:41z). . Consultado 25 abr. 2023. Disponible en <https://repositorio.accefyn.org.co/handle/001/115>.
23. Cámara Nacional de Acuicultura. 2023. Camarón cierra 2023 con cifras en rojo en materia económica y de seguridad (en línea, sitio web). Consultado 25 mar. 2024. Disponible en <https://www.cna-ecuador.com/camaron-cierra-2023-con-cifras-en-rojo-en-materia-economica-y-de-seguridad/>.
24. Campoverde, JAZ; Ordoñez, LAG; Cacay, MHV. 2021. La pesca artesanal en Ecuador: miradas desde el desarrollo sostenible y la globalización. Revista de la Universidad del Zulia 12(34):239-260.
25. Cárdenas Badajos, SM. 2019. Macroinvertebrados acuáticos en ambientes lénticos y característica fisicoquímica del agua en bofedales de la cabecera del río Apacheta, Cangallo, Ayacucho 2016. (en línea). s.l., Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga. . Consultado 10 may 2023. Disponible en <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/4501>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Ensayos Cíclicos de Conexiones Viga-Columna en Acero Conformado en Frio con elementos de sección cuadrada.

Ángel Geovanny Ortega García ¹  Xavier Nieto-Cárdenas ¹ ¹ Universidad Católica de Cuenca, Facultad de Ingeniería Civil, Cuenca, Ecuador Correspondencia: angel.ortega.76@est.ucacue.edu.ec  + 593 968042123DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83314>

Resumen: Las conexiones entre vigas y columnas en acero conformado en frío (CFS) son frecuentes en edificaciones livianas; sin embargo, su comportamiento ante carga cíclica depende mucho de cómo se detalla la unión. En este trabajo se ensayaron seis conexiones soldadas con E6011, representativas de la práctica local, comparando perfiles cuadrados y perfiles tipo cajón con labios rigidizadores, cada uno con y sin refuerzo mediante ángulos. Se aplicó un protocolo pseudoestático inspirado en FEMA 461 y se midieron momento, rigidez inicial, ductilidad rotacional, energía disipada y modos de falla.

Los perfiles tipo cajón mostraron mejor desempeño global. La variante sin refuerzo con mayor peralte (CF3) alcanzó la máxima ductilidad ($\mu_{\theta} = 5.74$), mientras que la variante reforzada del mismo grupo (CFa3) registró la mayor resistencia ($M_y = 6.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$) y energía disipada ($E_D = 0.477 \text{ kN}\cdot\text{m}$). En conjunto, los refuerzos aumentan rigidez y resistencia, pero tienden a reducir la ductilidad, por lo que deben dosificarse para mantener la rótula plástica en la viga y proteger la columna/panel. Los resultados ofrecen criterios prácticos para el diseño por capacidad en CFS en zonas sísmicas.

Palabras claves: acero conformado en frío, conexiones viga columna, cargas cíclicas, ductilidad, disipación de energía

Cyclic testing of cold-formed steel beam-column connections with square section elements.

Abstract: The objective of this study was to analyze the diversity and abundance of freshwater fish in specific fishing sites on the Quevedo River, Los Ríos, Ecuador. Conducted from September to December, the study identified 12 species of fish belonging to seven families, all native and endemic to the area. La Virginia exhibited the greatest diversity with 10 species, followed by La Tarabita and Puente Sur with eight species, while La Victoria had the least diversity with seven species. In terms of abundance, 1,569 specimens were recorded, with Prochilodontidae (*Ichthyoelephas humeralis*) being the most abundant species with 856 specimens, followed by Curimatidae (*Pseudocurimata boulengeri*) with 209 and Erythrinidae (*Hoplias microlepis*) with 114 specimens. The La Tarabita site

Green World Journal /Vol 08/Issue 03/314/ September -December 2025 /www.greenworldjournal.com

Page 1 of 18



Cita: Ortega García, Á. G., & Nieto-Cárdenas, X. (2025). Ensayos Cíclicos de Conexiones Viga-Columna en Acero Conformado en Frio con elementos de sección cuadrada. Green World Journal, 08(03), 314.
<https://doi.org/10.53313/gwj83314>

Received: 20/October /2025

Accepted: 25/November /2025

Published: 30/November /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).

showed the greatest abundance with 444 specimens, followed by La Virginia with 397 and Santa Rosa with 393 individuals, while La Victoria had the lowest with 335 organisms collected. The condition factor (K) was highest for sabalo (*Brycon dentex*) (1.69 ± 0.39), followed by tilapia (1.41 ± 0.55), Montañera (1.32 ± 0.37), and ratón (1.31 ± 0.43). In terms of weight-size ratio, the La Victoria site had the highest coefficient of determination (r^2) (0.83), followed by La Virginia (0.76), La Tarabita (0.74), and Santa Rosa (0.65), with descending values. The dominant species recorded at the sampling sites were the Prochilodontidae family, with a total of 990 specimens, followed by the Curimatidae family with a total of 209, the Erythrinidae with 114, and the families with the fewest species were Anostomidae with 17, while the Gobiidae family recorded 1 specimen.

Keywords: cyclic loading; stiffness; ductility; energy dissipation.

1. Introducción

La construcción liviana con acero conformado en frío (CFS, *Cold-Formed Steel*) ha ganado relevancia en el Ecuador por su bajo peso, rapidez de montaje y eficiencia de materiales. Sin embargo, en zonas sísmicas, el desempeño estructural no depende solo de la resistencia de los perfiles, sino principalmente del detalle constructivo de la unión viga-columna. En perfiles delgados, pequeñas variaciones de armado o imperfecciones pueden activar modos de pandeo local, distorsional o aplastamiento, generando fallas frágiles cuando la rótula plástica se forma en zonas no deseadas [1][2].

Estudios recientes han demostrado que la incorporación de labios rigidizadores y refuerzos locales (ángulos o placas) puede mejorar la estabilidad y la disipación de energía, aunque con riesgo de pérdida de ductilidad si el refuerzo invade la zona plástica. Investigaciones como las de Wrzesien et al. (2019) y McCrum et al. (2019) [3], evidenciaron que las conexiones atornilladas con mayor rigidez reducen la capacidad de deformación cíclica, mientras que Fahmy et al. (2024) [4] mostraron que los refuerzos incrementan la resistencia, pero acortan la meseta plástica por activación de tensiones de pelado. Aminuddin et al. (2025) [5] confirmaron que el aumento de peralte y la presencia de labios rigidizadores favorecen la estabilidad local siempre que el refuerzo se mantenga fuera de la rótula.

En los últimos años, también se han desarrollado propuestas de conexiones pre-ingenierizadas que buscan mejorar el comportamiento estructural de uniones tubulares en CFS. Un ejemplo relevante es el estudio de Wang et al. (2022) [7], en el que se evaluaron experimentalmente nuevas configuraciones con secciones tubulares y uniones remachadas. Sus resultados mostraron que ciertos ajustes en el espesor de los elementos o en el número de remaches pueden traducirse en aumentos importantes de rigidez inicial, capacidad resistente y control del modo de falla, aportando criterios útiles para el diseño de uniones delgadas sujetas a demandas sísmicas.

En la práctica local, las conexiones de CFS se fabrican con soldadura manual SMAW y electrodo E6011, procedimiento económico pero con alta variabilidad en calor aportado y tamaño de filete, lo que introduce incertidumbre en su comportamiento sísmico. Esto resalta la necesidad de contar con evidencia experimental representativa de las condiciones de obra.

El presente estudio aborda esa brecha mediante una campaña experimental sobre seis sub-ensambles viga-columna soldados con E6011, comparando tres tipologías: tubo cuadrado 100×100×2mm (Grupo A), caja con labios 100×50×15×2mm (Grupo B) y caja 125×50×15×2mm (Grupo C), cada una en versión base (CF) y reforzada (CFa) con ángulo en la unión. Se aplicó un protocolo cuasiestático inspirado en FEMA 461[8] y se evaluaron momento de fluencia, rigidez inicial, ductilidad rotacional, energía disipada y modo de falla. El objetivo de este estudio es evaluar experimentalmente el comportamiento cíclico de conexiones viga-columna en acero conformado en frío soldadas con E6011, comparando el efecto del peralte, los labios rigidizadores y la incorporación de refuerzos locales sobre la resistencia, ductilidad y energía disipada.

2. Materiales y métodos

2.1 Programa experimental

La investigación se desarrolló con un **enfoque experimental y comparativo**, orientado a cotejar el comportamiento de conexiones viga-columna de acero conformadas al frío (CFS) soldadas con electrodo E6011, representativas de la practica local. Wrzesien et al. (2019) [3] y Aminuddin et al. (2025) [5] describen metodologías de sub-ensamble similares en marcos CFS, con ensayos cíclicos comparativos. Se ensayaron seis especímenes distribuidos en tres grupos geométricos (Tabla 1):

Tabla 1. Esquema general de las configuraciones ensayadas

Grupo	Sección viga (mm)	Tipo	Refuerzo	Espesor columna (mm)	Espesor viga (mm)
A	100×100	Cuadrado	Sin/Con ángulo	3	2
B	100×50×15	Caja labios	con Sin/Con ángulo	3	2
C	125×5015	Caja labios	con Sin/Con ángulo	3	2

Los especímenes se armaron siguiendo procedimientos habituales de obra en su fabricación. La soldadura SMAW E6011 se ejecutó con cordones de filete continuo de **a = 3mm** en la zona crítica y alternado en el resto. Antes de los ensayos se verificaron dimensiones, alineación y continuidad de soldadura bajo los planos entregados (Fig. 1). Siguiendo criterios semejantes a los aplicados por Fahmy et al. (2024) [4] y Hanna et al. (2018) [1], quienes documentan preparación y control dimensional previo a los ensayos de uniones CFS.

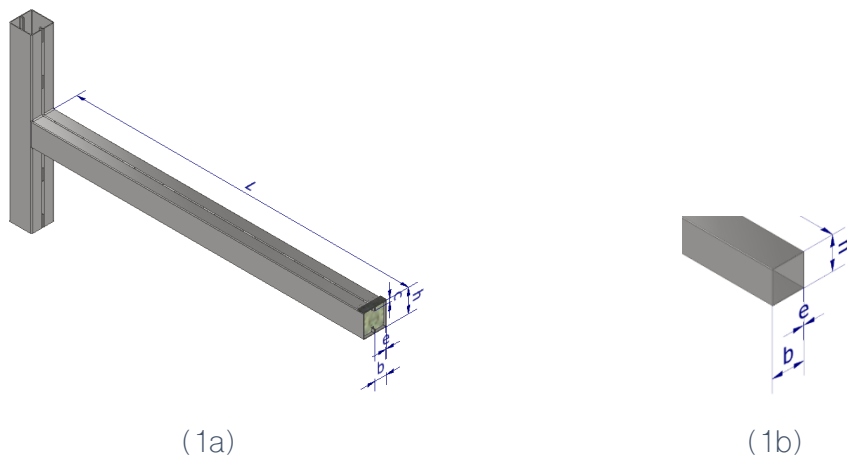


Figura 1: (1a) Caja con labios, unión con soldadura manual; (1b) caja sin labios, soldada de fábrica.

El montaje se realizó sobre un marco HEB 160 con **empotramiento rígido** en la cara de columna y **sistema de alza regulable** con bridas y separadores para eliminar holguras (Fig. 3). Se emplearon guías laterales para evitar pandeo lateral-torsional, permitiendo el deslizamiento longitudinal sin interferir con la rotación. Se verificó visualmente que las guías **no modificaron el brazo** ni introdujeran momentos parásitos. (Fig. 2b), siguiendo configuraciones de montaje con control de pandeo y empotramiento rígido descritas por Ye et al. (2019) [9] y Mojtabaei et al. (2021) [10]

El **brazo efectivo L** se midió entre la cara de la columna y la línea de carga del actuador, con valores promedio:

CF1: 1.445 m.– CFa1: 1.45 m. CF2: 1.44 m. – CFa2: 1.45 m. CF3: 1.42 m.– CFa3: 1.425 m

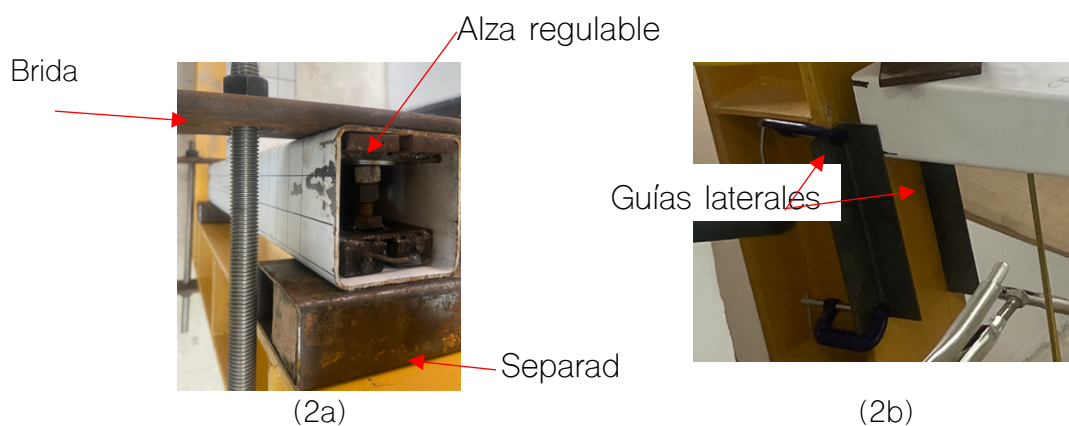


Figura 2: (2a) Sistema de empotramiento, (2b) Control del PLT

2.2 Protocolo de carga y mediciones

El ensayo se efectuó bajo un protocolo cíclico unidireccional escalonado con retorno a cero ($0 \rightarrow 200 \rightarrow 0 \rightarrow 400 \rightarrow 0 \rightarrow 600 \rightarrow 0 \rightarrow 800 \rightarrow 0 \dots \text{psi}$), mediante un actuador hidráulico ENERPAC conectado a un manómetro analógico.

Cada nivel de presión se mantuvo 10–15 s para estabilizar lecturas e inspeccionar deformaciones visibles como abollamientos, pliegues o desgarros. El proceso se repitió hasta observar degradación sostenida o falla local, definida por caída de resistencia $\geq 20\%$, de acuerdo con FEMA 461 (2007) [8], que establece el protocolo de carga cíclica escalonada y criterio de falla

El desplazamiento se midió con regla graduada acoplada al actuador y los datos de carga se convirtieron a fuerza y momento mediante:

$$F \text{ [kN]} = 0.00349 P \text{ [psi]};$$

$$M = F \cdot L;$$

$$\theta = \delta / L$$

Las incertidumbres de medición se mantuvieron dentro de $\pm 3\%$.

Pouladi et al. (2019) [11] y Li & Young (2022) [12] [15] emplearon formulaciones equivalentes para cálculo de $M-\theta$ y control de incertidumbre experimental.

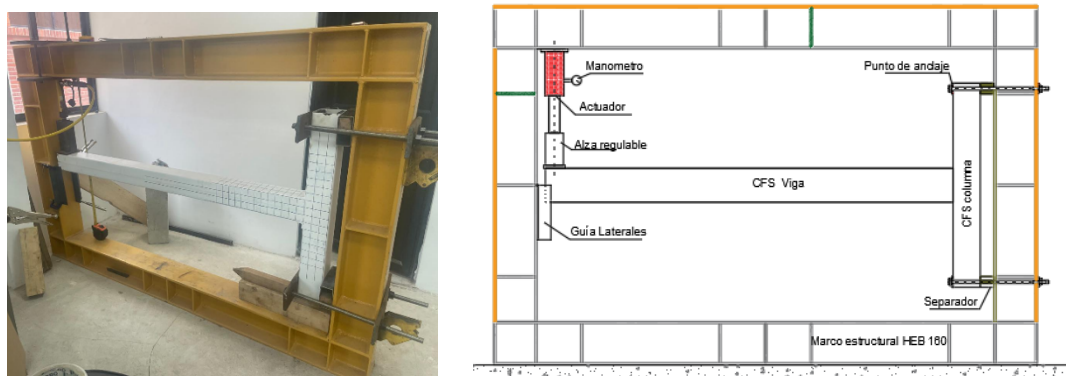


Figura 3. Pórtico de pruebas

2.3 Parámetros evaluados

La fuerza aplicada (F) se obtuvo multiplicando la presión registrada por el área efectiva del pistón ($\alpha = 506.7 \text{ mm}^2$).

El **momento** se calculó como $M = F \cdot L$, siendo L el brazo medido para cada probeta, y la **rotación equivalente** como $\theta = \delta / L$. (δ es el desplazamiento del espécimen frente a la carga del actuador).

Con los datos de Carga–Desplazamiento se obtuvo Momento–Rotación se calcularon los parámetros:

- **Momento de fluencia (M_y)** por el método offset 0.2%
- **Rotación de fluencia (θ_y)** y **Rotación máxima (θ_u)**
- **Ductilidad rotacional ($\mu_\theta = \theta_u / \theta_y$)**
- **Energía disipada (E_D)** área integrada bajo la curva M– θ en sentido positivo.
- **Rigidez inicial (k_i)**: a partir de la pendiente elástica.

Los resultados se expresaron en unidades SI (kN, mm, rad, kN·m) y se analizaron comparativamente entre grupos identificando efectos del peralte, los labios rigidizadores y el refuerzo. Ye et al. (2020) [13] y Bagheri Sabbagh et al. (2022) [12] definen estos mismos parámetros (M_y , θ_y , μ_θ , E_D , k_i) para evaluar comportamiento cíclico y ductilidad en conexiones CFS.

2.4 Criterios de terminación y confiabilidad.

Se validó la **repetibilidad** mediante chequeos de cero antes, durante y después del ensayo, confirmando la confiabilidad de las mediciones.

Aunque el protocolo no incluye ciclos reversibles, los resultados permiten evaluar tendencias de rigidez, ductilidad y disipación en condiciones cíclicas equivalentes.

Cada ensayo concluyo cuando:

- a) La resistencia cayo a $\leq 0.8 M_{max}$.
- b) Se produjo daño local critico como pandeo, desgarro, fractura en la zona de unión.

En todos los casos, el actuador hidráulico alcanzo la presión programada, verificándose que la terminación del ensayo correspondió al fallo del espécimen y o a una limitación del equipo. FEMA 461 [8] define la condición de falla por ≥ 20 % degradación, y Ye et al. (2019) [9] reportan criterios de terminación equivalentes basados en $M/M_{max} = 0.8$.

3. Resultados

3.1 Grupo A – CFS 100x100x2mm

El Grupo A, estuvo conformado por conexiones fabricadas con perfiles CFS de 100x100mm (2mm vigas, 3mm columnas). Las probetas para este grupo se las denomina CF1, CFa1, esta última con el ángulo de refuerzo soldado en la unión.

El espécimen **CF1** sin refuerzo, desarrolló un desempeño dúctil y estable con una rotación máxima de $\theta_u = 0.0774 \text{ rad}$. y una ductilidad rotacional de $\mu_\theta = 4.75$, con una energía disipada acumulada de $E_D = 0.32 \text{ kN}\cdot\text{m}$. El modo de falla fue por desgarramiento en la zona de la esquina de la unión.

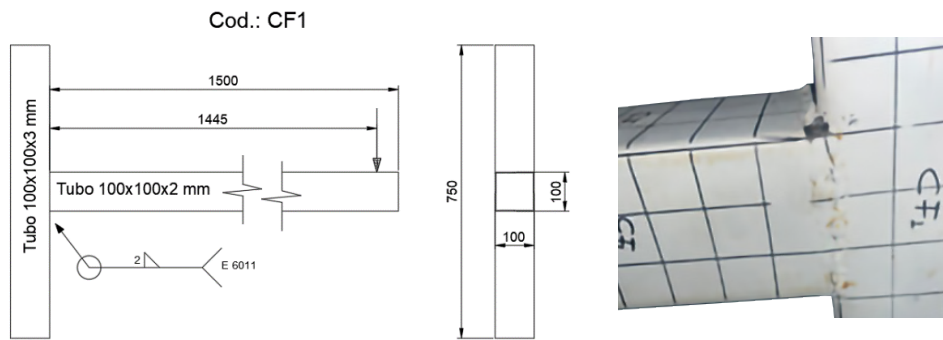


Figura 4. Modo de falla por desgarramiento de CF1

CFa1 mostró un incremento moderado de resistencia respecto a CF1 ($M_y=4.02 \text{ kN}\cdot\text{m}$; $\Delta\approx+18.8\%$) y una mejora de rigidez inicial ($k_i \Delta\approx+23.6\%$), a costa de una reducción de la rotación máxima ($\Delta\approx-16.4\%$), de la ductilidad ($\mu_\theta=3.08$; $\Delta\approx-35.2\%$) y de la energía ($E_D=0.30 \text{ kN}\cdot\text{m}$; $\Delta\approx-6.3\%$). El modo de falla fue pandeo local en la vecindad del nudo.

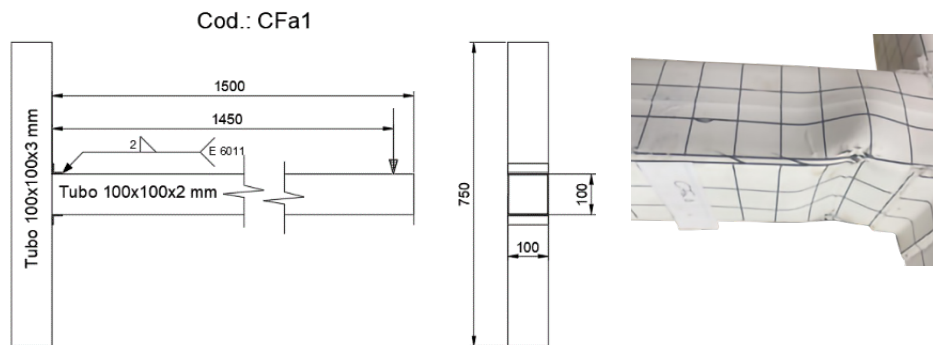


Figura 5. Modo de falla por pandeo local de CFa1

Tabla 2. Resultados comparativos del Grupo A – CFS 100x100.

Probeta	$M_y [\text{kN}\cdot\text{m}]$	$\theta_u [\text{rad}]$	μ_θ	$E_D [\text{kN}\cdot\text{m}]$	μ_E	$k_i [\text{kN}\cdot\frac{\text{m}}{\text{rad}}]$
CF1	3.38	0.077	4.75	0.32	11.6	237
CFa1	4.02	0.065	3.08	0.30	51	293

El refuerzo incrementó la resistencia y la rigidez, aunque penalizó la capacidad de deformación y la energía disipada, por lo que su empleo debe dosificarse cuando se prioriza un comportamiento histérico estable.

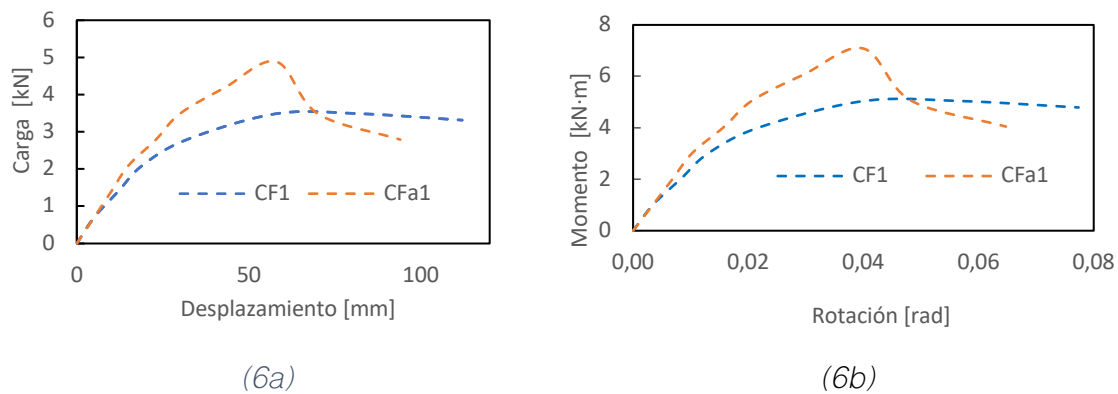


Figura 6.: (6a) Diagrama Carga-Desplazamiento; (6b) Diagrama Momento-Rotación.

Grupo	ΔM_y (%)	$\Delta \mu_\theta$ (%)	ΔE_D (%)	Δk_i (%)
A – CFS 100 (CF1 → CFa1)	+18.8	−35.2	−6.3	+23.6

En el **Grupo A (CFS 100)** el refuerzo aporta un **incremento marginal** de resistencia ($\Delta M_y = +18.9\%$) y rigidez ($\Delta k_i = +23.6\%$), a costa de una **pérdida relevante** de ductilidad ($\Delta \mu_\theta = -35.2\%$) y ligera reducción de energía ($\Delta E_D = -6.3\%$).

3.2 Grupo B – CFS 100x50x15

Las conexiones del Grupo B fueron fabricadas con dos perfiles con labios rigidizadores de 100×50×15 (2mm vigas y 3mm columna) que conformaron una sección tipo cajón. Los especímenes ensayados en este grupo son CF2, CFa2.

La **conexión CF2 sin refuerzo**, alcanzó un equilibrio entre ductilidad ($\mu_\theta=3.20$) y energía disipada ($E_D=0.29$ kN·m), superando en estabilidad histerética a las probetas CF1 del Grupo A. Esto indica que los labios rigidizadores mejoran el comportamiento post-pico. El **modo de falla** observado fue **pandeo local**, deformando los labios de la columna.

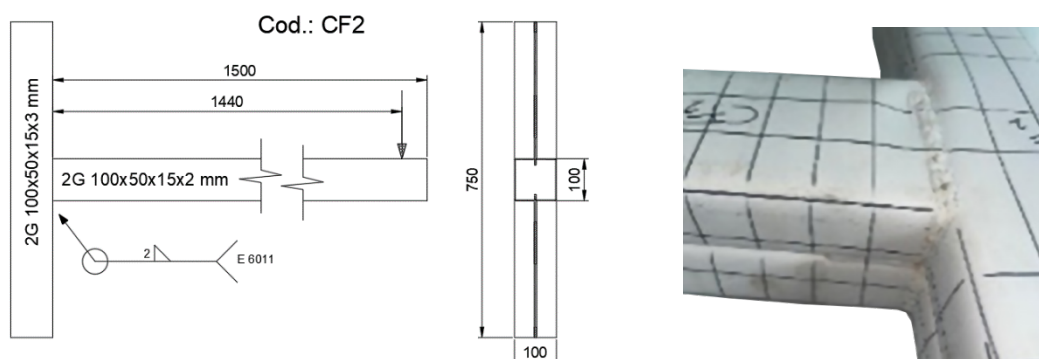


Figura 7. Modo de falla por pandeo local de CF2.

La conexión CFa2 con refuerzo de un ángulo, presentó la mejor combinación entre resistencia y ductilidad dentro del grupo ($M_y=4.64$ kN·m; $\mu_\theta=3.64$), y un aumento considerable de rigidez inicial ($\Delta k_i \approx +36.3\%$). Las curvas históricas fueron estables. Este balance lo convierte en el espécimen más competitivo del Grupo B desde la perspectiva de diseño por capacidad. La falla observada fue mixta, por pandeo local en el paramento de la viga con desgarro del cordón y del ala del refuerzo en la vecindad del nudo.

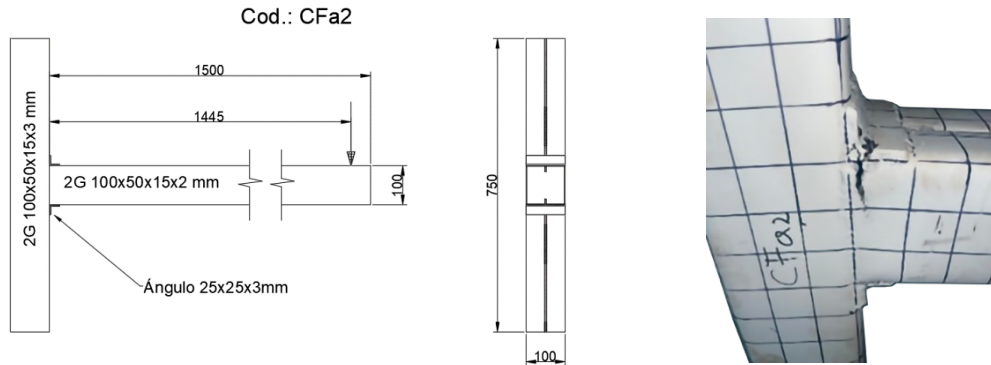


Figura 8. Modo de falla por pandeo local y desgarre de CFa2.

Tabla 3. Resultados comparativos del Grupo B – CFS 100x50x15

Probeta	M_y [kN·m]	θ_u [rad]	μ_θ	E_D [kN·m]	μ_E	k_i [kN· $\frac{m}{rad}$]
CF2	4.16	0.068	3.20	0.29	6.46	215
CFa2	4.64	0.065	3.64	0.32	7.72	293

El refuerzo en el Grupo B mejoró todas las variables principales, manteniendo ductilidad y disipación equilibradas, lo que lo convierte en el detalle más eficiente para diseño por capacidad.

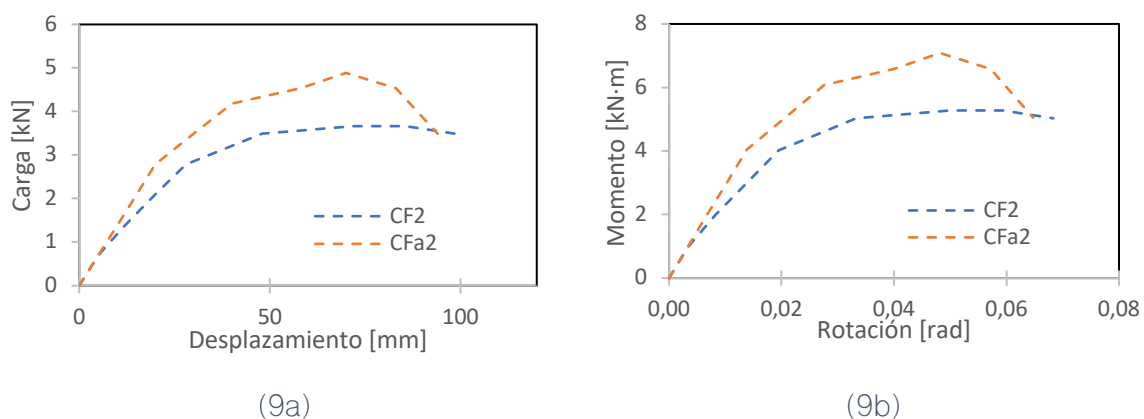


Figura 9. :(9a) Diagrama Momento-Rotación; (9b) Diagrama Carga-Desplazamiento

Grupo	ΔM_y (%)	$\Delta \mu_\theta$ (%)	ΔE_D (%)	Δk_i (%)
B – CFS 100 (CF2 → CFa2)	+11.54	+13.75	+10.80	+36.28

En el **Grupo B (caja 2G100×50×15)** se observa el **mejor equilibrio**: el refuerzo tiene leve incremento la **resistencia (+11.5%)** y la **energía disipada (+10.8%)**, **sin** penalizar la ductilidad **(+13.8%)** y con significativa rigidez **(+36.3%)**.

3.3 Grupo C – CFS 125x50x15x2mm

El Grupo C estuvo conformado por conexiones tipo cajón de acero conformado en frío con labios rigidizadores, utilizando dos correas G de 125×50×15 en 2mm vigas y 3mm columna, Los especímenes fueron CF3, CFa3.

La conexión CF3 sin refuerzo adicional mostró una mayor ductilidad rotacional ($\mu_\theta=5.74$) lo que evidencia su capacidad de mantener deformaciones plásticas significativas antes de la falla y un elevado factor de disipación de energía ($\mu_E=7.72$), Estos valores superaron a las configuraciones base de los Grupos A y B, confirmando que el mayor peralte favorece la capacidad de deformación plástica. El modo de falla es de pandeo local en la vecindad del nodo.

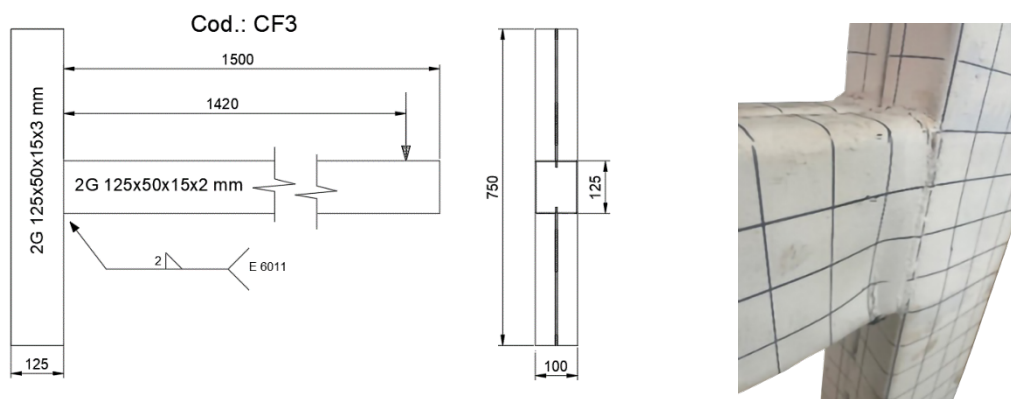


Figura 10. Modo de falla pandeo local de CF3.

La conexión CFa3 con refuerzo en ángulo, registró una resistencia ($M_y=6.54$ kN·m) y una disipación energética ($E_D=0.48$ kN·m), aunque con una reducción de ductilidad a $\mu_\theta=3.68$ (−35.9 %) y una leve disminución de rigidez (−3.1 %). Su daño observado corresponde a falla mixta por pandeo local dominante con **desgarro** en la zona de la soldadura/HAZ y en el ala del ángulo.

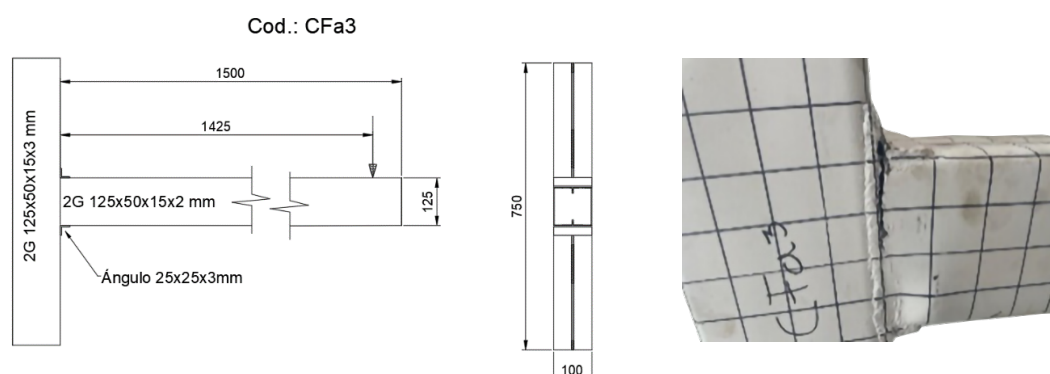


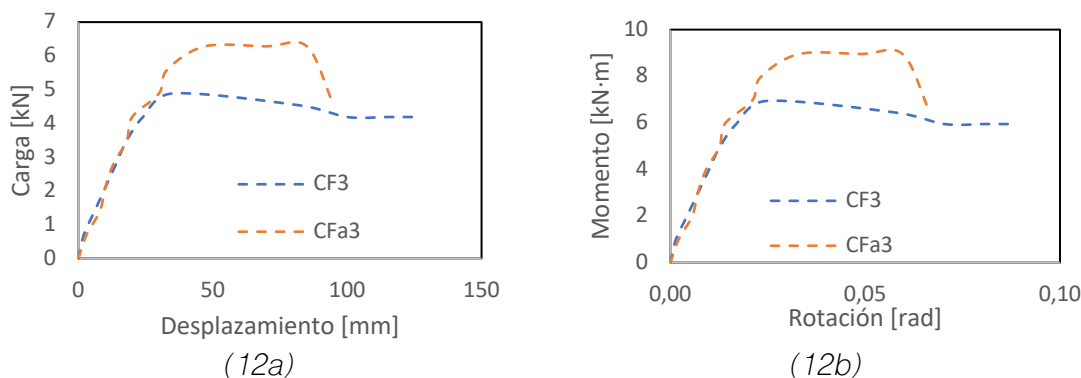
Figura 11. Modo de falla por pandeo local de CFa3.

Tabla 4. Resultados comparativos del Grupo C – CFS 125x50x15x2

Probeta	$M_y [kN \cdot m]$	$\theta_u [rad]$	μ_θ	$E_D [kN \cdot m]$	μ_E	$k_i [kN \cdot \frac{m}{rad}]$
CF3	5.57	0.088	5.74	0.33	7.70	419
CFa3	6.54	0.067	3.68	0.48	8.05	406

El aumento del peralte mejora la resistencia y la disipación de energía. No obstante, un diseño inadecuado de refuerzos excesivamente rígido puede acortar la fase plástica y reducir la ductilidad disponible.

Figura 12. :(12a) Diagrama Carga–Desplazamiento; (12b) Diagrama Momento–Rotación



Grupo	ΔM_y (%)	$\Delta \mu_\theta$ (%)	ΔE_D (%)	Δk_i (%)
C – CFS 125 (CF3 → CFa3)	+17.41	-35.89	+45.43	-3.10

En el **Grupo C (caja 125×50×15)** el refuerzo produce un incremento de resistencia (+17.4%) y **energía** (+45.4%), pero con una reducción de ductilidad (-35.9%) y una de rigidez inicial (-3.1%), lo que indica una activación temprana de **modos locales** e inestabilidades que acortan la meseta plástica.

3.4 Comparación entre conexiones reforzadas y no reforzadas

Del total de seis **especímenes ensayados**, tres incorporaron refuerzos adicionales en las uniones y tres correspondieron a configuraciones base sin refuerzo, acoplados mediante soldadura manual de arco con E6011. El análisis comparativo muestra tendencias claras:

- **Conexiones sin refuerzo (CF1, CF2, CF3):** ofrecieron un desempeño más equilibrado, con ductilidad elevada y curvas históricas estables. La probeta CF3 destacó como

la mejor del programa, alcanzando la mayor deformación inelástica y disipación de energía sostenida.

- **Conexiones reforzadas (CFa1, CFa2, CFa3):** incrementaron resistencia y rigidez, pero en la mayoría de los casos lo hicieron en quebranto de la ductilidad. En particular, se observaron respuestas **más frágiles** cuando la rigidez local del refuerzo concentró las deformaciones en zonas reducidas, acelerando **pandeo local** y **desgarros** en filetes de soldadura

Tabla 5. Resumen de los parámetros mecánicos de todos los especímenes.

Probeta	Grupo	M_y [kN·m]	μ_θ (ductilidad)	E_D [kN·m]	k_i [kN·m/rad]
CF1	A - CFS 100	3.38	4.75	0.32	237
CFa1	A - CFS 100	4.02	3.08	0.30	293
CF2	B - CFS 100	4.16	3.20	0.29	215
CFa2	B - CFS 100	4.64	3.64	0.32	293
CF3	C - CFS 125	5.57	5.74	0.33	419
CFa3	C - CFS 125	6.54	3.68	0.48	406

3.5 Comparación con literatura

En este estudio el refuerzo elevó la **resistencia** y la **energía**, con un costo variable en **ductilidad**, según tipología. En **caja conformada con 2G 100×50×15 (Grupo B)**, la variante reforzada (**CFa2**) aumentó $M_y \approx +11.5\%$ y $E_D \approx +10.8\%$ sin penalizar $\mu_\theta \approx +13.7\%$; en **caja 2G 125×50×15 (Grupo C)**, el refuerzo (**CFa3**) produjo un salto mayor en $M_y \approx +17.4\%$ y en $E_D \approx +45.4\%$, pero con **pérdida significativa de ductilidad** $\mu_\theta \approx -35.9\%$.

Este comportamiento concuerda con lo reportado por Fahmy et al. (2024) [4], quienes reportaron que los refuerzos aumentan la capacidad, pero acortan la zona plástica, debido a la activación de modos locales y **tensiones de pelado** en el borde soldado. De manera similar, Wrzesien et al. (2019) y McCrum et al. (2019) [3] evidenciaron que las uniones atornilladas con mayor rigidez reducen la capacidad de deformación cíclica, un comportamiento comparable al observado en los especímenes CFa2 y CFa3 del presente estudio.

Geometría: peralte y labios rigidizadores. Frente al perfil cuadrado (Grupo A), las cajas con labios (Grupos B y C) mostraron histéresis más estables y mejor post-pico. Además, la variante sin refuerzo de mayor peralte (CF3) alcanzó la ductilidad máxima del conjunto ($\mu_\theta = 5.74$). Este comportamiento coincide con los hallazgos de McCrum et al. (2019) [3] y Aminuddin et al. (2025) [5], quienes observaron que un mayor peralte y la presencia de labios rigidizadores mejoran la estabilidad local y la disipación de energía, siempre que el refuerzo no invada la zona plástica. Los resultados de este trabajo confirman que el detalle geométrico de la unión gobierna la **capacidad de disipación** y la **estabilidad cíclica**, y que el incremento de peralte favorece la deformación plástica cuando la zona crítica no se rigidiza en exceso.

Modos de falla observados. El modo de falla predominante fue el **pandeo local** cerca del nudo; en las variantes reforzadas (CFa2, CFa3) se observó un **modo mixto**, combinando

pandeo local con desgarro en la zona afectada por el calor (HAZ) y en el ala del ángulo. Este mecanismo coincide con las observaciones Fahmy et al. (2024) [4], Aminuddin et al. (2025) [5] y Hanna et al. (2018) [1], quienes reportaron que el confinamiento del refuerzo o la falta de arriostre lateral pueden inducir al desprendimiento del cordón y fracturas progresivas si el detalle invade la rótula plástica. Los resultados de este trabajo refuerzan la conveniencia de **concentrar la rótula plástica en la viga y dosificar el refuerzo** (empleando terminaciones redondeadas y separación mínima de ≈ 1 a la cara de columna), en coherencia con el diseño por capacidad recomendado por **AISC 341/358[14][15]**y estudios previos de Wang et al. [6] y El-Hadary et al. (2022) [16].

Alcance de las comparaciones. Las referencias consultadas emplean uniones atornilladas y, en varios casos, ensayos monotónicos o sub-ensambles (SAFT), mientras que aquí se evaluaron conexiones soldadas (E6011) bajo carga cíclica escalonada inspirada por en **FEMA 461 (2007) [8]** y con formulaciones equivalentes a las reportadas por **Pouladi et al. (2019) [11]**. Por ello, las comparaciones numéricas deben interpretarse como tendencias generales ($\uparrow$ resistencia, $\uparrow$ energía, $\downarrow$ ductilidad al rigidizar la rótula) más que equivalencias numéricas directas como lo señalan los estudios de **Hanna et al. (2018) [1]** y **Ye et al. (2019) [9]**.

Tabla 6. Comparación de resultados de este estudio con investigaciones previas.

Estudio	Ensayo Unión	/ Resistencia [unidad]	Ductilidad	Energía disipada	Modo de falla / Observaciones
Este trabajo (Ortega, 2025)	Cíclico- unidireccional escalonado; CFS soldadas (E6011)	Momento M_y [kN·m]: CF3=5.57; CFa3=6.54 (máx.)	Rotacional μ_θ =5.74–3.68	E_D =0.328––0.477 kN·m	Pandeo local; en reforzadas modo mixto (pandeo + desgarro en cordón/HAZ y ala del ángulo)
Fahmy et al., 2024 (Egipto)	Monotónico; conexión armada con placas/ángulos	Momento [kN·m]: 29.6–50 (según configuración)	No reporta μ explícita (limitada por pandeo)	Moderada; depende de placas	Abollamiento/pandeo de placas; falla local de uniones
McCrum et al., 2019 (Irlanda/NZ)	Cíclico; marcos atornillados (NTBH/PTBH)	Fuerza global [kN]: ~107 (marco C30025) – no comparable directo en kN·m	Ductilidad de marco (no rotacional en unión)	NTBH $\uparrow$ disipación (~+22.6% vs PTBH); histéresis estables	Pandeo local en columnas; fractura en pliegues; respuesta global significativa del marco

		Fuerza [kN]:			
	SAFT	/ RG 70–88;			Aumento
Aminuddin et al., 2025 (Indonesia)	monotónico; gusset rectangular top-seat	RGFC 102–119 + comparable directo en kN·m	No reporta μ	de rigidez; LTB (pandeo lateral–torsional), reducción de deformación	de aplastamiento en agujeros; falla de ángulo

Los resultados experimentales obtenidos se alinean con las tendencias reportadas en la literatura internacional, confirmando que el refuerzo incrementa la capacidad resistente y la disipación de energía, a costa de una reducción parcial de la ductilidad rotacional, especialmente cuando el labio rigidizador y el refuerzo angular limita la plasticidad en la zona de unión de los elementos.

4. Discusión

4.1 Influencia de la geometría y tipología estructural

Los resultados confirman que la **geometría de la sección** y la **configuración de la conexión** determinan la respuesta sísmica del acero conformado en frío (CFS).

El **aumento del peralte** y la **presencia de labios rigidizadores** incrementan la rigidez inicial y la capacidad de disipar energía, lo que concuerda con los hallazgos de Wrzesien et al. (2019) [3] y Aminuddin et al. (2025) [5].

El **Grupo C** entrego mejor desempeño global, asociado al de mayor peralte del alma que retrasa el pandeo local y amplía la zona plástica útil.

El **Grupo A (perfiles 100×100)** mostró menor rigidez y ductilidad, debido a la falta de elementos que confinen el alma.

En cambio, las configuraciones tipo **caja con labios (Grupos B y C)** favorecieron un flujo más uniforme de esfuerzos y una transición gradual hacia el régimen plástico, demostrando su idoneidad estructural para la aplicación sismorresistente.

4.2 Efecto de los refuerzos angulares

Los **refuerzos locales mediante ángulos soldados** incrementaron la resistencia promedio entre **+10 % y +60 %**, pero redujeron la ductilidad en torno al 30–36%, especialmente en los especímenes CFa1 y CFa3.

Este comportamiento confirma que los refuerzos rígidos **aumentan la concentración de tensiones en la zona de soldadura**, acortando la etapa plástica.

Las fallas observadas —pandeo del alma y desgarró longitudinal del cordón— son consistentes con las reportadas por Fahmy et al. (2024) [4], quien indicó que los refuerzos mejoran la capacidad última, pero penalizan la capacidad rotacional.

En los ensambles reforzados, la **energía disipada** se mantuvo elevada, aunque dominada por la fricción y el endurecimiento local, no por deformación plástica estable.

Esto sugiere que, para aplicaciones sísmicas, la adición de refuerzos debe limitarse a zonas no críticas o combinarse con diseños de mayor longitud de anclaje que eviten la rigidez excesiva.

4.3 Ductilidad y rigidez: balance para diseño sismorresistente

La comparación entre grupos muestra una **tendencia inversa** entre rigidez y ductilidad: a mayor rigidez inicial (k_i), menor capacidad de deformación (μ_θ).

Los especímenes **CF3** y **CFa3** ilustran este fenómeno: el refuerzo experimentó ligera variación, pero redujo la ductilidad en torno al 35.9 %.

Desde el punto de vista del **diseño por capacidad**, el objetivo debe ser equilibrar rigidez suficiente para limitar desplazamientos con ductilidad adecuada para evitar roturas frágiles.

El desempeño de los perfiles tipo **cajón con labios rigidizadores sin refuerzo adicional** (CF2, CF3) fue el más eficiente en ese balance, combinando $E_D > 0.6$ kN·m con ductilidades mayores ($\mu_\theta > 3.0$), valores adecuados para estructuras livianas en zonas sísmicas moderadas. (Ye et al., 2020) [13]; Bagheri Sabbagh et al., 2022 [12].

4.4 Comparación con literatura

El comportamiento obtenido coincide con lo reportado por diversas investigaciones internacionales:

- **Wrzesien et al. (2019) [3]** observaron que el pandeo local en las uniones es el modo de falla predominante, coincidiendo con este estudio.
- **Fahmy et al. (2024) [4]** demostró que la incorporación de refuerzos tipo cartela mejora la capacidad última, pero reduce la ductilidad, lo cual se corroboró experimentalmente aquí.
- **Aminuddin et al. (2025) [5]** encontró que el empleo de gusset plates y top-seat angles eleva la carga última, pero genera fallas por pandeo y torsión en la viga, análogo al comportamiento observado en CFa3.

Estas coincidencias refuerzan la validez de los resultados y la aplicabilidad de los hallazgos al contexto latinoamericano, donde las conexiones soldadas manualmente son predominantes.

4.5 Implicaciones para la práctica y limitaciones

Los resultados indican que el **uso de perfiles tipo caja con labios rigidizadores** constituye una alternativa viable para edificaciones livianas, siempre que la conexión se mantenga sin refuerzos excesivamente rígidos.

Para condiciones sísmicas, se recomienda favorecer **ductilidad por diseño**, permitiendo rotaciones controladas en la unión viga-columna.

Las limitaciones principales del estudio son:

- a) número reducido de especímenes ($n=6$);
- b) protocolo cíclico unidireccional sin ciclos reversibles; y
- c) falta de análisis dinámicos o modelación numérica.

Aun así, con estas restricciones, los resultados ofrecen una base experimental válida para calibrar futuras investigaciones y guías de diseño en CFS soldado en América del Sur.

5. Conclusión

El desempeño estructural de las conexiones tipo cajón con labios rigidizadores de este estudio presentaron un comportamiento superior al de los perfiles cuadrados convencionales. Este mejor desempeño se reflejó en **mayor resistencia, rigidez inicial y capacidad de disipación de energía**, manteniendo curvas momento-rotación estables hasta el inicio del pandeo local.

La influencia de la geometría con el incremento del peralte y labios en los perfiles tipo caja (125mm) mejoro significativamente la resistencia $M_y \approx 6.54 \text{ kN}\cdot\text{m}$ y energía disipada más altas $E_D \approx 0.477 \text{ kN}\cdot\text{m}$.

Se comprobó que un **mayor peralte favorece la redistribución de esfuerzos** y amplía la capacidad de deformación plástica antes de la falla.

Los refuerzos acoplados incrementaron rigidez y resistencia de las uniones, aunque en varios casos redujeron significativamente la ductilidad rotacional (μ_θ) entre 30% y 40%, debido a la restricción de la plastificación de la zona de la rótula.

Las configuraciones sin refuerzos adicionales (CF1, CF2, CF3) resultaron un desempeño más estables y confiables para comportamiento sísmico, en comparación con variantes reforzadas como CFa1, CFa3 presentaron **modos de falla más frágiles** por concentración de esfuerzos en la soldadura.

Los resultados demuestran que las conexiones **CF2 y CF3** ofrecen el **mejor equilibrio entre rigidez y ductilidad**, siendo las más adecuadas para estructuras livianas en zonas sísmicas.

Se confirma que los **labios rigidizadores** son más efectivos que los refuerzos rígidos para aumentar la resistencia sin comprometer la deformación.

Los hallazgos respaldan la incorporación de **criterios mínimos de ductilidad y límites de rigidez** en la normativa ecuatoriana de acero liviano.

Futuros estudios deben incluir:

- Ensayos dinámicos que reproduzcan acelerogramas reales.
- Comparación entre diferentes métodos de unión (MIG, TIG, atornilladas).
- Ampliación del rango de espesores, longitudes de anclaje y condiciones de borde.
- Modelación numérica no lineal para validar y extender los hallazgos experimentales.

Estos estudios permitirán definir con mayor precisión los **parámetros de diseño por capacidad en conexiones soldadas de acero conformado en frío**.

Referencias

1. Hanna, M.T.; El-saadawy, M.M. Scholars ' Mine Behavior of Beam to Column Cold-Formed Section Connections Subjected to Bending Moments Behavior of Beam to Column Cold Formed Section. **2018**.
2. Sato, A. Applied Sciences Seismic Design Procedure for Low-Rise Cold-Formed Steel – Special Bolted Moment Frames. **2024**.
3. Mccrum, D.P.; Simon, J.; Grimes, M.; Broderick, B.M.; Lim, J.B.P.; Wrzesien, A.M. Experimental Cyclic Performance of Cold-Formed Steel Bolted Moment Resisting Frames. *Eng. Struct.* **2019**, *181*, 1–14, doi:10.1016/j.engstruct.2018.11.063.
4. Fahmy, A.S.; Swelem, S.M.; Khalifa, K.M. Experimental Investigation on an Innovative Built-up Cold-Formed Steel I-Section Connection. *Alexandria Eng. J.* **2024**, *107*, 698–710, doi:10.1016/j.aej.2024.09.010.
5. Aminuddin, K.M.; Saggaff, A.; Tahir, M.; Firdaus, M. Experimental Study of Cold-Formed Steel Beam-Column Connection with Sub-Assemblage Frame Method. **2025**, *13*, 2647–2656, doi:10.13189/cea.2025.131332.
6. Wang, X.; Liu, F.; Li, X.; Li, T.; Xu, X.; Shui, Z.; Wu, H. Applied Sciences Static Bearing Capacity Investigation of a Novel Prefabricated Light-Steel Beam – Column Connection. **2022**.
7. Wang, H.; Yang, H.; Qian, H.; Chen, D.; Jin, X.; Fan, F. Static Experimental Analysis and Optimization of Innovative Pre-Engineered Tubular Section Beam-Column Connections in Cold-Form Steel Frames. **2022**, *48*, 1–17.
8. FEMA 461 / June 2007. **2007**.
9. Ye, J.; Mohammad, S.; Hajirasouliha, I. Seismic Performance of Cold-Formed Steel Bolted Moment Connections with Bolting Friction-Slip Mechanism. *J. Constr. Steel Res.* **2019**, *156*, 122–136, doi:10.1016/j.jcsr.2019.01.013.
10. Mohammad, S.; Hajirasouliha, I.; Ye, J. Optimisation of Cold-Formed Steel Beams for Best Seismic Performance in Bolted Moment Connections. *J. Constr. Steel Res.* **2021**, *181*, 106621, doi:10.1016/j.jcsr.2021.106621.

11. Pouladi, P.; Ronaldson, J.; Clifton, G.C.; Ingham, J.M.; Wrzesien, A.M.; Lim, J.B.P. Finite-Element Assisted Design of Eaves Joint of Cold-Formed Steel Portal Frames Having Single Channel-Sections. *Structures* **2019**, *20*, 452–464, doi:10.1016/j.istruc.2019.05.009.
12. Bagheri, A.; Jafarifar, N.; Davidson, P.; Ibrahimov, K. Experiments on Cyclic Behaviour of Cold-Formed Steel-Rubberised Concrete Semi-Rigid Moment-Resisting Connections. *Eng. Struct.* **2022**, *271*, 114956, doi:10.1016/j.engstruct.2022.114956.
13. Ye, J.; Mohammad, S.; Hajirasouliha, I.; Pilakoutas, K. Thin-Walled Structures Efficient Design of Cold-Formed Steel Bolted-Moment Connections for Earthquake Resistant Frames. *Thin Walled Struct.* **2020**, *150*, 105926, doi:10.1016/j.tws.2018.12.015.
14. Crisafulli, F.J. Diseño Sismorresistente de Construcciones de Acero. *Marzo* **2018**, 214.
15. McCormac, J.C. *Diseño de Estructuras de Acero*; Alfaomega.; 2012; ISBN 9786077075592.
16. El-hadary, M.R.; El-aghoury, I.M.; Ibrahim, S.A. Behavior of Different Bolted Connection Configurations in Frames Composed of Cold-Formed Sections. *Ain Shams Eng. J.* **2021**, doi:10.1016/j.asej.2021.05.014.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

RESEARCH ARTICLE

Estrategias institucionales para la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria: formación, herramientas y redes de colaboración.

Marianela Cruel Preciado ¹ 

¹ Universidad Técnica Luis Vargas Torres de Esmeraldas, Esmeraldas, Ecuador.

✉ Correspondencia: marianela.cruel.preciado@utelvt.edu.ec ☎ + 593 98 547 8138

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83316>

Resumen: La integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria se ha convertido en un desafío estratégico para las instituciones de educación superior, en un contexto marcado por la transformación digital y la demanda de nuevas competencias profesionales. El propósito de este estudio fue analizar las estrategias institucionales orientadas a la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria, considerando la formación docente, las herramientas tecnológicas y las redes de colaboración. Se desarrolló una revisión sistemática de la literatura siguiendo criterios metodológicos rigurosos, con la selección y análisis de estudios científicos relevantes publicados en el ámbito de la educación superior. Los resultados evidencian que la integración tecnológica es más efectiva cuando se aborda desde una perspectiva institucional sistémica, en la que la capacitación docente continua, la alineación pedagógica de las herramientas digitales y la vinculación interinstitucional actúan de manera articulada. Asimismo, se identifican limitaciones relacionadas con la adopción fragmentada de tecnologías y la ausencia de políticas institucionales sostenibles. En discusión, los hallazgos se interpretan como una confirmación de que la tecnología, por sí sola, no garantiza mejoras educativas, sino que requiere estrategias organizativas coherentes. Se concluye que las instituciones que integran de forma estratégica la formación, la tecnología y la colaboración logran procesos más sostenibles de innovación educativa y mejora de la calidad en la educación superior.

Palabras clave: tecnologías 4.0, docencia universitaria, estrategias institucionales, educación superior, transformación digital.

Institutional strategies for the effective integration of Industry 4.0 technologies in university teaching: training, tools and collaboration networks

Abstract: The integration of Industry 4.0 technologies into university teaching has become a strategic challenge for higher education institutions in a context defined by digital transformation and increasing demands for new professional competencies. The purpose of this study was to analyze institutional strategies aimed at the effective integration of Industry 4.0 technologies in university teaching, focusing on teacher training, technological tools and



Cita: Cruel Preciado, M. (2025). Estrategias institucionales para la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria: formación, herramientas y redes de colaboración. Green World Journal, 8(3), 316. <https://doi.org/10.53313/gwj83316>

Received: 01 /December /2025

Accepted: 15 /December /2025

Published: 23 /December /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).

collaboration networks. A systematic literature review was conducted using rigorous methodological criteria, selecting and analyzing relevant scientific studies published in the field of higher education. The results show that technological integration is more effective when approached from a systemic institutional perspective, where continuous teacher training, pedagogical alignment of digital tools and interinstitutional collaboration are coherently articulated. Limitations related to fragmented technology adoption and the lack of sustainable institutional policies were also identified. In discussion, the findings are interpreted as evidence that technology alone does not ensure educational improvement, but rather requires coherent organizational strategies. It is concluded that institutions that strategically integrate training, technology and collaboration achieve more sustainable processes of educational innovation and quality improvement in higher education.

Keywords: Industry 4.0 technologies, university teaching, institutional strategies, higher education, digital transformation.

1. Introducción

La transformación digital contemporánea, impulsada por la denominada Industria 4.0, configura un escenario de profundas modificaciones en los sistemas productivos, sociales y educativos a nivel global. Este paradigma se caracteriza por la integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial, el internet de las cosas, el big data, la computación en la nube, la manufactura aditiva y las redes de alta conectividad, las cuales actúan como tecnologías transversales capaces de redefinir procesos organizacionales, modelos de negocio y dinámicas de generación de conocimiento [1,3,4]. En este contexto, la educación superior adquiere un rol estratégico al constituirse como un espacio clave para la formación de capital humano, la transferencia tecnológica y la innovación, aspectos indispensables para la sostenibilidad y competitividad de las sociedades actuales.

Desde una perspectiva macro, diversos estudios coinciden en que las tecnologías asociadas a la Industria 4.0 no solo transforman el ámbito industrial, sino que inciden directamente en los sistemas educativos, demandando nuevas competencias, enfoques pedagógicos y estructuras institucionales [1,14,29]. La literatura evidencia que la adopción de estas tecnologías plantea desafíos significativos relacionados con la sostenibilidad, la equidad y la gobernanza institucional, lo que exige una planificación estratégica que trascienda la mera incorporación de herramientas digitales [3,14,23]. En América Latina, estos retos se intensifican debido a brechas estructurales en infraestructura, formación y capacidades institucionales, lo que limita la apropiación efectiva de las tecnologías 4.0 en distintos sectores, incluido el educativo [4,28,34].

En el nivel meso, la investigación sobre Educación 4.0 subraya la necesidad de redefinir los modelos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior, incorporando metodologías activas, entornos virtuales de aprendizaje, analítica educativa y recursos tecnológicos emergentes que favorezcan experiencias formativas más flexibles, personalizadas e interdisciplinarias [5,21,26]. No obstante, diversos autores señalan que la integración de estas tecnologías en la docencia universitaria suele desarrollarse de forma fragmentada, debido a la ausencia de políticas institucionales claras, limitaciones en la gestión del cambio y debilidades en los procesos de acompañamiento pedagógico [10,25,35]. En este sentido, la transformación digital universitaria se reconoce como un proceso complejo que requiere coherencia entre visión institucional, liderazgo académico y capacidades organizativas.

Desde una aproximación micro, los estudios recientes enfatizan el papel central del docente universitario como agente clave en la integración efectiva de las tecnologías 4.0 en el aula. La evidencia muestra que el desarrollo de competencias digitales docentes constituye un factor determinante para el uso pedagógico significativo de las tecnologías, más allá de su dimensión instrumental [8,18,20]. Asimismo, se destaca la importancia de procesos de capacitación continua, acompañamiento metodológico y actualización profesional, orientados a fortalecer prácticas

educativas innovadoras y alineadas con las demandas de la educación superior contemporánea [6,26]. Sin embargo, persisten brechas relacionadas con la resistencia al cambio, la sobrecarga laboral y la insuficiente articulación entre formación docente y objetivos institucionales [15,30].

De manera complementaria, la literatura resalta la relevancia de las redes de colaboración y vinculación entre universidades, sectores productivos y organismos públicos como un componente estratégico para la integración de tecnologías 4.0. Estas redes facilitan la transferencia de conocimiento, la innovación educativa y el fortalecimiento de ecosistemas de aprendizaje orientados al desarrollo territorial y social [11,19,24]. No obstante, su consolidación enfrenta obstáculos vinculados a la falta de marcos normativos, limitaciones de financiamiento y debilidades en la coordinación interinstitucional, lo que reduce su impacto en la docencia universitaria [9,34].

A pesar del crecimiento sostenido de investigaciones sobre tecnologías 4.0, educación superior y transformación digital, el estado actual del campo evidencia una dispersión conceptual y metodológica que dificulta la identificación de estrategias institucionales integrales y transferibles. En este escenario, las revisiones sistemáticas de la literatura se consolidan como un enfoque metodológico pertinente para sintetizar la evidencia existente, identificar tendencias, vacíos de investigación y orientar la toma de decisiones académicas y de gestión universitaria. La aplicación del enfoque PRISMA permite fortalecer la transparencia, rigurosidad y reproducibilidad del análisis, contribuyendo a una comprensión más estructurada del fenómeno estudiado [7].

En función de lo expuesto, el presente artículo tiene como objetivo principal analizar, mediante una revisión sistemática de la literatura basada en PRISMA, las estrategias institucionales para la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria, con énfasis en tres dimensiones clave: la formación docente, las herramientas tecnológicas utilizadas y las redes de colaboración académica e interinstitucional. Este análisis busca aportar una visión crítica y actualizada del estado del conocimiento, orientada a fortalecer las políticas y prácticas institucionales en educación superior frente a los desafíos de la transformación digital.

2. Materiales y métodos

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque de revisión sistemática de la literatura, con el propósito de identificar, analizar y sintetizar de forma rigurosa la evidencia científica disponible sobre las estrategias institucionales para la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria. Los materiales utilizados correspondieron exclusivamente a fuentes académicas de acceso público, incluyendo artículos científicos, revisiones sistemáticas y documentos especializados, lo que garantizó la disponibilidad y verificabilidad de la información analizada. El proceso metodológico se estructuró siguiendo las directrices de la declaración PRISMA, con el fin de asegurar transparencia, trazabilidad y reproducibilidad en cada una de las etapas del estudio. Todos los procedimientos, criterios de selección, técnicas de análisis y protocolos empleados fueron descritos de manera detallada, permitiendo que otros investigadores puedan replicar el estudio o utilizarlo como base para investigaciones posteriores.

2.1 Área de estudio

El área de estudio correspondió al campo científico de la educación superior y la transformación digital, con énfasis en la integración de tecnologías asociadas a la Industria 4.0 en la docencia universitaria. Desde una perspectiva conceptual, el estudio se situó en el cruce interdisciplinario entre educación, tecnología, gestión institucional e innovación, abordando investigaciones desarrolladas en contextos universitarios a nivel internacional.

Dado que se trató de una revisión sistemática de literatura, el área de estudio no se delimitó geográficamente, sino que se definió en términos documentales y temáticos, considerando publicaciones científicas provenientes de distintos países y regiones. Esta delimitación permitió analizar enfoques, estrategias y experiencias institucionales diversas, favoreciendo una comprensión amplia y comparativa del fenómeno estudiado [1,4,21].



Figura 1. Esquema conceptual del área de estudio: integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria desde una perspectiva institucional.

2.2 Métodos

El proceso metodológico se estructuró en varias fases claramente definidas, con el objetivo de garantizar la replicabilidad del estudio. En primer lugar, se adoptó la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) como marco metodológico de referencia, debido a su amplia aceptación en investigaciones de revisión y su capacidad para asegurar transparencia en la selección y análisis de estudios [7].

La búsqueda de literatura se realizó en bases de datos académicas y repositorios científicos reconocidos, priorizando publicaciones revisadas por pares. Se emplearon términos clave organizados de manera progresiva, desde un nivel macro hasta un nivel micro, relacionados con *Industria 4.0*, *Educación 4.0*, *docencia universitaria*, *estrategias institucionales*, *competencias digitales docentes* y *redes de colaboración* [1,5,21,26]. Las ecuaciones de búsqueda se construyeron mediante operadores booleanos AND y OR, con el fin de ampliar y refinar los resultados obtenidos.

Se establecieron criterios de inclusión que consideraron estudios publicados entre 2014 y 2025, enfocados en educación superior, con referencia explícita a tecnologías 4.0 y estrategias institucionales. Asimismo, se incluyeron artículos empíricos, revisiones sistemáticas y estudios teóricos con respaldo académico verificable y acceso a texto completo [1,7,25].

Se excluyeron documentos duplicados, publicaciones sin revisión académica, estudios centrados exclusivamente en contextos industriales sin vinculación educativa y trabajos que no describieron con claridad su metodología [23,29].

La selección de los estudios se llevó a cabo en cuatro etapas: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión final, conforme al flujo propuesto por PRISMA [7]. Inicialmente, se identificaron los registros obtenidos de las búsquedas. Posteriormente, se realizó la revisión de títulos y resúmenes para descartar aquellos que no cumplieron los criterios establecidos. En la etapa de elegibilidad, se

efectuó la lectura completa de los textos seleccionados, evaluando su pertinencia y calidad metodológica.

La extracción de la información se efectuó mediante una matriz de análisis diseñada para este estudio, en la que se sistematizaron datos como autor, año de publicación, contexto, objetivo, tipo de estudio, tecnologías abordadas y principales hallazgos [5,8,18].

El análisis de los datos se desarrolló a través de una síntesis narrativa, debido a la diversidad metodológica de los estudios incluidos. Los resultados se organizaron en tres ejes analíticos: formación docente, herramientas tecnológicas y redes de colaboración institucional, lo que permitió identificar patrones comunes, convergencias y vacíos de investigación [8,19,24].

Todos los procedimientos metodológicos, ecuaciones de búsqueda, criterios de selección y fuentes utilizadas fueron descritos de manera explícita, garantizando la posibilidad de replicar el estudio. Al tratarse de una revisión sistemática, no se utilizaron datos primarios ni código informático propio; sin embargo, todas las referencias analizadas se encuentran disponibles públicamente y debidamente citadas, en concordancia con los principios de transparencia científica [7].

3. Resultados

La revisión sistemática permitió identificar un conjunto significativo de estudios que abordaron la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria desde diferentes enfoques institucionales, pedagógicos y tecnológicos. Los resultados se organizaron en función de tres ejes analíticos principales previamente definidos: formación docente, herramientas tecnológicas y redes de colaboración institucional, lo que facilitó la síntesis estructurada de la evidencia y la identificación de patrones comunes, convergencias y vacíos de investigación.

3.1. Diagrama del proceso de revisión sistemática

El proceso de identificación, selección y análisis de los estudios se desarrolló conforme a las fases establecidas por PRISMA. El siguiente diagrama representa el flujo metodológico seguido en la revisión.

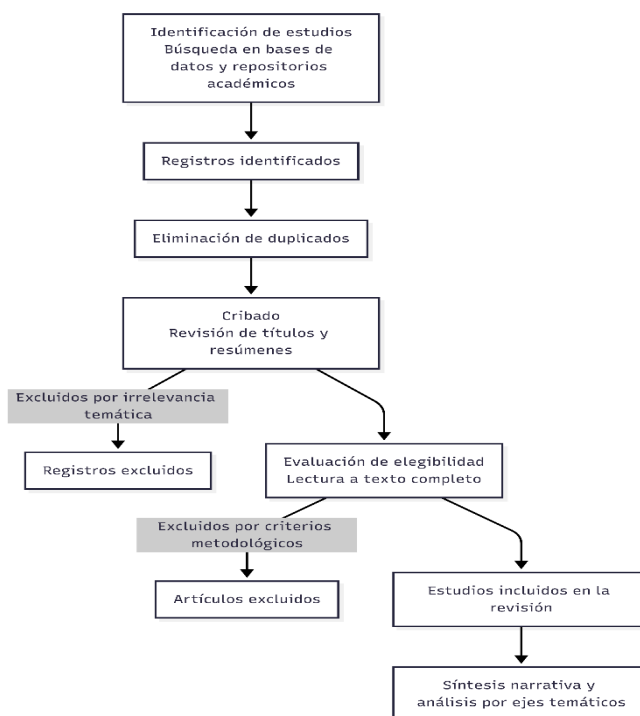


Figura 2. Diagrama del proceso de selección de estudios conforme a PRISMA.

Tabla 1. Síntesis de hallazgos sobre estrategias institucionales para la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria

Eje analítico	Principales hallazgos	Estudios representativos
Formación docente	La capacitación continua y estratégica fortaleció la integración pedagógica de tecnologías 4.0. El desarrollo de competencias digitales docentes se asoció con mayores niveles de innovación educativa.	[8,18,20,26]
Herramientas tecnológicas	El uso de plataformas digitales, analítica educativa e inteligencia artificial mejoró la flexibilidad y personalización del aprendizaje cuando existió soporte institucional.	[5,25,29,32]
Redes de colaboración	La articulación universidad–sector productivo–Estado facilitó la transferencia de conocimiento y la pertinencia de la formación universitaria.	[11,19,24,34]
Estrategia institucional	Las instituciones con políticas integrales lograron mayor sostenibilidad en los procesos de transformación digital educativa.	[1,7,21,35]

3.2. Formación docente para la integración de tecnologías 4.0

Los estudios analizados evidenciaron que la formación docente constituyó el eje central para la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria. Los resultados mostraron que el desarrollo de competencias digitales fue abordado desde una perspectiva integral, que incluyó no solo habilidades técnicas, sino también capacidades pedagógicas, metodológicas y organizacionales [8,18]. La evidencia indicó que los programas de capacitación alineados con la estrategia institucional favorecieron una adopción más significativa de las tecnologías emergentes en el aula.

Asimismo, se observó que la formación continua permitió a los docentes adaptar metodologías activas y centradas en el estudiante, fortaleciendo la innovación educativa y la calidad del proceso de enseñanza–aprendizaje [20,26]. No obstante, los estudios también señalaron limitaciones recurrentes, tales como la resistencia al cambio, la sobrecarga laboral y la ausencia de incentivos institucionales, factores que restringieron la sostenibilidad de las iniciativas formativas [15,30]. En conjunto, los resultados evidenciaron que la capacitación docente aislada generó impactos limitados, mientras que los enfoques sistémicos produjeron mejores resultados educativos.

3.3. Herramientas tecnológicas y entornos digitales en la docencia universitaria

En relación con las herramientas tecnológicas, la revisión mostró una amplia diversidad de recursos asociados a la Industria 4.0 aplicados al contexto universitario, entre los que destacaron plataformas de gestión del aprendizaje, entornos virtuales avanzados, sistemas de analítica educativa, inteligencia artificial y recursos interactivos [5,25,32]. Los resultados indicaron que estas herramientas contribuyeron a mejorar la flexibilidad, personalización y seguimiento del aprendizaje.

Sin embargo, la evidencia reveló que la disponibilidad tecnológica no garantizó, por sí sola, una integración pedagógica efectiva [1,29]. Los estudios señalaron que el impacto positivo de las herramientas digitales estuvo condicionado por factores institucionales como la infraestructura, el soporte técnico, la capacitación docente y la coherencia con los modelos pedagógicos adoptados [10,26]. En este sentido, los resultados mostraron que las instituciones con estrategias tecnológicas integrales lograron una mayor articulación entre innovación tecnológica y calidad educativa [21,35].

3.4. Redes de colaboración y estrategias institucionales de vinculación

El análisis de los estudios evidenció que las redes de colaboración desempeñaron un papel estratégico en la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria. Los resultados mostraron que la cooperación entre universidades, sector productivo y organismos públicos facilitó la transferencia de conocimiento, el desarrollo de competencias aplicadas y la contextualización de los procesos formativos [11,19,24].

No obstante, la literatura también identificó limitaciones en la consolidación de estas redes, relacionadas con la falta de políticas institucionales claras, escasa coordinación interinstitucional y restricciones de financiamiento [9,34]. A pesar de ello, los estudios coincidieron en que las estrategias de vinculación bien estructuradas fortalecieron la pertinencia social de la educación superior y contribuyeron a la sostenibilidad de los procesos de transformación digital [24,28].

1. Discusión

Los resultados de la presente revisión sistemática confirman que la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria constituye un proceso complejo, multidimensional y eminentemente institucional, que trasciende la simple adopción de herramientas tecnológicas. En concordancia con estudios previos, la evidencia analizada muestra que las estrategias institucionales juegan un papel determinante en la sostenibilidad y el impacto pedagógico de la transformación digital en la educación superior [1,4,21]. Este hallazgo refuerza la hipótesis de trabajo planteada, según la cual la articulación entre formación docente, infraestructura tecnológica y redes de colaboración resulta indispensable para una integración efectiva de las tecnologías 4.0.

En relación con la formación docente, los resultados son consistentes con investigaciones que destacan el desarrollo de competencias digitales como un factor crítico para la innovación educativa en la era de la Educación 4.0 [8,18,26]. La discusión de los hallazgos sugiere que la capacitación docente adquiere mayor efectividad cuando se orienta a la aplicación pedagógica de las tecnologías y se vincula con los objetivos estratégicos institucionales, tal como señalan estudios previos sobre transformación digital universitaria [10,21]. No obstante, los resultados también evidencian limitaciones estructurales persistentes, como la resistencia al cambio y la sobrecarga laboral docente, las cuales ya han sido reportadas en contextos educativos diversos [15,30]. Estas limitaciones indican que la formación, aunque necesaria, no resulta suficiente si no se acompaña de incentivos, liderazgo académico y una cultura institucional favorable a la innovación.

Respecto a las herramientas tecnológicas y entornos digitales, la discusión de los resultados confirma que su impacto educativo depende menos del nivel de sofisticación tecnológica y más de su integración pedagógica y organizacional. Este hallazgo coincide con revisiones previas que advierten que la tecnología, por sí sola, no garantiza mejoras en la calidad educativa [1,29]. En este sentido, los resultados se alinean con estudios que subrayan la importancia de la coherencia entre modelos pedagógicos, soporte técnico y capacidades docentes para maximizar el potencial de las tecnologías 4.0 en la docencia universitaria [5,25,32]. Sin embargo, la evidencia también muestra que muchas instituciones continúan adoptando tecnologías de manera fragmentada, lo que limita su impacto y genera brechas entre innovación tecnológica y práctica educativa efectiva.

En cuanto a las redes de colaboración y estrategias de vinculación, los resultados refuerzan la idea de que la interacción entre universidades, sector productivo y organismos públicos constituye un componente clave para la transferencia de conocimiento y la pertinencia de la formación universitaria [11,19,24]. Desde una perspectiva más amplia, estos hallazgos se relacionan con enfoques de desarrollo territorial e innovación sistémica, que reconocen el valor de la cooperación interinstitucional para enfrentar los desafíos de la transformación digital [4,34]. No obstante, la discusión también revela limitaciones importantes, como la falta de marcos normativos claros y de mecanismos sostenibles de financiamiento, lo que reduce el alcance de estas redes en algunos

contextos [9,28]. Estas restricciones evidencian que la vinculación institucional requiere ser concebida como una política estratégica y no como una acción aislada.

Desde una valoración crítica, los resultados de esta revisión presentan alcances y limitaciones que deben ser considerados. Entre los principales alcances, se destaca la sistematización de evidencia reciente y diversa sobre tecnologías 4.0 y docencia universitaria, lo que permite identificar patrones comunes y tendencias emergentes en distintos contextos educativos. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos limita la posibilidad de generalizar los hallazgos y de establecer relaciones causales directas. Asimismo, la dependencia de fuentes secundarias y la ausencia de estudios longitudinales en algunos contextos restringen la profundidad del análisis comparativo.

En un contexto más amplio, los hallazgos de esta revisión aportan implicaciones relevantes para la gestión universitaria, la política educativa y la investigación académica. La evidencia sugiere que las instituciones de educación superior deben avanzar hacia modelos de transformación digital integrales, en los que las tecnologías 4.0 se articulen con procesos formativos, estructuras organizativas y redes de colaboración, contribuyendo así a la calidad, equidad y pertinencia de la educación superior [21,35]. Desde esta perspectiva, la integración tecnológica se configura como un medio para fortalecer el aprendizaje y la innovación, y no como un fin en sí mismo.

Finalmente, la discusión permite identificar líneas futuras de investigación, orientadas a profundizar en estudios empíricos que evalúen el impacto de estrategias institucionales específicas, el desarrollo de modelos de evaluación de competencias docentes en Educación 4.0 y el análisis comparativo entre contextos regionales. Asimismo, se reconoce la necesidad de investigaciones longitudinales que permitan comprender la sostenibilidad de los procesos de transformación digital en la docencia universitaria y su incidencia en los resultados de aprendizaje y la inclusión educativa.

2. Conclusión

El presente estudio permitió analizar de manera sistemática las estrategias institucionales orientadas a la integración efectiva de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria, evidenciando que este proceso constituye un fenómeno complejo que requiere un enfoque integral y articulado. Los resultados obtenidos demostraron que la incorporación de tecnologías emergentes en la educación superior no puede ser comprendida únicamente desde una perspectiva técnica, sino que depende de decisiones estratégicas institucionales que articulen formación docente, infraestructura tecnológica y mecanismos de colaboración interinstitucional.

En relación con el objetivo principal de la investigación, se constató que las estrategias institucionales más efectivas fueron aquellas que integraron de forma coherente la capacitación docente, la selección estratégica de herramientas tecnológicas y la vinculación con actores externos. Este hallazgo permitió confirmar que la transformación digital universitaria alcanza mayor impacto cuando se concibe como un proceso sistémico y no como un conjunto de acciones aisladas. En este sentido, la investigación aporta evidencia que refuerza la necesidad de modelos institucionales orientados a la sostenibilidad y la coherencia pedagógica de la Educación 4.0.

Las conclusiones derivadas del análisis resaltaron que la formación docente constituye el eje estructural para la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria. No obstante, se evidenció que la capacitación, por sí sola, resulta insuficiente si no se acompaña de una cultura organizacional que promueva la innovación, el liderazgo académico y el reconocimiento de la práctica docente. Este resultado permitió ampliar la comprensión del rol del docente, no solo como usuario de tecnología, sino como agente clave de transformación educativa.

Asimismo, se concluyó que las herramientas tecnológicas asociadas a la Industria 4.0 generan aportes significativos en términos de flexibilidad, personalización y seguimiento del aprendizaje cuando su implementación se encuentra alineada con modelos pedagógicos claros y con soporte

institucional adecuado. La investigación evidenció que la tecnología adquiere valor educativo cuando se integra de manera intencionada en los procesos de enseñanza–aprendizaje, evitando enfoques centrados exclusivamente en la innovación tecnológica sin fundamento pedagógico.

Por otra parte, las conclusiones pusieron de manifiesto la relevancia de las redes de colaboración institucional como un componente estratégico para fortalecer la pertinencia social y académica de la educación superior. La vinculación entre universidades, sector productivo y organismos públicos se configuró como un mecanismo clave para la transferencia de conocimiento, la contextualización del aprendizaje y la sostenibilidad de las estrategias de transformación digital. Este resultado subrayó la necesidad de consolidar políticas institucionales que fortalezcan la cooperación interinstitucional como parte de la gestión universitaria.

Desde una perspectiva científica, el principal aporte de esta investigación radica en la sistematización y análisis crítico de la evidencia existente sobre la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria, contribuyendo a reducir la dispersión conceptual identificada en la literatura. El estudio proporciona un marco analítico que permite comprender la interdependencia entre formación docente, tecnología y colaboración institucional, ofreciendo una base sólida para futuras investigaciones y para el diseño de políticas educativas en el ámbito universitario.

Las conclusiones alcanzadas evidenciaron que la integración de tecnologías 4.0 en la docencia universitaria no debe ser concebida como un fin en sí mismo, sino como un medio para fortalecer la calidad, equidad y pertinencia de la educación superior. Este enfoque contribuye a orientar a las instituciones hacia procesos de transformación digital más reflexivos, sostenibles y centrados en el aprendizaje, reafirmando el cumplimiento del objetivo planteado en la investigación.

Financiamiento: Los autores financiaron a integridad el estudio.

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

Referencias

1. Analuisa FRL, Analuisa FRL (2023) Relación de las tecnologías de la industria 4.0 en el desarrollo empresarial. Una revisión de literatura. Vivat academia (Alcalá de Henares). <https://doi.org/10.15178/VA.2023.156.E1473>
2. Aparicio JEV (2014) Educación permanente: los programas universitarios para mayores en España como respuesta a una nueva realidad social¹. Revista de la Educación Superior 43:117–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.03.003>
3. Bai C, Dallasega P, Orzes G, Sarkis J (2020) Industry 4.0 technologies assessment: A sustainability perspective. Int J Prod Econ. <https://doi.org/10.1016/J.IJPE.2020.107776>
4. Basco AI, Béliz G, Coatz D, Garnero P (2018) Industria 4.0: Fabricando el Futuro. <https://doi.org/10.18235/0001229>
5. Cajamarca–Correa MA, Cangas–Cadena AL, Sánchez–Simbaña SE, Pérez–Guillermo AG (2024) Nuevas tendencias en el uso de recursos y herramientas de la Tecnología Educativa para la Educación Universitaria. Journal of Economic and Social Science Research. <https://doi.org/10.55813/GAEA/JESSR/V4/N3/124>
6. Camargo AF, Méndez LSA (2021) Tecnologías 4.0: El Desafío De La Educación Media En Colombia. <https://doi.org/10.48204/J.SOCIETAS.V23N1A1>
7. Casa MMB, Bonifaz A, Moreira FSM (2024) Estrategias institucionales frente a la deserción escolar del estudiantado: una revisión sistemática. Revista Minerva. <https://doi.org/10.53591/MINERVA.V5I8.31>
8. Chida JLC, Huamán CSA, Quintana OV, Sánchez CBM (2025) Competencias digitales TIC en docentes universitarios: retos y oportunidades en el proceso de enseñanza en la era de la educación 4.0. Reincisol. [https://doi.org/10.59282/REINCISOL.V4\(7\)1548-1567](https://doi.org/10.59282/REINCISOL.V4(7)1548-1567)

9. Cobas LCF, Rivero RB, Marín MGV (2022) Validación de un instrumento para el diagnóstico de estrategias institucionales de enfrentamiento al cambio climático. DOAJ (DOAJ: Directory of Open Access Journals)
10. Darias NT, Barujel AG, Lugo MT, Teixeira A (2020) La transformación digital de la docencia universitaria
11. Dias FX, Ventura R, Bueno MP (2023) Transferência de tecnologia na agricultura 4.0. Observatorio de la economía latinoamericana. <https://doi.org/10.55905/OELV21N11-177>
12. Forcadell-Díez L, Pérez G, Fernández A, et al (2025) 978 - CÓMO PROMOVER RELACIONES SALUDABLES Y EQUITATIVAS EN LA EDUCACIÓN FORMAL: MARCO TEÓRICO Y PROPUESTA EDUCATIVA. Gac Sanit 39:107062. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0213-9111\(25\)00801-5](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0213-9111(25)00801-5)
13. Franco G, Faria ROP, Maciel ALM, Duarte S (2020) Contabilidade 4.0: análise dos avanços dos sistemas de tecnologia da informação no ambiente contábil. CAFI – Contabilidade, Atuária, Finanças & Informação. <https://doi.org/10.23925/CAFI.V4I1.51225>
14. Germano AX dos S, Mello JAVB, Motta WH (2021) Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. Palabra Clave (La Plata). <https://doi.org/10.24215/18539912E142>
15. Guale DEP, Tomalá YJG, Palacios MAL, et al (2024) Integración de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) y estrategias educativas: desafíos actuales en la educación básica. Conocimiento global. <https://doi.org/10.70165/CGLOBAL.V9I2.382>
16. Inácio D, Drozda FO, Silva W de A, et al (2020) A importância da manufatura aditiva como tecnologia digital para a indústria 4.0: uma revisão sistemática. Revista Competitividade e Sustentabilidade. <https://doi.org/10.48075/COMSUS.V7I3.23861>
17. Iszczuk ACD, Ventris KFD, Pinto GB, et al (2021) EVOLUÇÕES DAS TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0: DIFICULDADES E OPORTUNIDADES PARA AS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS. <https://doi.org/10.34117/BJDV7N5-454>
18. Iturralde JAB, Cajas JAR, Cajas EPR, et al (2024) La Necesidad de Capacitación Docente para una Implementación Efectiva de la Tecnología Educativa en el Aula. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. https://doi.org/10.37811/CL_RCM.V8I2.10676
19. Limaylla AQ, Ramírez LV, Mendieta RAA (2014) Vinculación de Instituciones de Educación Agrícola Superior (IEAS) con sectores productivos. El caso de la residencia profesional en el Instituto Tecnológico del Altiplano de Tlaxcala (ITAT)1. Revista de la Educación Superior 43:135–152. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resu.2015.02.005>
20. Maiguashca G de LÁG, Ortiz ÁMC, Puruncajas JFC, Zhinin GVL (2025) Estrategias Pedagógicas Basadas en Tecnologías Digitales para el Fortalecimiento de Competencias en la Educación Superior. Reincisol. [https://doi.org/10.59282/REINCISOL.V4\(8\)3071-3091](https://doi.org/10.59282/REINCISOL.V4(8)3071-3091)
21. Márquez AMB (2019) Educación 4.0. en las instituciones universitarias
22. Marúm-Espinosa E, Reynoso-Cantú E-L (2014) La importancia de la educación no formal para el desarrollo humano sustentable en México. Revista Iberoamericana de Educación Superior 5:137–155. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2007-2872\(14\)71947-X](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S2007-2872(14)71947-X)
23. Masood T, Sonntag P (2020) Industry 4.0: Adoption challenges and benefits for SMEs. Computers in industry (Print). <https://doi.org/10.1016/J.COMPIND.2020.103261>
24. Meglio MF Di, Harispe A (2015) Estrategias institucionales de “vinculación universitaria” orientadas al desarrollo local. Reflexiones a partir de un estudio de caso. Interações. <https://doi.org/10.20435/INTERACOES.V16I1.110>
25. Montalván-Vélez CL, Mogrovejo-Zambrano JN, Rodríguez-Andrade AE, Andrade-Vaca AL (2024) Adopción y Efectividad de Tecnologías Emergentes en la Educación desde una Perspectiva Administrativa y Gerencial. Journal of Economic and Social Science Research. <https://doi.org/10.55813/GAEA/JESSR/V4/N1/92>
26. Pacheco JMA (2023) Desafíos de la docencia universitaria ante la educación 4.0. e-Revista Multidisciplinaria del Saber. <https://doi.org/10.61286/E-RMS.V1I.11>
27. Pasqualetto O de QF (2021) Tecnologias 4.0, direito ao trabalho e implementação da agenda 2030. Pensar. <https://doi.org/10.5020/2317-2150.2022.12603>

28. Rodríguez-Pérez B, Chalco Alban SS, Salas Salazar MA (2022) ANALYSIS OF THE PERUVIAN CONTEXT FOR THE APPLICATION OF TECHNOLOGIES ASSOCIATED WITH INDUSTRY 4.0; [ANÁLISIS DEL CONTEXTO PERUANO PARA LA APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A INDUSTRIA 4.0]. Universidad y Sociedad 14:597 – 603
29. Rozo-García F (2020) Revisión de las tecnologías presentes en la industria 4.0. <https://doi.org/10.18273/REVUIN.V19N2-2020019>
30. Saldívar AHR (2024) Integración de la tecnología en la educación temprana: Beneficios, desafíos y prácticas efectivas. Revista Multidisciplinaria Voces de América y el Caribe. <https://doi.org/10.69821/REMUUVAC.V1I2.118>
31. Santos DRG dos, Volante CR (2018) A IMPORTÂNCIA DA TECNOLOGIA SEM FIO NA INDÚSTRIA 4.0. Revista Interface Tecnológica. <https://doi.org/10.31510/INFA.V15I2.487>
32. Silva C, Nascimento JS do, Ferraz MA, et al (2023) Qualidade 4.0: tecnologias emergentes e suas aplicações. Revista de Gestão e Secretariado (Management and Administrative Professional Review). <https://doi.org/10.7769/GESEC.V14I7.2525>
33. Spadinger R (2024) Implementação da tecnologia 5g no contexto da transformação digital e da indústria 4.0. IPEA eBooks. <https://doi.org/10.38116/9786556350660CAP5>
34. Versino MS, Guido L, Gorenstein S, Vidosa R (2023) La promoción de tecnologías 4.0 para las Pequeñas y Medianas Empresas argentinas. Ciencia, tecnología y política. <https://doi.org/10.24215/26183188E103>
35. Villavicencio CMM (2025) Estrategias para la integración de tecnologías en instituciones educativas privadas de Guayaquil-Ecuador: Un análisis multidimensional. Edutec Revista Electrónica de Tecnología Educativa. <https://doi.org/10.21556/EDUTEC.2025.91.3383>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

LIBRO DE MEMORIAS



Green World Journal

ISSN: 2737-6109

IV CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA “AMAZONIA VIVA”



Escuela
Superior Politécnica
de Chimborazo



sectei
Semana de la Ciencia,
Tecnología Emprendimiento
e Innovación EsPOCH

IV Congreso Internacional “CIICTAV” INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA AMAZONIA VIVA

Del 15 al 17 de Octubre
Auditorio del Gobierno Provincial de Orellana
Espoch Sede Orellana
09h00 a 17h00



CaMeRa

ISSN: 2737-6109

Prof. Carlos Montaña - HERNÁNDEZ, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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

Índice

La Administración de empresas comunitarias en Ecuador.....317

Evolución de la Administración de Empresas en Ecuador: una revisión
histórica, teórica y contextual318

Elaboración de una dieta balanceada en base a los requerimientos
nutricionales específicos para cuyes en etapa engorde319

Efecto de la aplicación de fitohormonas en el cultivo de maíz (*Zea
mays* L.) bajo las condiciones ambientales de la Finca Experimental la
Belleza, provincia de Orellana.....320

Renewable Energies in Ecuador: Progress, Challenges and Prospects
for an Inclusive Energy Transition.....322

Sustainable and Green Technologies in Ecuador: Advances, Barriers and
Future Directions (2020-2025).....323

Prof. Carlos Mestanza Ramón, Ph.D.

Editor-in-Chief

editor@greenworldjournal.com

Chimborazo Polytechnic School

Riobamba, Ecuador

carlos.mestanza@epoch.edu.ec

University of Calabria

Rede, Italy

mstcls88h06z605e@studenti.unical.it

University of Seville

Seville, Spain

cmestanza@us.es

Organizing committee

Prof. Geovanny Silva, Ph.D(c)

Prof. Mirian Jiménez, Ph.D(c)

Prof. Demmy Mora, Ph.D(c)

Prof. Hugo Castro, Ph.D

Prof. Lucia Nuñez, Ms.C

Prof. Wilson Chango, Ph.D

Cover Design : CaMeRa Editorial

Cover Image : CaMeRa Editorial

Editorial Office

Vía Nueva Loja - El Coca Km3 - margen derecho, sector la playa; Nueva Loja, EC210150, Ecuador



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

CaMeRa

ISSN: 2737-6109

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj8321>

Review

La Administración de empresas comunitarias en Ecuador.

Juan Aguilar Poaquiza ¹ ¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.Correspondence: juan.aguilar@esepoch.edu.ec

+593998885033

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83317>

Resumen: En Ecuador, las empresas comunitarias se han consolidado como uno de los actores clave de la Economía Popular y Solidaria (EPS), al articular objetivos económicos, sociales, culturales y ambientales dentro de territorios generalmente rurales, indígenas o periurbanos. Este artículo de revisión analiza la administración de empresas comunitarias en el país durante la última década, con énfasis en la literatura publicada en los últimos cinco años. Se abordan los fundamentos conceptuales vinculados al Buen Vivir y la EPS, el marco normativo e institucional, las características organizativas y de gestión, así como los principales desafíos: gobernanza democrática, sostenibilidad financiera, capacidades de gestión, inserción en mercados, digitalización y gestión socioambiental. Asimismo, se revisan experiencias de turismo comunitario, agroindustria rural y cooperativas de ahorro y crédito que permiten identificar buenas prácticas en planificación estratégica, participación comunitaria, transparencia y rendición de cuentas. Se concluye que la administración de empresas comunitarias en Ecuador se encuentra en una fase de transición: desde modelos de gestión fuertemente asistidos por el Estado y la cooperación internacional hacia esquemas más autónomos, profesionalizados y orientados a la sostenibilidad integral. No obstante, persisten brechas en formación gerencial, acceso a financiamiento, innovación y articulación con políticas públicas territoriales.

Palabras Claves: Administración, Costa, Sierra, Amazonía, Economía.

Abstract: In Ecuador, community enterprises have established themselves as one of the key players in the Popular and Solidarity Economy (EPS), articulating economic, social, cultural, and environmental objectives within generally rural, indigenous, or peri-urban territories. This review article analyzes the management of community enterprises in the country over the last decade, with an emphasis on literature published in the last five years. It addresses the conceptual foundations linked to Good Living and the EPS, the regulatory and institutional framework, organizational and management characteristics, as well as the main challenges: democratic governance, financial sustainability, management capacities, market insertion, digitization, and socio-environmental management. It also reviews experiences in community tourism, rural agribusiness, and savings and credit cooperatives, which allow for the identification of good practices in strategic planning, community participation, transparency, and accountability. It concludes that the administration of community enterprises in Ecuador is in a transition phase: from management models heavily assisted by the state and international cooperation to more autonomous, professionalized, and comprehensive sustainability-oriented schemes. However, gaps remain in management training, access to financing, innovation, and coordination with territorial public policies.



Check for updates

Cita: Aguilar Poaquiza, Juan. 2025. "La Administración de Empresas Comunitarias En Ecuador." Green World Journal 8(3):317.

<https://doi.org/10.53313/gwj83317>**Received:** 15/Aug /2025**Accepted:** 12/Sep /2025**Published:** 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.

Creative Commons Attribution (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

Keywords: Administration, Coast, Mountains, Amazon, Economy.

1. Introducción

La Constitución de 2008 y la Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria (LOEPS) de 2011 reconocen formalmente a la Economía Popular y Solidaria (EPS) como uno de los pilares del sistema económico ecuatoriano, junto al sector público y privado, e incluyen a las empresas comunitarias como parte del sector comunitario de la EPS [1]. En este marco, las empresas comunitarias se definen como iniciativas productivas, comerciales o de servicios, gestionadas colectivamente por miembros de una comunidad, donde la propiedad es compartida, la toma de decisiones es democrática y los excedentes se destinan al beneficio colectivo, ya sea reinvirtiéndose en la organización o en proyectos comunitarios [2,3,4].

En Ecuador, la EPS agrupa a cooperativas, asociaciones, empresas comunitarias, uniones, corporaciones y unidades económicas populares. Según datos de la Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), en 2021 se registraron alrededor de 16 577 organizaciones de la EPS a escala nacional [5,6], y estudios recientes muestran un crecimiento sostenido de estas organizaciones hasta 2023–2024, con expansión hacia sectores rurales y amazónicos [5,2,7,8]. Pese a su importancia, la administración de las empresas comunitarias enfrenta tensiones entre la lógica empresarial (eficiencia, competitividad, acceso a mercados) y la lógica comunitaria (equidad, participación, reciprocidad, cuidado del territorio). Este artículo realiza una revisión narrativa de la literatura reciente (2020–2025) sobre la administración de empresas comunitarias en Ecuador, complementada con trabajos clásicos cuando son imprescindibles para el marco conceptual.

2. Marco conceptual: empresas comunitarias y Economía Popular y Solidaria

La EPS en Ecuador se sustenta en principios de solidaridad, reciprocidad, cooperación y primacía del trabajo sobre el capital, articulados con el paradigma del Buen Vivir (Sumak Kawsay) [2,3]. La LOEPS reconoce como organizaciones de la EPS a los sectores comunitario, asociativo y cooperativo, así como a las unidades económicas populares [9]. Estudios recientes resaltan que la EPS es un sistema económico alternativo, que coexiste con la economía capitalista pero introduce lógicas distintas en la distribución de excedentes, la participación comunitaria y la relación con el territorio [1–3,8,10,11].

La literatura define las empresas comunitarias como: Unidades productivas o de servicios propiedad de una colectividad, con gestión participativa y mecanismos de democracia interna, orientadas tanto al ingreso económico como al bienestar social y ambiental de la comunidad, y con reinversión de excedentes en proyectos comunitarios [11–13]. En Ecuador, estas empresas se encuentran en sectores como turismo comunitario, agroecología, artesanías, comercialización asociativa, servicios locales y, en algunos casos, actividades financieras de pequeña escala [14–17].

3. Contexto normativo e institucional en Ecuador

El marco legal central está compuesto por: Constitución de la República del Ecuador (2008), que reconoce a la EPS como componente del sistema económico social y solidario y vincula su accionar con el Buen Vivir. Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria (LOEPS) y su Reglamento (2011), que establecen la tipología de organizaciones, requisitos de constitución, principios y mecanismos de supervisión [18–20].

La LOEPS otorga personalidad jurídica a las organizaciones de la EPS —incluidas las empresas comunitarias— mediante actos administrativos de la SEPS, y establece principios como solidaridad, cooperación, autogestión, democracia y transparencia [18,19].

Las empresas comunitarias se insertan en un ecosistema institucional donde destacan: La Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS), responsable de supervisar y generar estadísticas, normativa técnica e instrumentos de buen gobierno cooperativo [13,15,17]. El Instituto de Economía Popular y Solidaria (IEPS) y otros programas estatales, que diseñan políticas de promoción, formación empresarial y acceso a espacios de comercialización [16,20]. Gobiernos autónomos descentralizados (GAD), que incorporan emprendimientos y empresas comunitarias en sus planes de desarrollo y ordenamiento territorial, especialmente en sectores como turismo y cadenas agroalimentarias [17,21].

Este marco institucional ha impulsado la formalización de organizaciones y la expansión de programas de capacitación y apoyo, pero también ha generado nuevos requisitos de cumplimiento normativo y contable que retan la administración de las empresas comunitarias.

4. Panorama reciente de las empresas comunitarias en Ecuador

Estudios recientes muestran que el número de organizaciones de la EPS ha crecido de forma sostenida desde 2012, con una fuerte presencia en cooperativas, asociaciones y empresas comunitarias [5,13,22]. En 2021, la SEPS reportó alrededor de 16 577 organizaciones de la EPS activas [14]. Análisis más recientes señalan que, para 2023, el número de organizaciones continúa en expansión, con una concentración en sectores agrícola, de servicios y comercio minorista, y una participación significativa de organizaciones comunitarias en territorios rurales y amazónicos [5,16,21]. En la Amazonía ecuatoriana, por ejemplo, un estudio realizado en 2024 evidencia que existen organizaciones comunitarias en actividades agropecuarias, turismo, transporte y servicios de alimentación, integradas en cadenas de valor locales y regionales [16].

Las empresas comunitarias se encuentran principalmente en:

1. Turismo comunitario: prestación de servicios de alojamiento, alimentación, guianza, artesanías y experiencias culturales. Investigaciones recientes destacan su potencial para diversificar la economía local y fortalecer la identidad cultural, aunque evidencian debilidades en gestión de mercado y calidad del servicio [11,14,23,24].
2. Producción agropecuaria y agroindustria rural: cooperativas y empresas comunitarias que procesan productos lácteos, cacao, café, granos andinos y otros, con experiencias emblemáticas como el conglomerado comunitario de Salinas de Guaranda [25,26].
3. Servicios financieros solidarios: cooperativas de ahorro y crédito que operan bajo principios de inclusión financiera y anclaje territorial; aunque no todas son estrictamente “empresas comunitarias”, muchas se articulan con redes comunitarias y organizaciones de base [25–28].
4. Servicios locales y urbanos: empresas comunitarias de limpieza, mantenimiento, comercio minorista y servicios urbanos vinculados a GAD y políticas de economía popular urbana [4,29].

5. Administración y gobernanza de las empresas comunitarias

La administración de las empresas comunitarias está fuertemente influenciada por su naturaleza democrática y participativa. La literatura reciente subraya: La existencia de asambleas generales como máxima autoridad, juntas directivas elegidas, comités de vigilancia, y mecanismos de rendición de cuentas a los socios y a la comunidad [7,12,30]. Sin embargo, se observan tensiones entre la participación amplia y la agilidad en la toma de decisiones. En muchos casos,

el liderazgo recae en un pequeño grupo de dirigentes con mayor capital social y educativo, lo que puede derivar en asimetrías internas y riesgos de captura de beneficios [4,7,31].

Varios trabajos han propuesto modelos de gestión específicos para organizaciones de la EPS, incluyendo empresas comunitarias, que integran: planificación estratégica de mediano plazo, cuadros de mando integrales adaptados al enfoque solidario, indicadores de sostenibilidad organizacional (económica, social y ambiental), y sistemas de gestión por procesos [7,12,26].

En el caso de centros de turismo comunitario, se subraya la necesidad de vincular la gestión empresarial con la calidad del servicio, la conservación ambiental y la participación de mujeres y jóvenes, proponiendo modelos de gestión integral que combinen viabilidad económica y sostenibilidad social [11,28,32].

Las empresas comunitarias enfrentan limitaciones estructurales de acceso a capital, garantías y servicios financieros adecuados. A pesar de los avances del sector financiero popular y solidario, muchas organizaciones comunitarias: dependen de aportes de socios, subvenciones y proyectos de cooperación, o créditos con tasas poco adaptadas a sus ciclos productivos [8,25,33,34]. Algunos estudios destacan experiencias exitosas de articulación entre cooperativas de ahorro y crédito y empresas comunitarias, en las que el crédito se acompaña de asistencia técnica, educación financiera y fortalecimiento de capacidades administrativas [25,31,35].

6. Desafíos clave de la administración de empresas comunitarias

Uno de los desafíos más recurrentes es la insuficiente formación gerencial en temas como contabilidad, costos, marketing, gestión de riesgos, negociación y uso de tecnologías digitales [4,8,10,27]. Aunque la formación empírica suele ser alta en los procesos productivos, la gestión administrativa recae muchas veces en líderes con poca formación técnica, lo que genera: dificultades para interpretar estados financieros, escasos análisis de rentabilidad por línea de producto, debilidad en la gestión de inventarios y flujos de caja, y limitada capacidad para negociar con grandes compradores o para participar en procesos de contratación pública [5,10,15].

La inserción competitiva de las empresas comunitarias en cadenas de valor suele enfrentar: Asimetrías de información sobre precios, calidad y preferencias de consumidores. Dependencia de intermediarios con poder de negociación superior. Falta de estrategias de diferenciación basadas en origen territorial, calidad social o ambiental del producto [6,21,31]. En el turismo comunitario, por ejemplo, se ha documentado que las empresas comunitarias tienen fortalezas en hospitalidad y conocimiento del territorio, pero carecen de capacidades suficientes en comercialización digital, diseño de producto turístico y gestión de alianzas con operadores [11,28].

La naturaleza participativa de las empresas comunitarias implica gestionar conflictos internos relacionados con: distribución de beneficios, asignación de roles y responsabilidades, transparencia en el uso de recursos, y diferencias generacionales o de género en la toma de decisiones. Investigaciones de caso señalan que la ausencia de reglamentos claros, mecanismos de mediación y prácticas de rendición de cuentas puede provocar desconfianza y deserción de socios [4,7,26,32].

La administración de empresas comunitarias está estrechamente vinculada a la gestión ambiental y territorial. En sectores como turismo y agroindustria, la sobreexplotación de recursos naturales, la generación de residuos y la presión sobre ecosistemas frágiles pueden contradecir los principios del Buen Vivir [23,30,31,36]. Diversos estudios recomiendan incorporar indicadores ambientales y sociales en los sistemas de gestión, así como esquemas de certificación participativa,

monitoreo comunitario y alianzas con universidades y organizaciones ambientales que aporten asistencia técnica.

La pandemia de COVID-19 aceleró la digitalización de procesos comerciales y de gestión. Investigaciones recientes sobre emprendimientos comunitarios muestran que el despliegue de tácticas digitales (comercio electrónico, redes sociales, sistemas de información básica) puede incrementar la productividad y la sostenibilidad de las empresas comunitarias, siempre que se acompañe de capacitación y acceso a infraestructura [5,11]. No obstante, la brecha digital en zonas rurales limita el uso de plataformas de pago, reservas en línea y herramientas de gestión interna, lo que coloca a muchas empresas comunitarias en desventaja frente a empresas privadas convencionales.

7. Buenas prácticas y experiencias relevantes

El caso de Salinas de Guaranda suele mencionarse como ejemplo de cluster comunitario, donde múltiples empresas comunitarias en lácteos, textiles, turismo y otros sectores han desarrollado una estructura de gestión articulada, con liderazgo comunitario fuerte, alianzas con organizaciones religiosas y ONG, y un modelo de reinversión social que ha contribuido al desarrollo local [26]. Entre las buenas prácticas administrativas se destacan: Integración de cuadros de mando integrales con indicadores económicos, sociales y ambientales. Formación continua de dirigentes y jóvenes en administración y liderazgo. Diversificación de mercados y productos para reducir riesgos.

Estudios en la Amazonía ecuatoriana y regiones costeras muestran experiencias de empresas comunitarias de turismo que han logrado articular: planificación participativa, modelos de gobernanza territorial, criterios de conservación ambiental, y mecanismos de distribución equitativa de beneficios [11,14,21,37].

Las propuestas de modelos de gestión para centros de turismo comunitario recomiendan: diagnósticos participativos de capacidades y necesidades, perfiles de puestos y manuales de funciones, sistemas simples de contabilidad y control de costos, planes de marketing digital y alianzas con operadores especializados.

El sistema cooperativo de ahorro y crédito en Ecuador ha desarrollado herramientas de gestión avanzadas, con regulaciones prudenciales, balances sociales y prácticas de buen gobierno cooperativo [32–34]. Algunos estudios analizan cómo estas cooperativas pueden desempeñar un rol de ancla financiera para empresas comunitarias, ofreciendo: productos de crédito adaptados a ciclos productivos, servicios de ahorro y microseguro, y programas de educación financiera y capacitación gerencial [25,31,37–38].

8. Tendencias recientes y agenda de investigación

La literatura de los últimos cinco años revela varias tendencias emergentes en la administración de empresas comunitarias en Ecuador:

1. Mayor uso de datos y estadísticas: informes de SEPS e IEPS permiten caracterizar con mayor precisión el número, tipo y distribución de organizaciones de la EPS, lo que abre posibilidades para análisis comparativos y estudios de impacto [13,15,17].
2. Medición de sostenibilidad organizacional: se están desarrollando indicadores específicos para evaluar la sostenibilidad económica, social y ambiental de organizaciones de la EPS, incluyendo empresas comunitarias [7].
3. Articulación con políticas de desarrollo territorial: se da mayor énfasis a la inserción de empresas comunitarias en estrategias de desarrollo local, ordenamiento territorial y conservación, especialmente en la Amazonía y en territorios indígenas [16,21].

4. Enfoques de género e inclusión generacional: algunos trabajos abordan el rol de mujeres y jóvenes en el liderazgo y la gestión de empresas comunitarias, destacando la necesidad de fortalecer su participación para asegurar la continuidad generacional [11,24,37–40].
5. Contratación pública y compras inclusivas: se analiza la participación de organizaciones de la EPS en procesos de contratación pública, donde la capacidad administrativa para cumplir requisitos legales, contables y de calidad es determinante [5,15].

9. Conclusiones

La administración de empresas comunitarias en Ecuador se desarrolla en un contexto singular, marcado por un reconocimiento constitucional y legal de la Economía Popular y Solidaria, una arquitectura institucional específica (SEPS, IEPS, GAD, programas de promoción), y una fuerte presencia de organizaciones en territorios rurales, amazónicos y urbanos populares. La revisión de la literatura reciente permite concluir que: Las empresas comunitarias cumplen un rol estratégico en la generación de ingresos, empleo, cohesión social y conservación cultural y ambiental en Ecuador. Sin embargo, su contribución aún no se refleja plenamente en las estadísticas macroeconómicas ni en el diseño de políticas sectoriales. La administración de estas empresas se caracteriza por una combinación de prácticas comunitarias tradicionales (asambleas, mingas, liderazgo comunal) con herramientas de gestión empresarial (planes de negocio, contabilidad, indicadores de desempeño). La tensión entre ambas lógicas es una fuente constante de desafíos y aprendizajes.

Los principales retos de gestión se concentran en: formación gerencial y profesionalización de dirigentes; diseño de modelos de negocio sostenibles y adaptados a mercados cambiantes; gestión de conflictos internos y fortalecimiento de la gobernanza; incorporación sistemática de criterios de sostenibilidad ambiental; y apropiación de herramientas digitales para la comercialización y la gestión. Existen buenas prácticas y experiencias exitosas —como los conglomerados comunitarios agroindustriales, iniciativas de turismo comunitario y articulación con cooperativas de ahorro y crédito— que demuestran que es posible combinar eficiencia económica, equidad y sostenibilidad cuando se cuenta con un liderazgo comunitario sólido, acompañamiento técnico y marcos institucionales favorables.

La agenda de investigación futura debería profundizar en: estudios comparativos entre empresas comunitarias de distintas regiones y sectores; análisis de la relación entre gobernanza interna y desempeño económico-social; evaluación de impacto de políticas públicas y programas de fomento dirigidos a la EPS; y diseño de instrumentos financieros y de gestión de riesgos adecuados para este tipo de organizaciones. En síntesis, la administración de empresas comunitarias en Ecuador se encuentra en una fase de consolidación y transformación, donde la combinación de saberes comunitarios, herramientas de gestión moderna y políticas públicas inclusivas será clave para fortalecer su aporte al Buen Vivir y al desarrollo territorial sostenible.

Agradecimiento: Agradecemos al congreso IV Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología “Amazonía Viva”. ESPOCH Sede Orellana, esta publicación fue disertada en mencionado congreso entre el 15 al 17 de octubre de 2025.

Referencias Bibliográficas:

1. Avalos MBB. *Economía popular y solidaria en Ecuador: perspectivas para un modelo de desarrollo inclusivo*. VitalyScience, 3(8), 90–99; 2025. [VitalyScience](#)
2. Villalba-Eguiluz U, et al. *Social and Solidarity Economy in Ecuador: Fostering an Alternative Development Model*. Sustainability, 12(17):6876; 2020. [MDPI](#)
3. Flores JEA. *Economía social y solidaria en Ecuador*. Prisma, Univ. del Azuay; 2023. [Prisma Uazuay](#)

4. Molina GGM. *Desafíos para la economía popular y solidaria en Ecuador*. Dialnet; 2024. [Dialnet](#)
5. Vélez JAA. *Las organizaciones de la economía popular y solidaria y los procesos de contratación pública en Chimborazo, Ecuador*. Episteme, 9(2); 2025. [Revista Uniandes+1](#)
6. Franco-Crespo C. *Contribution of community-based companies to the popular and solidarity economy in Ecuador*. Rev. 2023. [Redalyc+1](#)
7. Guananga LA, et al. *Management Indicators for the Organisational Sustainability of Social and Solidarity Economy Organisations in Ecuador*. Sustainability, 15(23):16166; 2023. [MDPI+1](#)
8. Tobar JFC. *Economía Popular y Solidaria como estrategia de desarrollo local*. Ciencia Latina; 2023. [Ciencia Latina](#)
9. Autor(es). *Impact of the Popular and Solidarity Economy in the Rural Parish of Rumipamba – Ecuador*. Identidad Bolivariana; 2025. [Identidad Bolivariana](#)
10. Chicaiza Torres ET. *La efectividad y adopción de prácticas como cooperativas y empresas comunitarias dentro de la economía*. Tesis, UPS; 2024. [Repositorio Institucional UPS](#)
11. Campos-Sánchez ST. *Economía Solidaria: la situación del turismo comunitario en Ecuador*. 2025. [ResearchGate](#)
12. Torres-Santamaría JB, et al. *Estrategias para un modelo de gestión en cooperativas de ahorro y crédito*. Revista Sigma (ESPE); 2022. [Universidad ESPE](#)
13. Superintendencia de Economía Popular y Solidaria (SEPS). *Estadísticas EPS*. Portal de estadísticas; 2020–2025. [SEPS Estadísticas+1](#)
14. SEPS. *Informe de rendición de cuentas 2021*. Quito: SEPS; 2021. [Superintendencia de Economía](#)
15. IEPS. *Estudio: Aporte de la EPS a la economía nacional*. Quito: IEPS; 2025. [Registro RUEPS](#)
16. Organización del Tratado de Cooperación Amazónica (OTCA). *Estudio Ecuador: conocimientos, experiencias y buenas prácticas de EPS en la Amazonía*; 2024. [OTCA](#)
17. SEPS. *Informe-RDC-2023*; 2023. [Superintendencia de Economía](#)
18. SEPS. *Informe-RDC-2024*; 2024. [Superintendencia de Economía](#)
19. Asamblea Nacional. *Ley Orgánica de Economía Popular y Solidaria y del Sector Financiero Popular y Solidario*. Registro Oficial, 2011. [Vicepresidencia del Ecuador+1](#)
20. Instituto de Economía Popular y Solidaria (IEPS). *Plan Estratégico IEPS 2018–2021*; 2019. [Economía Solidaria](#)
21. Cardoso Ruiz G. *La economía popular y solidaria en Ecuador: fusión y liquidación de las cooperativas*. Estudios de la Gestión, 6:186–199; 2020. [Decisión Gerencial+1](#)
22. Carpio SAC. *La evolución histórica de la economía popular y solidaria y su aporte a la economía de Ecuador*. Decision Gerencial; 2022. [Decisión Gerencial+1](#)
23. Fipcaec. *Análisis del sector financiero popular y solidario del Ecuador*. Rev. FIPCAEC; 2020. [fipcaec.com+1](#)
24. Hidalgo Romero PD. *El ADN de la economía popular y solidaria en Ecuador: explorando las características clave de un sistema económico alternativo*. Rev. 2023. [Revistas UCM](#)
25. Albán-Alcivar SD. *El rol de las cooperativas de ahorro y crédito en la economía popular y solidaria de Ecuador*. Rev. Espíritu Emprendedor; 2025. [Espíritu Emprendedor tes](#)
26. Almendariz NV. *Análisis de las herramientas de gestión que utilizan las empresas comunitarias en Salinas de Guaranda*. Revista Politécnica; 2013. [Revista Politécnica](#)
27. Ordóñez-Gavilanes MEO. *Un análisis de la gestión administrativa de emprendimientos comunitarios en el marco de la EPS*. Polo del Conocimiento; 2019. [ResearchGate+1](#)
28. Autores. *Modelo de gestión para los centros de turismo comunitario*. Ciencia Digital; 2021. [Ciencia Digital](#)
29. Farfán Pacheco LK. *Turismo comunitario en el Ecuador: desarrollo y perspectivas*. U. de Cuenca; 2007. [Rest DSpace](#)
30. Cabanilla E. *El aporte del turismo comunitario al fortalecimiento de los gobiernos locales*. Revista Siembra; 2015. [Revista Digital UCE+1](#)
31. WWF. *Turismo comunitario: un sector en desarrollo y con alto potencial*. WWF Colombia; 2023. [WWF Ecuador](#)

32. SEPS & DGRV. *Gobierno cooperativo*. Quito; 2020. [Superintendencia de Economía](#)
33. Corporación Nacional de Finanzas Populares y Solidarias. *Economía y finanzas populares y solidarias*. FLACSO; 2015. [Biblio FLACSO Andes](#)
34. Asociación de Bancos Privados del Ecuador (ASOBANCA). *Evolución de cooperativas – febrero 2024*; 2024. [Asobanca](#)
35. Quito Cómo Vamos. *Informe de Calidad de Vida 2023: economía popular y solidaria en Quito*; 2023. [Quito Cómo Vamos +1](#)
36. Fundación Altropico. *Modelo de gestión de empresa mixta BIDA y diseño de modelo de gestión de empresa comunitaria indígena*; 2023. [ecuardesarrollo.com](#)
37. Vallejo D. *Turismo comunitario, sostenibilidad y gestión local*. Gestión Joven, 24(2); 2023. [Gestión Joven](#)
38. Sarango Quizhpe J. *La responsabilidad social empresarial como fundamento de las cooperativas en Ecuador*. Tesis UASB; 2024. [UASB-Digital+1](#)
39. Corporación Grupo Salinas. *Anuario corporativo Salinerito 2021*. Salinas de Guaranda; 2021. [salinerito.com](#)
40. SEPS. *Estudios sobre economía popular y solidaria*. Serie de publicaciones 2019–2024. [Superintendencia de Economía](#)



2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Review

Evolución de la Administración de Empresas en Ecuador: una revisión histórica, teórica y contextual.

Juan Aguilar Poaquiza ¹ 

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.



Correspondence: juan.aguilar@esPOCH.edu.ec



+593998885033

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83318>

Resumen: La administración de empresas en Ecuador ha experimentado un proceso de transformación progresiva vinculado a cambios estructurales del modelo productivo, la institucionalidad del Estado, la globalización económica y la profesionalización de la gestión organizacional. Desde su origen ligado a estructuras familiares y comerciales tradicionales, el campo administrativo ha transitado hacia enfoques modernos orientados a la competitividad, la innovación, la economía del conocimiento y la sostenibilidad. Este artículo de revisión analiza la evolución de la administración de empresas en Ecuador a partir de tres ejes: (1) la trayectoria histórica y desarrollo institucional de la administración, (2) la transición de enfoques tradicionales a modelos estratégicos y tecnológicos, y (3) los retos contemporáneos en el contexto de la economía digital y la internacionalización. Se revisan aportes académicos, informes institucionales y literatura especializada, destacando los factores sociales, económicos y educativos que han incidido en la configuración del campo administrativo en el país. Se concluye que la administración empresarial en Ecuador se encuentra en una fase de consolidación profesional, pero enfrenta desafíos vinculados a la innovación, productividad, fortalecimiento de capacidades directivas y articulación entre academia, sector productivo y políticas públicas.

Palabras Claves: Administración de empresas, Ecuador, evolución organizacional, gestión empresarial, modernización productiva.

Abstract: Business administration in Ecuador has undergone a process of progressive transformation linked to structural changes in the productive model, state institutions, economic globalization, and the professionalization of organizational management. From its origins linked to traditional family and commercial structures, the field of administration has moved toward modern approaches focused on competitiveness, innovation, the knowledge economy, and sustainability. This review article analyzes the evolution of business administration in Ecuador from three perspectives: (1) the historical trajectory and institutional development of administration, (2) the transition from traditional approaches to strategic and technological models, and (3) contemporary challenges in the context of the digital economy and internationalization. Academic contributions, institutional reports, and specialized literature are reviewed, highlighting the social, economic, and educational factors that have influenced the configuration of the administrative field in the country. It is concluded that business administration in Ecuador is in a phase of



Check for updates

Cita: Aguilar Poaquiza, Juan. 2025. "Evolución de La Administración de Empresas En Ecuador: Una Revisión Histórica, Teórica y Contextual." Green World Journal 8(3):318. doi: <https://doi.org/10.53313/gwj83318>.

Received: 15/Aug /2025

Accepted: 12/Sep /2025

Published: 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

professional consolidation but faces challenges related to innovation, productivity, strengthening of management capacities, and coordination between academia, the productive sector, and public policy.

Keywords: Business administration, Ecuador, organizational evolution, business management, productive modernization.

1. Introducción

El estudio de la administración de empresas en Ecuador constituye un campo de creciente interés académico y profesional, debido al rol estratégico que desempeñan las organizaciones empresariales en la generación de empleo, productividad y crecimiento económico. La administración, entendida como el conjunto de procesos orientados a la planificación, organización, dirección y control de recursos para alcanzar objetivos organizacionales, ha evolucionado en el país en estrecha relación con transformaciones económicas, tecnológicas y sociales [1–3]. Durante gran parte del siglo XX, la estructura productiva ecuatoriana se sustentó en actividades primarias, empresas familiares y pequeños negocios comerciales, donde la toma de decisiones respondía en gran medida a prácticas empíricas y a una administración basada en la experiencia del propietario [4,5]. Sin embargo, a partir de la segunda mitad del siglo XX y especialmente en las últimas décadas, la profesionalización de la administración se intensificó mediante la expansión de universidades, la formación de administradores, la incorporación de modelos gerenciales contemporáneos y la consolidación de un sector empresarial más diversificado [6–8].

El tránsito hacia una economía más integrada a mercados internacionales, junto con reformas estatales, avances tecnológicos y procesos de formalización empresarial, contribuyó a que las organizaciones ecuatorianas adoptaran enfoques de gestión más estructurados, orientados al desempeño, la competitividad y la innovación [9,10]. No obstante, persisten brechas significativas entre empresas grandes y pequeñas, sectores urbanos y rurales, así como entre organizaciones formalizadas y economías de subsistencia [11,12]. En este contexto, resulta pertinente analizar la evolución de la administración de empresas en Ecuador no solo como un proceso técnico o académico, sino como un fenómeno histórico y social vinculado al desarrollo del país. Este artículo de revisión propone un análisis desde tres perspectivas complementarias: el desarrollo histórico e institucional del campo administrativo, la transición de enfoques tradicionales a modelos estratégicos y tecnológicos, los desafíos contemporáneos frente a la globalización, digitalización y sostenibilidad.

El enfoque adoptado se basa en una revisión narrativa de literatura académica, informes institucionales, estudios sectoriales y aportes teóricos relevantes. El objetivo es ofrecer una visión integral que permita comprender cómo las formas de administrar empresas en Ecuador han cambiado en el tiempo, cuáles han sido sus principales hitos y cuáles son las tendencias actuales que configuran la práctica administrativa en el país.

2. Desarrollo histórico e institucional de la administración de empresas en Ecuador

La evolución de la administración empresarial en Ecuador puede comprenderse a partir de diversas etapas históricas asociadas a cambios productivos, institucionales y educativos.

Durante gran parte del siglo XX, la estructura empresarial ecuatoriana estuvo dominada por empresas agrícolas, comerciales y familiares, donde la figura del propietario

desempeñaba simultáneamente los roles de gestor, inversor y administrador [4,13]. La toma de decisiones respondía a la tradición, la experiencia acumulada y las relaciones personales, más que a modelos formales de gestión [14].

El desarrollo industrial incipiente de las décadas de 1960 y 1970 impulsó la aparición de nuevas prácticas administrativas relacionadas con la organización del trabajo, la contabilidad y la planificación operativa [15]. Sin embargo, la adopción de teorías administrativas clásicas como Taylor, Fayol o Weber ocurrió de manera gradual y fragmentada, influida principalmente por la formación de élites empresariales y profesionales en universidades extranjeras [16]. A partir de la década de 1980, el país experimentó un crecimiento significativo de instituciones de educación superior y la creación de carreras de administración, contabilidad, economía y negocios [6,17]. Este proceso contribuyó a la formalización del campo administrativo como disciplina académica y como profesión reconocida.

Las reformas educativas de finales del siglo XX y comienzos del XXI promovieron la incorporación de competencias gerenciales, pensamiento estratégico y gestión de organizaciones en los planes de estudio [18,19]. La actividad empresarial comenzó a demandar profesionales formados en áreas como: dirección y liderazgo, gestión financiera, marketing, recursos humanos, planeación estratégica. Este proceso favoreció la transición desde modelos empíricos hacia enfoques administrativos más estructurados y basados en conocimientos técnicos [20].

La modernización administrativa también se relaciona con el fortalecimiento de la institucionalidad económica y empresarial del país. La creación de cámaras de comercio, federaciones productivas, organismos de regulación y agencias de fomento productivo contribuyó a la difusión de buenas prácticas de gestión [21,22]. Asimismo, la adopción de políticas de apertura comercial, dolarización y atracción de inversión extranjera incentivó a muchas empresas a modernizar sus sistemas de gestión, implementar normas de calidad y adoptar estándares internacionales [9,23]. Este contexto estimuló la incorporación de prácticas de administración estratégica y gestión organizacional moderna.

En síntesis, la evolución histórica de la administración de empresas en Ecuador muestra un tránsito desde formas tradicionales y familiares de gestión hacia procesos de profesionalización e institucionalización, marcados por la expansión educativa, la integración económica y la modernización organizacional

3. De la administración tradicional a los modelos estratégicos y tecnológicos

La evolución administrativa en Ecuador no solo responde a cambios históricos, sino también a la incorporación progresiva de enfoques teóricos y metodológicos contemporáneos.

Desde la década de 1990, muchas organizaciones ecuatorianas comenzaron a adoptar modelos de planificación estratégica, análisis de entorno y gestión por objetivos, influenciados por tendencias globales en administración [24,25]. La necesidad de competir en mercados más abiertos impulsó la adopción de herramientas como: análisis FODA, direccionamiento estratégico, cuadros de mando integrales, benchmarking, control de indicadores de desempeño. Estos enfoques fortalecieron la capacidad de las

empresas para anticipar cambios del entorno y orientar recursos hacia objetivos estratégicos [26].

Otro componente esencial de la evolución administrativa ha sido la transformación de la gestión del talento humano. Mientras que en etapas previas predominaban enfoques basados en supervisión y control, actualmente se privilegian modelos orientados a: desarrollo de competencias, liderazgo participativo, clima organizacional, gestión del conocimiento, motivación y desempeño laboral [27,28].

Las organizaciones ecuatorianas han incorporado progresivamente sistemas de evaluación del desempeño, capacitación continua y políticas de bienestar laboral, especialmente en sectores industrial, financiero y de servicios [29]. En las últimas dos décadas, la administración empresarial en Ecuador ha estado profundamente influenciada por la digitalización y el uso de tecnologías de información. La implementación de sistemas ERP, plataformas de comercio electrónico, herramientas de análisis de datos y sistemas de gestión documental ha cambiado significativamente la forma de administrar organizaciones [30,31].

Este proceso se aceleró con la pandemia de COVID-19, impulsando el teletrabajo, la virtualización de procesos y la digitalización de cadenas de valor [32]. Sin embargo, la adopción tecnológica no ha sido homogénea: mientras grandes empresas han avanzado hacia la transformación digital, muchas micro y pequeñas empresas aún mantienen modelos administrativos tradicionales [11].

La transición de enfoques empíricos hacia modelos estratégicos y tecnológicos evidencia un proceso de maduración administrativa, aunque persisten retos de capacitación, inversión e innovación empresarial.

4. Retos contemporáneos de la administración de empresas en Ecuador

A pesar de los avances descritos, la administración empresarial en Ecuador enfrenta desafíos estructurales que condicionan su consolidación. Diversos estudios señalan que una parte significativa de las empresas ecuatorianas presenta bajos niveles de productividad y escasa inversión en innovación, lo cual limita su competitividad en mercados internacionales [12,23]. La gestión administrativa enfrenta retos vinculados a: limitada cultura de innovación, débil articulación universidad-empresa, escasa investigación aplicada, dificultades para acceder a financiamiento productivo [22].

Fortalecer las capacidades gerenciales es clave para impulsar modelos de negocio innovadores y sostenibles.

Si bien las grandes corporaciones han avanzado hacia prácticas administrativas modernas, muchas micro, pequeñas y medianas empresas aún gestionan sus actividades de manera informal o parcialmente estructurada [10,11]. Estas brechas se reflejan en: insuficiente planificación financiera, limitada gestión de costos, debilidad en marketing y logística, escaso uso de información para la toma de decisiones. El fortalecimiento administrativo de las MIPYMES representa un desafío fundamental para el desarrollo productivo del país.

La administración contemporánea también incorpora dimensiones éticas, sociales y ambientales. En Ecuador, ha aumentado la adopción de prácticas de responsabilidad social, sostenibilidad corporativa y gestión ambiental, especialmente en sectores estratégicos y exportadores [28,30]. No obstante, la integración plena de estos enfoques requiere políticas empresariales de largo plazo, medición de impacto y liderazgo corporativo comprometido con el desarrollo sostenible.

Finalmente, la consolidación de la administración como disciplina en Ecuador depende del fortalecimiento de: investigación científica en gestión, formación de posgrado, redes académicas y empresariales, transferencia de conocimiento hacia el sector productivo [19,26]. La administración empresarial se encuentra en un punto de transición hacia un modelo basado en innovación, aprendizaje organizacional y competitividad sostenible.

5. Conclusiones

La evolución de la administración de empresas en Ecuador evidencia un proceso gradual de transformación desde modelos empíricos y familiares hacia enfoques estratégicos, tecnológicos y profesionalizados. Este proceso ha sido impulsado por la expansión educativa, la modernización productiva, la integración económica y el avance de la digitalización.

Si bien existen avances significativos en la gestión estratégica, el talento humano y la adopción tecnológica, persisten retos vinculados a la productividad, la innovación y las brechas entre grandes empresas y MIPYMES. Consolidar una administración empresarial basada en conocimiento, sostenibilidad e innovación constituye una prioridad para el desarrollo económico del país. La administración de empresas en Ecuador se encuentra en una etapa de consolidación y cambio, en la que la articulación entre academia, sector productivo y políticas públicas será determinante para fortalecer la competitividad y el desarrollo organizacional en las próximas décadas.

Agradecimiento: Agradecemos al congreso IV Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología “Amazonía Viva”. ESPOCH Sede Orellana, esta publicación fue disertada en mencionado congreso entre el 15 al 17 de octubre de 2025.

Referencias bibliográficas:

1. Chiavenato I. Introducción a la teoría general de la administración. McGraw-Hill; 2019.
2. Robbins S, Coulter M. Administración. Enfoque contemporáneo. Pearson; 2020.
3. Drucker P. La gerencia en tiempos difíciles. Harper; 2018.
4. Ayala Mora E. Historia económica del Ecuador. Corporación Editora Nacional; 2017.
5. Guerrero R. Empresas familiares en América Latina. UASB; 2019.
6. Cevallos F. Formación de administradores en Ecuador. Rev Educación Superior; 2021.
7. Acosta A. Economía ecuatoriana y desarrollo productivo. FLACSO; 2020.
8. López P. Evolución del perfil gerencial en Ecuador. Rev Gestión Organizacional; 2022.
9. Banco Central del Ecuador. Transformación productiva y competitividad. BCE; 2021.
10. CEPAL. Productividad y empresa en América Latina. CEPAL; 2020.
11. Herrera M. Gestión administrativa en MIPYMES ecuatorianas. Rev Ciencias Empresariales; 2023.
12. Vásquez J. Innovación y desempeño empresarial en Ecuador. Rev Economía y Sociedad; 2022.
13. Paz y Miño J. Estructura empresarial del Ecuador en el siglo XX. UCE; 2019.
14. Martínez R. Cultura organizacional y tradición empresarial. Rev Estudios Sociales; 2021.

15. Torres L. Desarrollo industrial y organización del trabajo en Ecuador. PUCE; 2018.
16. Villacís D. Influencia de teorías administrativas clásicas en empresas locales. Rev Administración y Negocios; 2020.
17. SENESCYT. Evaluación de oferta académica en administración. SENESCYT; 2021.
18. Consejo de Educación Superior. Reformas curriculares en ciencias empresariales. CES; 2020.
19. Castillo A. Producción científica en administración en Ecuador. Rev Investigación Universitaria; 2023.
20. Benítez C. Profesionalización del gestor empresarial. Rev Ciencias Humanas; 2021.
21. Ministerio de Producción. Política industrial y fortalecimiento empresarial. MPCEIP; 2022.
22. BID. Competitividad empresarial y financiamiento productivo en Ecuador. BID; 2021.
23. World Bank. Productivity and growth analysis Ecuador. World Bank; 2020.
24. Porter M. Estrategia competitiva. Grupo Editorial; 2019.
25. Kaplan R, Norton D. Cuadro de mando integral. Harvard Press; 2020.
26. Ramírez P. Planeación estratégica en organizaciones ecuatorianas. Rev Gestión Estratégica; 2022.
27. Chiavenato I. Gestión del talento humano. McGraw-Hill; 2021.
28. Vargas S. Liderazgo y clima organizacional en empresas ecuatorianas. Rev Talento y Sociedad; 2023.
29. Torres G. Evaluación del desempeño laboral en el sector servicios. Rev Empresa y Desarrollo; 2022.
30. OECD. Digital Transformation in Latin American Firms. OECD; 2021.
31. Salazar D. Adopción de ERP en empresas ecuatorianas. Rev Tecnología y Gestión; 2023.
32. OIT. Teletrabajo y transformación laboral en América Latina. OIT; 2021.



2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Elaboración de una dieta balanceada en base a los requerimientos nutricionales específicos para cuyes en etapa engorde.

Cango Jessenia¹  Zambrano Jessica¹ 

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

✉ Correspondence: jessenia.cango@esPOCH.edu.ec  +593998885033

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83319>

Resumen: El objetivo del presente estudio aborda la elaboración de una dieta balanceada en base a los requerimientos nutricionales para cuyes en la etapa de engorde lo cual consistió en la implementación de un núcleo a base de maíz, sorgo, harina de soya, harina de pescado, alfalfa, minerales y vitaminas representando el 90%, los cuales proporcionan los nutrientes esenciales para el crecimiento y desarrollo de los cuyes. A esta mezcla se incorporan elementos grasos, como el aceite de soya que representa el 10%, que ayudan a alcanzar el balance energético necesario para optimizar el engorde de los animales.

Palabras Claves: Cuy (*Cavia porcellus*), Materia prima, Nutrientes esenciales, Alimentación, Dieta, Formulación.

Abstract: The objective of this study addresses the development of a balanced diet based on the nutritional requirements for guinea pigs in the fattening stage, which consisted of the implementation of a nucleus based on corn, sorghum, soybean meal, fish meal, alfalfa, minerals and vitamins representing 90%, which provide essential nutrients for the growth and development of guinea pigs. Fatty elements are incorporated into this mixture, such as soybean oil, which represents 10%, which helps achieve the energy balance necessary to optimize the fattening of the animals.

Keywords: Guinea pig (*Cavia porcellus*), Raw material, Essential nutrients, Food, Diet, Formulation.

1. Introducción

El cuy (*Cavia porcellus*) es un roedor originario de Sudamérica cuya producción es significativa por su contribución a la alimentación y nutrición humana, especialmente en áreas rurales. Es una fuente de proteína de alto valor que apoya la soberanía alimentaria, como lo establece el artículo 281 de la Constitución de Ecuador. Se estima que en la región interandina ecuatoriana se consumen alrededor de 13.000.000 de cuyes al año (Cayetano, 2019). Este pequeño animal es de fácil manejo, relativamente nervioso y



Cita: Jessenia, C., & Jessica, Z. (2025). Elaboración de una dieta balanceada en base a los requerimientos nutricionales específicos para cuyes en etapa engorde. Green World Journal, 08(3), 319. <https://doi.org/10.53313/gwj83319>

Received: 21/May /2025
Accepted: 31/July /2025
Published: 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

monogástrico, con una digestión enzimática que comienza en el estómago y un gran ciego que facilita la post-fermentación bacteriana de forrajes y granos. La cría de cuyes se enfoca en la producción de carne a bajo costo o utilizando forrajes locales, lo que requiere estudios que viabilicen su producción (Guagchinga, 2023).

Hoy en día, la cría de cuyes es importante para los habitantes de la Provincia de Orellana, Ecuador ya que proporciona proteína a los consumidores y una fuente de ingresos económicos para las familias que los venden (Acosta, 2021). En las comunidades andinas, la cría de cuyes es muy común, pues muchos optan por criarlos para tener acceso a su carne, revalorizando esta actividad debido a su alto valor nutritivo y a la rentabilidad adicional que genera (Dueñas, 2021).

El hábitat del cuy abarca Colombia, Ecuador, Bolivia y Perú, con este último siendo el mayor productor. Sin embargo, en Ecuador se observan ventajas en términos de tamaño de camada, peso al nacer y tasa de mortalidad (Andrade et al., 2022). A nivel nacional, las provincias ecuatorianas de Tungurahua, Carchi, Cotopaxi, Azuay y Chimborazo son las principales productoras, con una producción aproximada de 4,9 millones de cuyes al año. La cría y comercialización del cuy se ha transformado en un pilar económico para numerosos hogares, especialmente en las comunidades rurales, donde su producción es común gracias a su docilidad, rapidez en el crecimiento y alta productividad (Benavides, 2022).

Proporcionar una alimentación adecuada en calidad y cantidad es fundamental para asegurar el éxito en la producción de cuyes. Para asegurar una buena producción y rápido crecimiento de los cuyes, es crucial proporcionarles una alimentación adecuada que cumpla con sus requerimientos nutricionales. Los nutrientes son componentes presentes en los alimentos que los animales utilizan para mantenerse, crecer y reproducirse (Vásquez, 2019). Cada animal necesita una proporción específica de estos nutrientes. La alimentación implica seleccionar y combinar correctamente diferentes nutrientes e ingredientes de los alimentos para lograr eficiencia tanto económica como nutricional en la producción. Se investigó el uso del zapallo fresco durante la etapa de engorde de los cuyes como parte de este proceso (Ruiz, 2016).

Los cuyes son roedores herbívoros de pequeño tamaño, monogástricos, conocidos por su resistencia, ciclo biológico breve y alta fertilidad. Entre las ventajas de criar cuyes se encuentran su naturaleza herbívora, su ciclo reproductivo corto, su capacidad para adaptarse a diversos ambientes y su dieta flexible (Huamaní, 2020).

Los cuyes tienen necesidades nutricionales similares a otros animales, que incluyen proteínas, fibra, energía, ácidos grasos esenciales, agua, minerales y vitaminas. Estos requerimientos varían según la edad, estado fisiológico, genotipo y ambiente en el que se críen. Por ejemplo, un alimento concentrado típicamente contiene aproximadamente un 18.95% de proteína, un 8.5% de fibra cruda y 2.84 Mcal de energía digestible (Figueroa, 2017).

Dentro de la alimentación, existen tres tipos de sistemas de alimentación para cuyes: uno basado en forraje, otro que combina forraje y alimentos balanceados, y finalmente, uno que incluye alimentos balanceados junto con agua y vitaminas. Estos sistemas pueden aplicarse de manera individual o combinada, dependiendo de la disponibilidad de alimentos. Los alimentos balanceados son productos elaborados para satisfacer las necesidades nutricionales de los animales (Guagchinga, 2023).

La materia prima utilizada en la fórmula de la dieta se transforma en alimento, lo que representa uno de los factores más importantes en la producción animal, con aproximadamente el 50% de los costos de producción atribuidos a la alimentación. Las fuentes de ingredientes para la elaboración de alimentos balanceados se dividen en cuatro categorías: fuentes de energía, proteínas, vitaminas y minerales. El tipo de productos empleados varía considerablemente según la zona de producción y la disponibilidad y precio de importación (Andrade & Medina, 2023).

En la cría de cuyes, el costo de la alimentación constituye aproximadamente del 60 al 70% del total de los gastos de producción, mientras que el restante 30% comprende la mano de obra, la atención veterinaria y otros aspectos. Esto se puede reducir si se cuenta con forraje o se tiene la capacidad de producir concentrado internamente (Hurtado, 2021).

En la producción de cuyes, la nutrición es un factor crucial que incluye comprender los requerimientos de proteínas, energía y otros nutrientes esenciales, así como la estrategia de alimentación adecuada para esta especie (Escobal et al., 2020). La falta de conocimiento sobre el tipo y tamaño de partícula en el alimento, que cumplen con los requisitos mínimos para la cría y el engorde, dificulta la gestión eficiente. Además, la falta de conocimiento sobre fuentes alternativas disponibles para la alimentación y la nutrición también representa un desafío (Collado, 2019).

Un parámetro importante en la cría de cuyes es la ganancia de peso, que está vinculada a la disponibilidad de nutrientes y a las necesidades nutricionales para cumplir diversas funciones metabólicas (Zaldivar, 2019). En las granjas, la eficiencia de conversión alimenticia proporciona una ventaja competitiva frente a otras fuentes de proteína (Nuñez, 2017). Esta eficiencia está relacionada con varios factores, como el consumo de alimento, el estado del animal, los tipos de alimentos y las condiciones de alimentación (Ruiz, 2016).

Muchos criadores de cuyes no proporcionan a los animales la alimentación adecuada para que alcancen una buena calidad y un excelente peso en vivo. Por ello, los alimentos balanceados y los forrajes son esenciales en un sistema de cría intensiva de cuyes (Cotrina & Crispin 2016). Es necesario incorporar materias primas no tradicionales en la dieta, siempre y cuando se cumplan los requerimientos nutricionales de los animales (Cando, 2021).

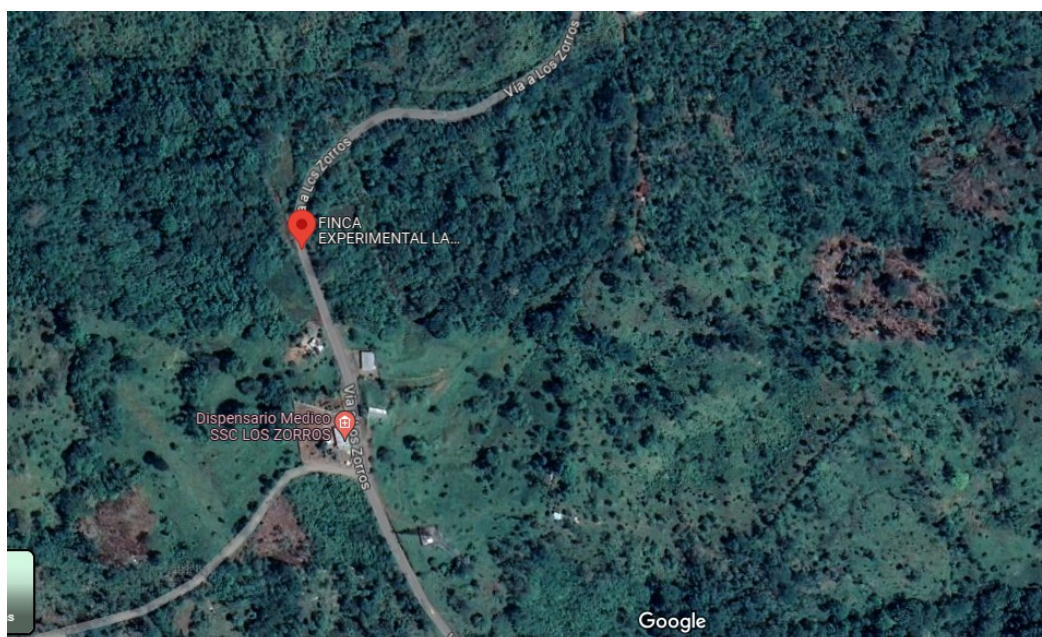
En nuestro país, el cuy se considera un animal de gran interés social por su alto contenido proteico, el cual satisface las necesidades de la población local (Villafranca, 2023). La cría de cuyes tiene una relevancia significativa en términos económicos y productivos debido a su potencial para contribuir a la economía familiar, especialmente en situaciones donde se dispone de poco espacio para criar animales más grandes (Dueñas, 2021).

2 Materiales and métodos

2.1. Localización del experimento

Se realizó en la provincia de Orellana, parroquia La Belleza, en la finca experimental “La Belleza ESPOCH Sede Orellana, ubicada en las coordenadas de $-0,6234957$ de latitud y a $-77,0424756$ de longitud, a una altura de 300 msnm, con temperatura entre los 23 y 30 °C y una humedad de 82 %.

Figura 1. Ubicación geográfica de la finca experimental “La Belleza”



Fuente: Google Maps

2.2. Obtención de las materias primas

Maíz: Se obtuvo de cultivos agrícolas, es decir; directamente de los agricultores.

Sorgo: Es similar al maíz, se utiliza por su valor energético y se lo adquirió de los proveedores de granos.

Harina de soya: Es una fuente importante de proteína, lo cual se obtiene del procesamiento de granos de soya, que son cultivados en campos agrícolas. La soya se cosecha, se deshidrata, se descascarilla y se muele para obtener la harina.

Harina de pescado: También considerada como fuente de proteína que se obtiene del procesamiento de pescado, donde se secan y muelen los restos de pescado para producir la harina.

Alfalfa: Tiene contenido de fibra y proteína, ya que después de su cultivo se corta, seca y a menudo se peletiza para facilitar su inclusión en el balanceado.

Aceite de soya: Se las uso como fuente de energía y para mejorar la palatabilidad del balanceado, ya que se obtiene de la extracción de aceite de los granos de soya.

Finalmente, estas materias se mezclan de acuerdo con la fórmula añadiendo vitaminas y minerales, y se procesan en formas adecuadas (como paletizado) para facilitar el consumo para los cuyes en la etapa de engorde (López, 2019).

2.3. Requerimientos nutricionales en la etapa de engorde de cuyes

Tabla 1: Requerimientos nutricionales para cuyes en la etapa de engorde.

Nutriente	Unidad	Requerimiento
Materia Seca	%	85
Proteína Cruda	%	16
Fibra Cruda	%	12 - 15
Extracto Etéreo (Grasa)	%	2 - 3
Energía Metabolizable (EM)	kcal/kg	2500
Calcio (Ca)	g/kg	10
Fósforo (P)	g/kg	5
Vitamina A	UI/kg	15000
Vitamina C	mg/kg	200
Vitamina E	mg/kg	50

Fuente: (Meza, 2019).

2.4. Formulación del balanceado

La elaboración del balanceado siguió un proceso meticuloso que comenzó con la recepción de las materias primas esenciales. Inicialmente, se seleccionará cuidadosamente los componentes necesarios para la formulación. Luego, se procedió a la constitución del núcleo, preparando una mezcla base que incluía maíz, sorgo, harina de soya, harina de pescado, alfalfa, minerales y vitaminas. A esta mezcla se incorporan elementos grasos como el aceite de soya (Cango & Zambrano).

El siguiente paso consistió en la molienda de la mezcla. Este proceso se realizó utilizando una cuna pequeña para obtener un balanceado con un grosor apropiado de 2 mm. Una vez molido, el producto se sometió a una mezcla exhaustiva para garantizar la distribución uniforme de todos los componentes, logrando así una mezcla homogénea (Cango & Zambrano).

Tabla 1. Formulación del balanceado

Fuente: (Andrade & Medina, 2023).

Aporte energético.

Tabla 2. Composición nutricional

Fuente: (Andrade & Medina, 2023).

3. Resultados

Ración de dieta (kg)

Green World Journal /Vol 08/ Issue 03/319/ September – December 2025 /www.greenworldjournal.com

Colina	0,00
Methionina	0,00
Fosfato monocal	0,10
Premezclas ponedoras	0,40
Premezcla bro	0,00
Lisina	0,00
Secuestrante	0,10
Antimicótico	0,01
Afrecho de cerveza molido fino	0,00
Melaza, caña	1,00
Calcio, carbonato	1,00
Grasa, vegetal	1,50
Pigmentante	0,00
Palmiste	0,00
	100,000

Realizado por: Cango & Zambrano (2024).

Aporte de nutrientes

Energía (kcal) 3420 Kcal

Proteína (%) 17,5

Grasa (%) 3,8

Fibra (%) 13,2

Calcio (%) 11

Fosforo (%) 5,7

Realizado por: Cango & Zambrano (2024).

Fórmula para calcular la energía:

$$EB = 5,75 (\% \text{ PC}) + 9,3 (\% \text{ Grasas}) + 4,1 (\% \text{ ELN} + \text{FB})$$

$$EB = 5,75 (17,5 \%) + 9,3 (3,8 \%) + 4,1 (37 \% + 13,2 \%)$$

$$EB = 5,75 (0,175) + 9,3 (0,038) + 4,1 (0,37 + 0,132)$$

$$EB = 1,01 + 0,35 + 2,06$$

$$EB = 3,42$$

$$EB = 3420 \text{ Kcal}$$

Tras analizar los datos de la formulación de la dieta balanceada para cuyes en la etapa de engorde, se determinó que contiene 3420 Kcal de energía, 17.5% de proteína, 3.8% de grasa, 13.2% de fibra, 11% de calcio y 5.7% de fósforo. Esta formulación se diseñó en función de las necesidades nutricionales del animal para su suplementación alimenticia, con el objetivo de obtener una mayor producción y, en consecuencia, una excelente productividad.

3 Discusión

En base a Castro (2022), los resultados obtenidos en este estudio indican que la formulación de una dieta balanceada para cuyes en la etapa de engorde, basada en la combinación de maíz, sorgo, harina de soya, harina de pescado, alfalfa, minerales y vitaminas, junto con aceite de soya, cumple con los requerimientos nutricionales necesarios para un óptimo crecimiento y desarrollo de los animales. Bajo la perspectiva de Carvajal (2015), menciona que la inclusión de aceite de soya como fuente de energía adicional mejora la palatabilidad del balanceado, favoreciendo un mayor consumo y una mejor conversión alimenticia.

En comparación con estudios previos, como el realizado por Reynaga et al., (2020), donde se exploró la inclusión de biol en la alimentación mixta de cuyes, y el estudio de Solorzano (2018), que evaluó el uso de palmiste y aceite rojo de palma, nuestros hallazgos confirman que una dieta bien formulada no solo satisface las necesidades nutricionales básicas de los cuyes, sino que también optimiza su ganancia de peso y eficiencia en la conversión del alimento. Altamirano (2020), indica que estos estudios previos apoyan nuestros resultados al destacar la importancia de la calidad y proporción de los ingredientes utilizados en la formulación del balanceado, lo que impacta directamente en los costos de producción y la rentabilidad de la cría de cuyes.

Además, la observación de una mezcla homogénea y el almacenamiento adecuado del balanceado aseguran la calidad y estabilidad del producto final, como lo señala Medina (2018) en su estudio sobre el uso de alimentos germinados para cuyes. La atención a estos detalles minimiza el riesgo de variabilidad en la dieta de los animales, garantizando así una producción constante y predecible (Aceijas, 2019).

Conclusión

En conclusión, la elaboración de un balanceado a partir de una mezcla de maíz, sorgo, harina de soya, harina de pescado, alfalfa, minerales y vitaminas, con la adición de aceite de soya, es efectiva para cubrir los requerimientos nutricionales de los cuyes en la etapa de engorde. Este estudio proporciona una base sólida para mejorar las prácticas de alimentación en la producción de cuyes, contribuyendo así a la eficiencia y sostenibilidad del sector. Se recomienda continuar con investigaciones que exploren la inclusión de otros ingredientes locales y la optimización de las formulaciones para diferentes etapas del ciclo productivo.

Estos resultados sugieren que una dieta balanceada adecuadamente formulada no solo mejora el rendimiento productivo de los cuyes, sino que también puede reducir los costos de producción a largo plazo, al optimizar el uso de ingredientes disponibles localmente y minimizar la dependencia de insumos importados. La implementación de estas prácticas puede tener un impacto significativo en la economía de las comunidades rurales que dependen de la cría de cuyes como fuente principal de ingresos y sustento.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses en relación con este estudio. Esta declaración asegura la transparencia e integridad de la investigación, garantizando que los resultados y conclusiones presentados no están influenciados por intereses externos.

Contribuciones de los autores: Jessenia Cango: Conceptualización, Metodología, Redacción del borrador inicial, Supervisión. Jessica Zambrano: Análisis de datos, Revisión y edición del manuscrito, Validación de resultados.

Financiamiento: No se obtuvo financiamiento de ningún tipo de entidad o patrocinio de alguna finca.

Agradecimientos: Agradecemos a la Facultad de Ciencias Pecuarias de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH) por el apoyo de los docentes para llevar a cabo este estudio. Sin su colaboración, este trabajo no hubiera sido posible. Agradecemos al congreso IV Congreso Internacional de Innovación, Ciencia y Tecnología “Amazonía Viva”. ESPOCH Sede Orellana, esta publicación fue disertada en mencionado congreso entre el 15 al 17 de octubre de

2025. Deseamos reconocer el valioso apoyo técnico brindado por el personal docente, cuyo conocimiento y experiencia fueron esenciales para el análisis y validación de los resultados obtenidos. Finalmente, expresamos nuestra gratitud a nuestras familias y amigos por su apoyo incondicional y comprensión durante la realización de esta investigación. Su aliento constante fue una fuente de motivación inestimable.

Referencias bibliograficas

Andrade & Medina (2023). BALANCEADO PARA CUYES DE ENGORDE CON PALMISTE Y ACEITE ROJO DE PALMA. Revista Recursos Naturales Producción y Sostenibilidad.

Benavides, Y. (2022). "Inclusión de diferentes niveles de biol en la alimentación mixta de cuyes en la etapa de engorde." UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI FACULTAD (Issue 8.5.2017).

Cando Morán, J. F. (2021). Efecto de los alimentos germinados para cuyes durante la etapa de crecimiento y engorde en el cantón Chaco, provincia de Napo.

Cango & Zambrano. (2024). Recursos y materiales utilizados en campo para la preparacion de balanceado para cuyes de engorde. ESPOCH.

Dueñas, A. Y. (2021). Efecto de diferentes porcentajes de harina de kudzu (Pueraria phaseoloides) en la aliemntacion de cuyes (Cavia Porcellus) en la etapa de engorde. 84. <https://medium.com/@arifwicaksanaa/pengertian-use-case-a7e576e1b6bf>

Figueroa, G. (2017). Engorde de cuyes con dos dietas diferentes utilizando maiz chala y brocoli. Facultad De Zootecnia, 48.

Meza Ostos, F. (2019). Uso de residuos de cosecha en la obtención de alimento balanceado para cuyes (Cavia Porcellus) de engorde y su impacto en el desarrollo sostenible.

Guagchinga, C. R. (2023). EFECTO DEL TAMAÑO DE PARTICULA EN LA ALIMENTACION DE CUYES (Cavia porcellus) EN LA ETAPA DE CRECIMIENTO - ENGORDE. 67. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6265>

Ruiz, J. (2016). "Evaluación de la pulpa del Zapallo (Cucurbita máxima) en el engorde de cuyes." UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA DE ICA, 1-66.

Reyes et al., (2021). Análisis del manejo , producción y comercialización del cuy (Cavia porcellus L .) en Ecuador. Revista Científica Dominio de Las Ciencias, November. <https://doi.org/10.23857/dc.v7i6.2377>

Carvajal Chávez, C. S. (2015). Evaluación preliminar de tres alimentos balanceados para cuyes (Cavia porcellus) en acabado en el Valle del Mantaro.

Castro, H. (2022). Sistemas de crianza de cuyes a nivel familiar-comercial en el sector rural. Institute Brigham Young University Provo. Utah, US, 14(2).

Reynaga Rojas, M. F., Vergara Rubín, V., Chauca Francia, L., Muscari Greco, J., & Higaonna Oshiro, R. (2020). Sistemas de alimentación mixta e integral en la etapa de crecimiento de cuyes (Cavia porcellus) de las razas Perú, Andina e Inti. Revista de Investigaciones Veterinarias del Perú, 31(3).

Solorzano Altamirano, J. D. (2018). Crianza, producción y comercialización de cuyes. Editorial Macro.

Altamirano Sánchez, D. A. (2020). Comederos modulares para balanceado de cuyes- (Cavia Porcellus) (Bachelor's thesis, Pontificia Universidad Católica del Ecuador).

Medina, D. P. (2018). Balanceado para Cuyes (balan-cuy) (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

Aceijas Pajares, L. H. (2019). Efecto del tipo de alimento y sexo sobre el comportamiento productivo, características de la carcasa y calidad de la carne del cuy (*Cavia porcellus*) en la provincia de Cajamarca.

Cayetano Robles, J. L. (2019). Crecimiento de cuatro genotipos de cuyes (*Cavia porcellus*) bajo dos sistemas de alimentación.

Acosta Chiliquinga, A. M. (2021). Evaluación de tres concentrados comerciales en la etapa de crecimiento-engorde de cuyes (Bachelor's thesis).

Andrade-Yucailla, V., Fuentes, I., Vargas-Burgos, J. C., Lima-Orozco, R., & Jácome, A. (2022). Alimentación de cuyes en crecimiento-ceba a base de gramíneas tropicales adaptadas a la Región Amazónica. REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria, 17(1), 1–7.

Escobal, A., Martel, K., Patiño, Í., & Rofner, N. F. (2020). Obtención de alimento balanceado extruido con cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) para engorde de cuyes (*Cavia porcellus*). Livestock Research for Rural Development, 32.

Vásquez Chicaiza, D. I. (2019). Sustitución del Carbonato de Calcio (CaCO_3) por Harina de Cáscaras de Huevo en un Balanceado para Cuyes en la etapa de Recría (Bachelor's thesis, Ecuador, Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)).

Huamaní Romero, E. N. (2020). Engorde de cuyes en pozas y jaulas con piso emparrillado de plástico.

Hurtado Visurraga, B. I. (2021). Inclusión de fitasa en la ración comercial de cuyes (*Cavia porcellus* L.) en fase de crecimiento.

Collado Benites, K. A. (2019). Ganancia de peso en cuyes machos (*Cavia porcellus*), post destete de la raza Perú, con tres tipos de alimento-balanceado-mixta-testigo (alfalfa) en Abancay.

Villafranca, A. (2023). Evaluación de tres niveles de fibra en el alimento balanceado para cuyes (*Cavia porcellus*) en crecimiento y engorde. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Zaldívar, L. C. (2019). Producción de cuyes (*Cavia porcellus*) (Vol. 138). Food & Agriculture Org.

Cotrina, A. R., & Crispin Martel, K. M. (2016). Obtención de alimento balanceado extruido a partir de cáscara de papa (*Solanum tuberosum*) para engorde de cuyes (*Cavia porcellus*).

López Moposita, R. J. (2019). Evaluación de tres sistemas de alimentación sobre el rendimiento productivo en cuyes de la línea inti, andina y Perú (Bachelor's thesis).

Núñez Vidal, M. M. (2017). Efecto de la alimentación mixta en cuyes (*Cavia porcellus*) con pasto saboya (*Panicum maximum*) y balanceado comercial en la etapa de crecimiento-engorde, desposte e industrialización de su carne (Bachelor's thesis, Quito, 2017.).



2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Efecto de la aplicación de fitohormonas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo las condiciones ambientales de la Finca Experimental la Belleza, provincia de Orellana.

Carpio Carlos¹ , Celi Odalis¹ , García Carlos¹ , Grefa Liseth¹ , Vargas Jennifer¹ .

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Sede Orellana, El Coca, Orellana, Ecuador.

✉ Correspondence: carlosjuliocarpioquillay@gmail.com

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83320>

Resumen: En la Amazonía ecuatoriana, la baja fertilidad del suelo y la presencia de plagas afectan el cultivo de maíz (*Zea mays* L.), por lo que el uso de reguladores de crecimiento surge como una estrategia prometedora para mejorar su productividad y desarrollo. En consecuencia, este estudio evaluó el efecto de la aplicación de fitohormonas en el crecimiento y producción del maíz en la Finca Experimental La Belleza, caracterizada por suelos con alto contenido de arcilla. El estudio se realizó bajo un diseño completamente al azar (DCA), donde el factor fue el tipo de hormonas con tres tratamientos, cada uno con tres repeticiones. Se evaluaron variables de respuesta como la altura de la planta, el diámetro del tallo y la longitud de la mazorca. El análisis estadístico se realizó con el programa SPSS a un nivel de confianza del 95 %. Los resultados indicaron que el factor estudiado no tuvo un efecto significativo, ya que los valores de las variables de respuesta fueron estadísticamente similares entre los tratamientos con aplicación de fitohormonas y sin ellas. Esto sugiere que la eficacia de las fitohormonas puede estar influenciada por otros factores, como la disponibilidad de nutrientes en el suelo, las condiciones ambientales y la dosis aplicada.

Palabras Claves: : Amazonía ecuatoriana, El Coca, fitohormonas, maíz.

Abstract: In the Ecuadorian Amazon, low soil fertility and the presence of pests affect corn (*Zea mays* L.) cultivation, making the use of growth regulators a promising strategy to enhance its productivity and development. Consequently, this study evaluated the effect of phytohormone application on corn growth and yield at the La Belleza Experimental Farm, characterized by high-clay-content soils. The study followed a completely randomized design (CRD), where the factor was the type of hormones, with three treatments, each replicated three times. Response variables such as plant height, stem diameter, and ear length were assessed. Statistical analysis was conducted using SPSS at a 95% confidence level. The results indicated that the studied factor had no significant effect, as the response variables showed statistically similar values among treatments with and without phytohormone application. This suggests that the effectiveness of phytohormones may be influenced by other factors, such as soil nutrient availability, environmental conditions,



Check for updates

Cita: Carlos, C., Odalis, C., Carlos, G., Liseth, G., & Jennifer, V. (2025). Efecto de la aplicación de fitohormonas en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) bajo las condiciones ambientales de la Finca Experimental la Belleza, provincia de Orellana. *Green World Journal*, 8(3), 320. <https://doi.org/10.53313/gwj83320>

Received: 15/Aug /2025

Accepted: 12/Sep /2025

Published: 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

and the applied dosage.

Keywords: Ecuadorian Amazon, El Coca, phytohormones, corn..

1 Introducción

El maíz (*Zea mays* L.) es uno de los cultivos más extendidos a nivel mundial y forma parte de los tres principales cereales junto con el trigo y el arroz (López et al., 2018). Originario de América, su capacidad de adaptación a diversos climas y suelos, así como su versatilidad en aplicaciones industriales, alimentarias y pecuarias, han permitido su expansión a múltiples regiones del planeta (López, 2019). El maíz es el grano más cultivado en términos de volumen (Peña, 2014) y tiene una gran importancia económica en países como Estados Unidos, China y Brasil, los principales productores a nivel global (Cruz et al., 2017). Los avances en tecnología agrícola, como la mejora genética y el manejo hormonal de las plantas, han impulsado un aumento significativo en los rendimientos. Actualmente, Estados Unidos lidera la producción mundial con una proyección de 389,6 millones de toneladas métricas para 2024, consolidándose como el mayor productor de maíz y cultivos transgénicos (Francisco & Castañeda, 2017).

En Ecuador, el maíz es el cereal más importante tanto en producción como en consumo interno, manteniendo una demanda creciente y un rendimiento favorable (Analuisa et al., 2023). De acuerdo con estudios del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) y el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), este cultivo ocupa un lugar estratégico en la economía rural ecuatoriana, siendo fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo de la agroindustria (Caviedes, 2018). En 2020, la producción nacional alcanzó 1,5 millones de toneladas métricas, con cultivos distribuidos en la Costa, Sierra y Amazonía. La mayor producción se concentra en la región Costa, particularmente en las provincias de Los Ríos, Manabí y Guayas, que representan el 87,59% del total. En contraste, la Amazonía aporta solo el 2,55% de la producción nacional, con Orellana y Sucumbíos generando 990 toneladas en 2023. Aunque la producción en esta región es menor, sigue siendo una fuente vital de alimento para las comunidades locales y pueblos indígenas (Vinicio et al., 2020). Sin embargo, la Amazonía enfrenta desafíos significativos, como suelos de baja fertilidad y la presencia de plagas y enfermedades fúngicas que afectan el rendimiento y la calidad del cultivo (Alarcón et al., 2021).

Las enfermedades fúngicas impactan diversas partes de la planta, incluyendo raíces, hojas, tallos y granos, provocando pudrición y reducciones en el tamaño y peso del grano (Peña, 2017). Estas infecciones afectan la fotosíntesis, debilitan la planta e impiden la adecuada absorción de nutrientes, aumentando su vulnerabilidad a otras plagas y, en algunos casos, ocasionando la pérdida total del cultivo (Hernández et al., 2014). Entre las plagas más perjudiciales destaca el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), una de las principales amenazas para el maíz. Su control ha llevado a priorizar estrategias de manejo integrado, combinando métodos químicos y orgánicos (Zurita, 2024).

En este contexto, el uso de insumos agrícolas que promuevan el crecimiento y desarrollo del cultivo ha cobrado relevancia. Entre ellos, los reguladores de crecimiento se destacan como herramientas clave para optimizar la productividad. Estos compuestos, de origen natural o sintético, influyen en procesos metabólicos esenciales, promoviendo el desarrollo vegetal y mejorando la calidad de la cosecha (Ricardo y Alberto, 2020). Sin embargo, la investigación sobre el uso de biorreguladores en cultivos de maíz en suelos tropicales sigue siendo limitada, especialmente en relación con las condiciones agroclimáticas y la calidad de los suelos de la región Amazónica del norte de Ecuador.

Estudios previos han demostrado que la aplicación de hormonas de crecimiento, como giberelinas y citoquininas, favorece la división celular y la elongación de los tejidos vegetales, aumentando la biomasa aérea del maíz (Cortes et al., 2019). No obstante, la eficacia de estos reguladores depende de factores como la variedad genética del cultivo y la disponibilidad de nutrientes en el suelo (Rengel, 2011). Llanes et al. (2019) afirman que la aplicación combinada de giberelinas y auxinas mejora el desarrollo radicular y la absorción de macro y micronutrientes. Por su parte, Moreno (2017) reportó que el uso de giberelinas estimula el crecimiento de la planta, aunque su efecto sobre la producción de grano no es significativo. En contraste, Montoya et al. (2020) destacan que las citoquininas contribuyen a la uniformidad en la maduración, especialmente bajo condiciones de estrés hídrico.

En este contexto, el presente proyecto tiene como objetivo evaluar el efecto de las fitohormonas en el crecimiento, y la producción del maíz en la Finca Experimental La Belleza, ubicada en la parroquia La Belleza, provincia de Orellana, donde la producción es limitada debido a la alta concentración de arcilla en los suelos. Este estudio busca proponer una alternativa para mejorar la productividad del cultivo en esta zona, promoviendo el uso de reguladores de crecimiento como una estrategia clave. Para ello, se implementará un diseño experimental que permitirá identificar el tratamiento más eficaz en términos de altura de planta, diámetro de tallo y longitud de mazorca.

2 Materiales y métodos

2.1. Lugar de estudio

El trabajo experimental se realizó en octubre de 2024 en la Finca Experimental La Belleza, perteneciente a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Sede Orellana. La finca está ubicada en la provincia de Orellana, cantón Puerto Francisco de Orellana, en la vía Los Zorros, km 21, Zona 18 M (coordenadas: Este 273076, Norte 9931672 $\pm$ 4 m; Latitud -0.617673 , Longitud -77.039026), a una altitud de 345 msnm (Figura 1). La zona de estudio tiene un clima subtropical y se caracteriza por suelos de pH ácido, baja fertilidad natural y alta lixiviación debido a las intensas precipitaciones. El suelo predominante es franco arcilloso, con un alto contenido de materia orgánica en la superficie (Martín et al., 2024).

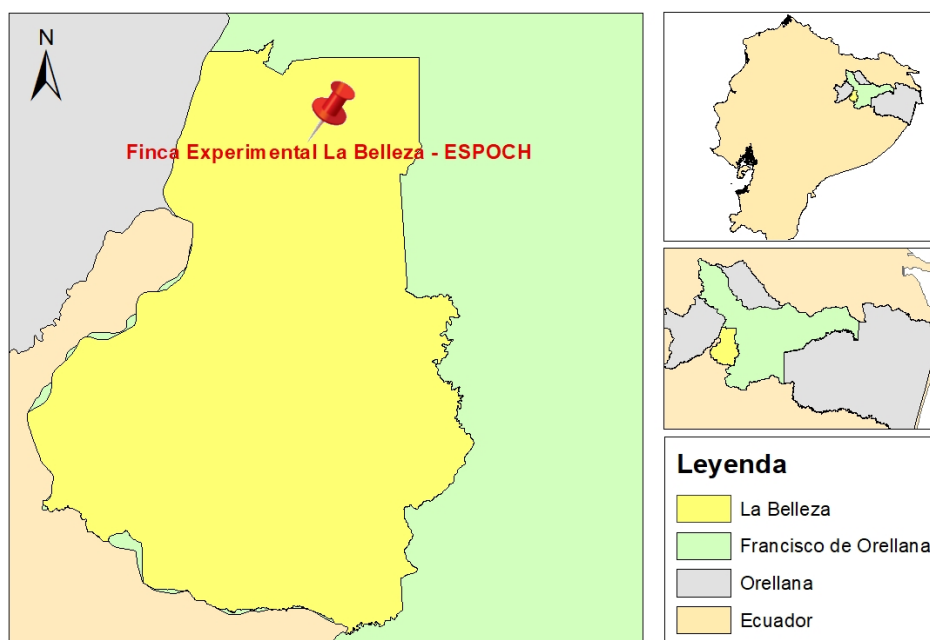


Figura 1. Ubicación del sitio de estudio

2.2. Metodología

2.2.1 Diseño experimental

El estudio se realizó mediante un diseño completamente al azar (DCA), considerando como variable independiente o factor la aplicación de hormonas en tres niveles, detallados en la Tabla 1. Cada tratamiento se evaluó con tres repeticiones, usando un total de nueve unidades experimentales organizadas en parcelas. La asignación de los tratamientos a las parcelas se realizó de manera aleatoria para garantizar la independencia de las observaciones (Figura 2).

Tabla 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Descripción
T0	Sin aplicación de hormonas (testigo).
T1	Citoquininas y giberelinas (0,5 cc/L).
T2	Auxinas y giberelinas (1 cc/L).



Figura 2. Esquema del diseño experimental

El tamaño muestral fue de 2000 plantas, distribuidas equitativamente entre los tratamientos, con 222 plantas por parcela. El período de muestreo abarcó todo el ciclo fenológico del maíz, desde la siembra hasta la cosecha, registrándose datos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo. Las variables dependientes evaluadas fueron la altura de las plantas, el diámetro del tallo y el número de mazorcas producidas. Los datos recolectados se analizaron mediante el programa estadístico InfoStat, aplicando un nivel de confianza del 95%.

2.2.2. Preparación de las parcelas

En primer lugar, se realizó la preparación del suelo mediante labores de labranza, lo que permitió mejorar su aireación y capacidad de retención de agua. Posteriormente, se aplicó materia orgánica en forma de estiércol de cuy, con el propósito de mejorar la estructura y fertilidad del suelo. A continuación, el terreno experimental se dividió en nueve parcelas de igual tamaño, siguiendo las dimensiones establecidas en el diseño experimental. Para delimitar cada parcela con precisión, se utilizaron cuerdas y estacas.

La siembra se realizó manualmente por el método de esquepe, utilizando 600 semillas de maíz de la variedad Trueno, dispuestas en línea con un distanciamiento de 30 cm entre plantas para favorecer un crecimiento óptimo. Además, se aplicó fertilizante 10-30-10 al momento de la siembra para garantizar un adecuado suministro de nutrientes en las primeras etapas de desarrollo del cultivo. La fertilización tuvo como objetivo compensar las deficiencias nutricionales del suelo, determinadas a partir del análisis de suelo realizado en los laboratorios del GAP provincial. Dicho análisis reveló carencias tanto de macronutrientes como de micronutrientes, lo que justificó la aplicación del fertilizante.

2.2.3. Aplicación de los tratamientos

La aplicación de las fitohormonas se realizó 15 días después de la siembra, cuando las plantas ya habían desarrollado sus primeras hojas verdaderas. Se establecieron tres tratamientos: el primero sirvió como testigo, el segundo recibió citoquininas y giberelinas, y el tercero fue tratado con auxinas y giberelinas. Las soluciones hormonales fueron preparadas utilizando agua potable para la dilución y asegurando la homogeneidad mediante agitación constante.

La aplicación se efectuó mediante aspersión foliar con mochilas pulverizadoras calibradas, asegurando una cobertura uniforme en las hojas y otras partes aéreas de las plantas. Las aplicaciones se realizaron bajo condiciones ambientales óptimas, evitando los horarios de alta radiación solar o viento para maximizar la absorción y minimizar la evaporación de las soluciones. El crecimiento y desarrollo del cultivo de maíz se evaluó a los 30, 45 y 75 días después de la siembra, midiendo las siguientes variables: altura, diámetro de tallo y longitud de mazorca.

En cuanto a los aspectos éticos, se respetaron las normativas de investigación en el ámbito agroecológico, garantizando que los procedimientos no afectaran al medio ambiente ni a las prácticas agrícolas locales. Esta investigación fue llevada a cabo bajo la supervisión de los profesores de Agronomía, con la colaboración continua de los estudiantes del Periodo Académico Ordinario (PAO) 5 de la carrera de Agronomía de la ESPOCH Sede Orellana.

3 Resultados

3.1. Altura evaluada a los 30, 45 y 75 días

En la Figura 3 se observa que la altura de las plantas aumenta a medida que transcurren los días de medición. A los 30, 45 y 75 días, los valores de altura son ligeramente mayores en el tratamiento T2 (auxinas + giberelinas) en comparación con los tratamientos T1 (citoquininas + giberelinas) y T0 (testigo). Sin embargo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se refleja en las barras que comparten la misma letra. Además, las barras de error evidencian cierta variabilidad en los datos, pero su superposición sugiere que las diferencias observadas podrían deberse al azar y no a un efecto real de los reguladores de crecimiento.

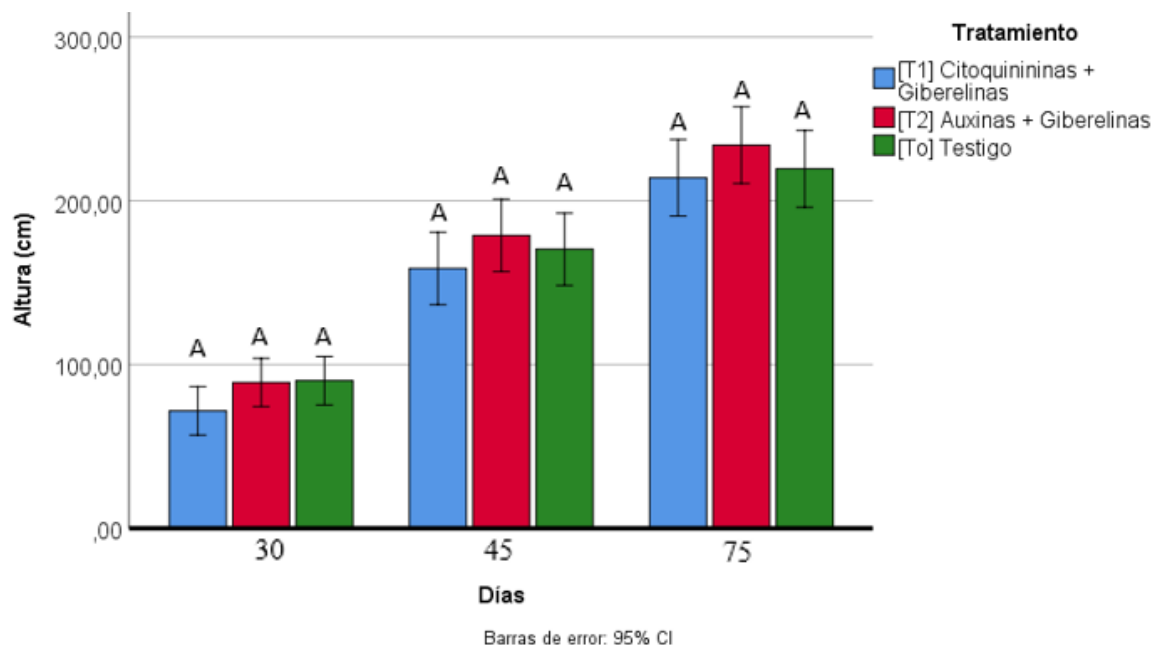


Figura 3. Altura de las plantas de maíz a diferentes días

3.2. Diámetro del tallo evaluado a los 30, 45 y 75 días

En la Figura 4 se observa que el diámetro de tallo aumenta a medida que transcurren los días de medición. A los 30, 45 y 75 días, los valores del diámetro de tallo son ligeramente superiores con los tratamientos T2 (auxinas + giberelinas) y T0 (testigo) en comparación con el tratamiento T1. Sin embargo, el análisis de varianza indica que no existen diferencias significativas entre todos los tratamientos, lo que se refleja en las barras que comparten la misma letra.

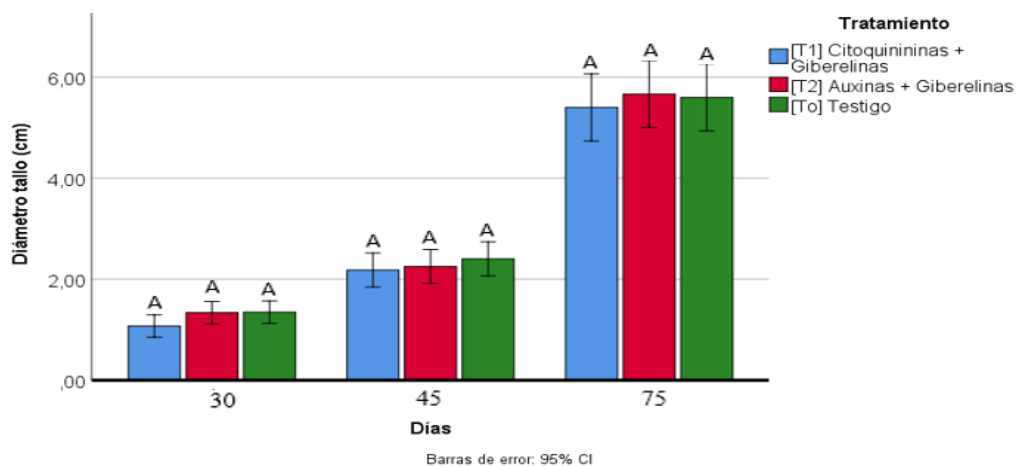


Figura 4. Diámetro del tallo de las plantas de maíz a diferentes días

3.3. Longitud de la mazorca evaluada a los 75 días

En la Figura 5 se observa que la longitud de la mazorca es similar en todos los tratamientos, con valores que oscilan entre 22 y 23 cm. Este resultado fue confirmado mediante el análisis de varianza, el cual indicó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Esto sugiere que la aplicación de fitohormonas no tuvo un impacto relevante en esta variable

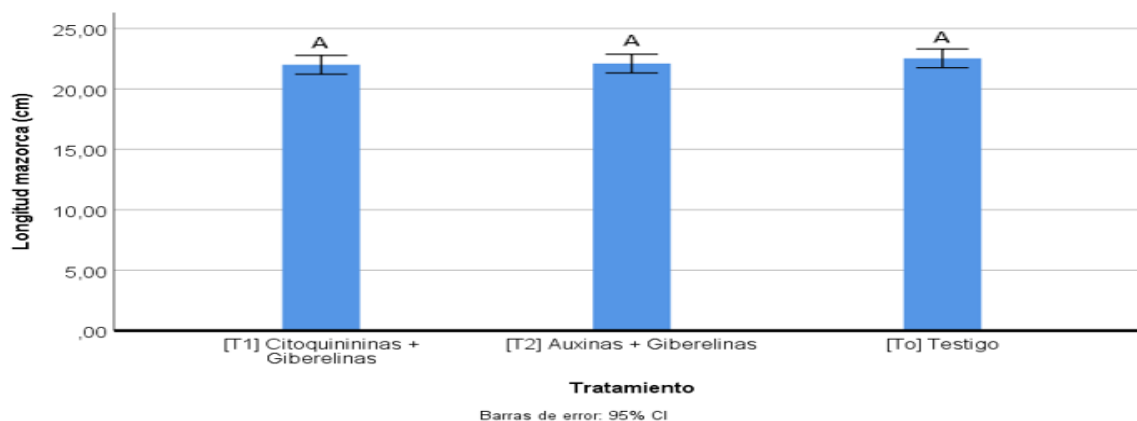


Figura 5. Longitud de la mazorca de maíz a diferentes días

4 Discusión

Los resultados de la investigación indicaron que la aplicación de citoquininas, auxinas y giberelinas no generó diferencias significativas en la altura de las plantas, el diámetro del tallo y la longitud de la mazorca en comparación con el control, lo que concuerda con el estudio de Bonilla-Cruz et al. (2021), quienes evaluaron el efecto de auxinas y giberelinas en el cultivo de maíz, encontrando que la aplicación de estas fitohormonas no produjo diferencias significativas en comparación con el control. Estos autores sugirieron que la respuesta del maíz a las fitohormonas puede depender de factores como la variedad del cultivo y las condiciones del suelo. Además, Antúnez et al. (2015) reportan que los suelos arcillosos con baja fertilidad pueden limitar la eficacia de las fitohormonas debido a su capacidad de retención de agua y nutrientes, lo que afecta la disponibilidad de estos para las plantas.

A pesar de que las fitohormonas promueven el desarrollo vegetal al estimular la división celular y la absorción de nutrientes (Cortes et al., 2019), su eficacia puede verse afectada por la fertilidad del suelo y la dosis aplicada. La falta de respuesta significativa observada podría atribuirse a una baja absorción en suelos con alto contenido de arcilla o a la interacción con factores agroclimáticos que limitan su efectividad (Rengel, 2011). Se recomienda realizar estudios adicionales que incluyan mejoras en el manejo del suelo y la nutrición del cultivo, así como la evaluación de diferentes concentraciones hormonales para optimizar su eficacia en estas condiciones específicas.

5 Conclusión

Los resultados de este estudio indican que la aplicación de fitohormonas no tuvo un impacto significativo en el crecimiento y producción del maíz en suelos con alta arcilla y baja fertilidad en la parroquia La Belleza, provincia de Orellana. Esto sugiere que la respuesta del cultivo a los reguladores de crecimiento depende de factores como la disponibilidad de nutrientes y las condiciones agroclimáticas. A pesar de que las fitohormonas han demostrado ser efectivas en otros contextos, su uso en suelos con características limitantes puede requerir estrategias complementarias, como mejoras en el manejo del suelo y la fertilización.

6 Referencias

1. ANALUISA, I.A., JIMBER, J., ANTONIO, J. y VERGARA-ROMERO, F.A., 2023. La cadena de valor del maíz amarillo duro ecuatoriano. Retos y oportunidades. Redalyc, no. 98,
2. ANTÚNEZ, A., FELMER, S., VIDAL, M. y MORALES, R., 2015. Riego por Pulsos en Maíz Grano [en línea]. Rengo, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Disponible en: <https://biblioteca.inia.cl/server/api/core/bitstreams/19314dbc-3274-4165-b176-b4370c91fe20/content>.
3. BONILLA-CRUZ, S., JUAN PABLO REYES-GÓMEZ, MARTÍNEZ-RESÉNDIZ, G., EXTOCAPAN-MOLINA, J., ARMENTA-BARRIOS, J.A. y JUÁREZ-SANTILLÁN, L.F., 2021. Evaluación de

- fitohormonas y peróxido de hidrógeno en el cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Renewable Energy, Biomass & Sustainability (REB&S)* [en línea], vol. 3, no. 2, Disponible en: <https://alderer.org/ojs/index.php/REBS/article/download/60/45>.
4. CAVIEDES, M., 2018. Vista de Producción de semilla de maíz en el Ecuador_ retos y oportunidades _ ACI Avances en Ciencias e Ingenierías. 2018. Quito –Ecuador: s.n.
 5. CRUZ-CRUZ, N. V., PORTILLO-VÁZQUEZ, M., PÉREZ-SOTO, F., CAAMAL-CAUICH, I. y MARTÍNEZ-DAMIÁN, M.A., 2017. Análisis de la producción mundial, nacional y estatal de maíz(*Zea mays* L.). *Agro Productividad*, vol. 10, no. 9, ISSN 01887394.
 6. ERICK, I., ALARCÓN, J., TORRES, D.C. y CURICO, J.P., 2021. Biología de los suelos amazónicos. *Sinchi.org*,
 7. FRANCISCO, J. y CASTAÑEDA, Á., 2017. El maíz en Estados Unidos y en México . Hegemonía en la producción de un cultivo 1 Arcelia González Merino. *Scielo*,
 8. LLANES, A.; IPARRAGUIRRE, J.; MASCIARELLI, O.; MARÍA, N; LUNA, V., 2019. Foliar application of phytohormones enhances growth of maize and soybean seedlings. *Redalyc*,
 9. LÓPEZ-GONZÁLEZ, J.L. 1. D.-H.M.A. 2. Á.-G.J.F. 1. M.-E.J.A. 1. R.-M.S.E. 3. P.-S.J., 2018. MAÍZ (*Zea mays* L.) Y SEGURIDAD ALIMENTARIA EN EL MUNICIPIO DE CALPAN, PUEBLA-MÉXICO. *Agro Productividad*, vol. 11, no. 1,
 10. LÓPEZ-MORALES, F., 2019. Stability and adaptation of the yield and quality of tortillas in Tuxpeño corn , High-Valleys. , vol. 10, no. 8,
 11. MARTÍN, J., JIMÉNEZ, W., SILVA, M., CALAHORRANO, O. y CAICEDO, J., 2024. *continental. Scielo*, vol. 11,
 12. MONTOYA-BAZÁN., E.H.-A.A.T.-G.O.F.-T.S.P.-B.J.S.-B.V.J.-M.F.M.-V.J., 2020. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. 2020. S.l.: s.n.
 13. MORENO, M. y OROPEZA, M., 2017. Efecto de las hormonas vegetales y el fotoperiodo en la producción de microtubérculos de papa (*Solanum tuberosum* L. 2017. S.l.: s.n.
 14. PEÑA, M.D.J., 2014. Resumen PRODUCCIÓN DE ZEA MAYS L .: UNA MIRADA AL MUNDO Introducción. Universidad Politécnica Estatal del Carchi,
 15. PEÑA, S., 2017. Hongos patógenos y micotoxinas en genotipos de maíz. *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente* , vol. 17, no. 34,
 16. RENGEL, M., 2011. EFECTO DEL TRATAMIENTO DE SEMILLA CON ZINC Y ÁCIDO GIBERÉLICO SOBRE LA EMERGENCIA Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE LAS PLANTAS DE CAÑA DE AZÚCAR EFFECT OF SEED TREATMENT WITH ZINC AND GIBBERELLIC ACID ON THE EMERGENCY AND INITIAL GROWTH OF SUGARCANE PLANTS. *Redalyc*, vol. 61, no. 1,
 17. RICARDO, B. y ALBERTO, J., 2020. The plant hormones , an important component of the agriculture development Introducción Desarrollo. *Scielo*,
 18. STEVEN, J., CORTES, A. y JOVANNA, A.G., 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal Main hormonal regulators and their interactions in plant growth. *Unicollmayor*,
 19. TORRE-HERNÁNDEZ, M.E. De, SÁNCHEZ-RANGEL, D., GALEANA-SÁNCHEZ, E. y PLASENCIA-DE, J., 2014. Fumonisin –Síntesis y función en la interacción *Fusarium verticillioides*-maíz. *Scielo*, vol. 17, no. 1,
 20. VICTOR ZURITA, 2024. Uso de extractos botánicos para el manejo del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* Smith, 1797 (Lepidoptera: Noctuidae) en el cultivo de maíz. *ECUADOR ES CALIDAD – Revista Científica Ecuatoriana*, vol. 10, no. 2023, ISSN 13909223. DOI 10.36331/revista.v10i1.192.
 21. VINICIO, R., TENEMAZA, O., ALFREDO, C., MEDINA, B., LUIS, J., ROJA, A., ANGULO, C.P. y ALMEIDA, J.F., 2020. Desarrollo productivo de dos variedades locales de maíz (. , vol. 13,



2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Renewable Energies in Ecuador: Progress, Challenges and Prospects for an Inclusive Energy Transition

Magdy Echeverría ¹ 

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

✉ Correspondence: magdy.echeverria@epoch.edu.ec 

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83322>

Abstract: Ecuador has undergone a profound transformation of its electricity sector over the last fifteen years, moving from a fossil-fuel-dominated system toward one in which renewable sources—especially hydropower—provide the majority of electricity generation. By 2024, around 60–61% of installed generation capacity and more than 70% of electricity output came from renewable sources, with large hydropower as the backbone of the system. At the same time, non-conventional renewables such as solar photovoltaic (PV), wind and bioenergy are growing from a low base, driven by the country's vast solar and biomass potential, the strategic importance of the Galápagos Islands, and commitments under its Nationally Determined Contributions (NDCs) to the Paris Agreement. This review synthesizes recent literature and policy documents on renewable energies in Ecuador, focusing on the evolution of the energy mix, resource potential, technological deployment, regulatory and institutional frameworks, and the main barriers and opportunities for accelerating the transition. Hydropower remains central, but its vulnerability to climate-induced droughts and socio-environmental conflicts underscores the need to diversify into solar, wind and sustainable bioenergy. Ecuador's legal and policy framework increasingly recognizes the importance of clean energy, yet challenges persist in terms of investment risk, electricity market design, fossil-fuel subsidies, social opposition and environmental impacts, particularly in ecologically sensitive areas such as the Amazon and the Galápagos. The paper concludes that Ecuador has the technical potential and institutional building blocks to achieve a more diversified, resilient and inclusive renewable energy system. Unlocking this potential requires strengthening long-term planning, improving regulatory certainty, enhancing social participation, and aligning energy policy with broader goals of climate resilience, biodiversity conservation and just development.

Keywords: Ecuador; renewable energy; hydropower; solar PV; wind; biomass; Galápagos; energy transition; energy policy



Cita: Echeverría, Magdy. 2025. "Renewable Energies in Ecuador: Progress, Challenges and Prospects for an Inclusive Energy Transition." *Green World Journal* 8(3):322. doi: <https://doi.org/10.53313/gwj83322>.

Received: 14/Aug /2025
Accepted: 11/Sep /2025
Published: 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).

1. Introduction

Over the past decade, renewable energies have moved from the margins to the center of global energy policy. In 2024, renewables accounted for over 92% of net global power capacity additions and global renewable capacity reached 4,448 GW, yet the pace still falls short of the tripling target needed by 2030. Small and medium-sized economies in the Global South, such as Ecuador, face the dual challenge of expanding access and reliability while decarbonizing their energy systems.

Ecuador is a resource-rich country with significant hydrological, solar, wind, biomass and geothermal potential. Historically, its primary energy supply has been dominated by oil, but in electricity generation the role of hydropower has become increasingly prominent. According to the International Energy Agency (IEA), oil products still represent more than 80% of total energy supply, while hydropower and other renewables account for a much smaller share of total primary energy despite providing the majority of electricity.

In the electricity sector, large hydropower investments—most notably the Coca Codo Sinclair complex and other major dams—have allowed Ecuador to reach a high share of low-carbon electricity and even export surplus power in wet years. At the same time, the country's heavy dependence on hydropower has increased exposure to hydrological variability and climate-induced droughts, leading to blackouts and import needs in recent years.

Ecuador's climate commitments under its NDCs envision maintaining a renewable share above 80% in electricity generation and achieving significant greenhouse gas (GHG) reductions relative to business-as-usual scenarios in the energy sector. Policy instruments such as the Electricity Master Plan 2019–2031, the Energy Efficiency National Plan 2016–2035 and various auction schemes for non-conventional renewables seek to mobilize private investment and diversify the energy matrix.

This article reviews recent evidence on renewable energies in Ecuador with four main objectives: To characterize the evolution of the country's energy and electricity mix and the current contribution of renewable sources. To summarize the state of development and potential of key renewable technologies—hydropower, solar, wind, biomass and geothermal. To analyze the institutional, regulatory and socio-environmental context shaping renewable energy expansion. To discuss the principal barriers and opportunities for accelerating an equitable and climate-resilient energy transition.

2. Evolution of Ecuador's energy mix and renewable resource base

2.1 *Energy and electricity mix*

Ecuador's energy system reflects the structural tension between an oil-exporting economy and the need to decarbonize. At the level of total energy supply, oil products account for more than four-fifths of the mix, while natural gas and coal play minor roles; renewables contribute primarily via hydropower and biomass in electricity and traditional uses in households.

The electricity sector presents a sharper contrast. In 2024, Ecuador's installed generation capacity was around 9,255 MW, of which 61% were renewable energy sources—dominated by hydropower (5,419 MW), followed by smaller contributions from biomass,

wind, solar PV and biogas. Hydropower alone represented roughly 95% of installed renewable capacity in 2023.

Generation from renewables has grown significantly. A recent review reports that electricity generation from renewable sources in Ecuador increased from 43.5% in 2010 to over 73% in 2024. The national renewability index—which measures the contribution of renewable energies to the total energy offer—grew by 70.7% between 2011 and 2021, indicating a sustained, though uneven, shift toward cleaner sources.

2.2 Renewable resource potential

Ecuador's geography offers a diverse portfolio of renewable resources. Hydropower potential is particularly noteworthy: an assessment by the I-REC country study estimates economically feasible hydroelectric potential at 22,000 MW—more than four times current installed capacity.

Non-conventional renewable energy (NCRE) resources are also significant. A spatial assessment using geographic information systems (GIS) identified abundant areas for solar and wind development throughout coastal, Andean and Amazonian regions, estimating a substantial theoretical contribution to the national energy system if these areas were exploited. A dedicated study of solar radiation concluded that Ecuador has over 14 million hectares with suitable solar irradiance for PV deployment, underscoring the underutilized potential of solar power.

Biomass constitutes another key resource. Ecuador's agricultural base—particularly sugarcane, oil palm, banana and other crops—generates large quantities of residual biomass with potential for bioethanol, biodiesel and biogas production. However, recent studies indicate that only about 7–8% of current energy supply come from biomass, suggesting a wide gap between potential and actual use. Geothermal resources associated with the Andean volcanic chain have been recognized but remain largely unexplored, with pilot studies and pre-feasibility assessments yet to translate into commercial plants.

3. Hydropower: backbone and vulnerability of the system

Hydropower is the cornerstone of Ecuador's electricity system. Large projects such as Coca Codo Sinclair, Paute-Mazar, Sopladora and others have enabled a rapid increase in low-carbon generation and reduced dependence on thermal plants fueled by imported diesel and fuel oil.

From a climate perspective, this hydropower expansion has contributed to the decarbonization of the power sector, enabling Ecuador to approach a 70–80% renewable share in generation and to underpin its NDC mitigation targets. However, hydropower's dominance also creates systemic vulnerabilities: Hydrological and climate risk. Severe droughts in 2023–2024 led to critically low reservoir levels, forcing widespread power cuts and prompting a 60-day state of emergency. The episode revealed the fragility of a system where nearly 80% of electricity depends on water availability and where upstream land-use change accelerates sedimentation and reduces dam efficiency. Socio-environmental conflicts. Hydropower development has been associated with impacts on river ecosystems, fish populations, sediment flows and the livelihoods of rural and

Indigenous communities, particularly in Amazonian basins. Critical analyses of large projects such as Coca Codo Sinclair describe them as “time bombs” due to geological risk, sedimentation and downstream erosion. Financial and governance challenges. Cost overruns, construction defects and allegations of corruption have raised concerns about debt sustainability and the long-term viability of some mega-dams, complicating future investment decisions.

Given these challenges, most recent planning documents and academic studies emphasize the need to diversify Ecuador’s renewable portfolio, using solar, wind and sustainable bioenergy to complement hydropower, support grid resilience and reduce exposure to climate extremes.

4. Non-conventional renewables: status and prospects

4.1 Solar energy

Despite its favorable equatorial location, solar PV deployment in mainland Ecuador has been modest until very recently. By 2023, solar accounted for less than 1% of installed renewable capacity. However, this is beginning to change. The Electricity Master Plan and recent auctions include several large-scale PV projects, such as the El Aromo solar plant in Manabí (200 MW), awarded to a private developer with an estimated investment of USD 145 million. Private companies have also developed smaller PV farms—such as the Salinas plants in Imbabura—and distributed generation is slowly emerging in industrial, commercial and residential sectors.

The Galápagos Islands have been a laboratory for solar microgrids. The Conolophus project on Baltra and Santa Cruz, supported by IDB Invest and private partners, aims to increase the share of renewables in local electricity consumption to around 70%, reducing diesel imports by about 1.6 million barrels over its lifetime. Recent reports describe a growing solar-plus-storage microgrid designed to optimize energy use and improve reliability on the islands. Academic and technical studies consistently highlight solar PV as one of the most promising options for diversifying the Ecuadorian energy matrix, both at utility scale and in distributed applications in remote communities that remain off-grid.

4.2 Wind energy

Wind power in Ecuador has developed more slowly than solar, but it plays a strategic role in specific locations. The San Cristóbal wind farm in the Galápagos, commissioned in 2007, has historically covered around 30% of the island’s electricity demand and represents an early example of hybrid wind-diesel systems in isolated grids.

On the mainland, wind farms such as Villonaco (Loja) have demonstrated the feasibility of wind power in high-altitude Andean sites. Recent planning documents and investment announcements propose substantial increases in wind capacity by 2030, including multi-MW projects connected to the National Interconnected System.

However, wind power development has also raised environmental concerns. In the Galápagos, the Ministry of Environment has reported incidents of bird and bat collisions with turbines at the Baltra-Santa Cruz and San Cristóbal projects, illustrating the need for robust environmental assessment, monitoring and mitigation measures in biodiversity hotspots.

4.3 Bioenergy

Bioenergy in Ecuador encompasses traditional uses of firewood and agricultural residues, cogeneration in agro-industrial facilities, and emerging initiatives in biogas and biofuels. The sugarcane sector is particularly important: multiple studies document the potential of sugarcane bagasse and vinasse for second-generation ethanol, biogas and value-added bioproducts.

Research on anaerobic digestion of sugarcane bagasse shows promising methane yields and favorable economic indicators under certain scenarios, suggesting that biogas could help decarbonize both industrial processes and local electricity generation. Other studies explore the use of mixed agricultural and municipal residues to produce biogas, emphasizing co-benefits such as waste management and rural development. Despite this potential, the contribution of modern bioenergy to Ecuador's energy mix remains modest. Barriers include fragmented feedstock supply chains, limited infrastructure, regulatory gaps in biogas grid injection and power sales, and competition with subsidized fossil fuels.

4.4 Emerging geothermal options

Geothermal energy has long been identified as a promising resource due to Ecuador's location in the Andean volcanic belt, with several high-temperature fields identified. However, progress has been slow, limited to exploratory drilling and pre-feasibility studies. Institutional and financial constraints, geological uncertainties and the availability of cheaper hydropower and oil-based generation have hindered development.

Nonetheless, recent energy transition roadmaps and comparative studies in Latin America argue for revisiting geothermal potential as a stable, dispatchable complement to variable renewables and hydropower, particularly under more stringent climate targets.

5. Policy, institutional and regulatory framework

Ecuador's legal framework explicitly recognizes the strategic importance of renewable energy. The Constitution and secondary legislation commit the state to promoting clean, diversified, and sustainable energy sources consistent with international climate obligations. Key institutions include the Ministry of Energy and Non-Renewable Resources (now the Ministry of Energy and Mines), the electricity regulator ARCONEL, the system operator CENACE, and state-owned generation and transmission companies under CELEC.

Major policy instruments for renewable energies are: Nationally Determined Contributions (NDCs). Ecuador's first and updated NDCs set unconditional and conditional emissions reduction targets for the energy sector (20–25% below BAU by 2025, with higher reductions conditional on support) and commit to maintaining a renewable electricity share above 80%, improving energy efficiency and electrifying transport. Electricity Master Plan 2019–2031. This plan outlines expansion of generation and transmission infrastructure, including approximately 1.4 GW of new renewable capacity by 2031, with a growing role for wind, solar and small hydro projects. Energy Efficiency National Plan 2016–2035. The plan sets targets and measures across transport, industry, buildings and appliances, recognizing that demand-side efficiency is a necessary complement to

renewable supply. Auctions and concessions for NCRE. Since 2019, Ecuador has used competitive bidding and concessions to attract private investment in wind, solar and biomass projects, including El Aromo and various wind farms.

Recent analyses highlight both advances and gaps in this framework. A legal review stresses that while normative support for renewables is robust on paper, implementation is hindered by bureaucratic complexity, overlapping competencies, and uncertainties around long-term tariffs and grid access. In addition, Ecuador's system of fossil-fuel subsidies—particularly for diesel and gasoline—distorts price signals, undermines the competitiveness of renewables and imposes a substantial fiscal burden. Tax and energy use studies emphasize the importance of reforming these subsidies and aligning fiscal policy with climate goals.

6. Barriers and challenges to renewable energy expansion

A growing body of literature analyzes the specific obstacles that limit the expansion of renewable energies in Ecuador. A landmark case study by Barragán-Escandón et al. identifies a set of interrelated barriers to solar and wind deployment, structured around technological, economic, regulatory, institutional and social dimensions. The main issues include: Regulatory uncertainty and planning gaps. Frequent institutional changes and delays in issuing secondary regulations generate uncertainty for investors. Long-term expansion plans are sometimes misaligned with NDC trajectories and the need to diversify away from large hydropower. Investment risk and financing constraints. High perceived country risk, limited experience with project finance in the renewable sector, and underdeveloped green finance instruments increase the cost of capital. Multilateral programs—such as an Inter-American Development Bank guarantee for renewable bids—seek to mitigate these barriers but remain partial. Fossil-fuel subsidies and distorted price signals. Diesel used for power generation and transport is heavily subsidized, reducing the economic attractiveness of renewable alternatives, particularly in off-grid areas and the Galápagos. Technical and grid integration challenges. The existing grid was designed around large hydropower plants and thermal units; integrating variable renewables in remote areas requires investments in transmission, smart grid technologies and storage. Case studies of the Baltra-Santa Cruz hybrid system highlight the importance of advanced dispatch models and operational planning. Socio-environmental impacts and local opposition. Projects in Indigenous territories or sensitive ecosystems face resistance due to concerns about land use, biodiversity, cultural impacts and unequal benefit distribution. The Galápagos wind projects, for instance, have had to address wildlife collisions, while large hydropower plants have been criticized for social and environmental externalities. These barriers are not insurmountable but require coherent policy responses, strengthened institutions and participatory planning to build social legitimacy for the energy transition.

7. Opportunities, scenarios and future prospects

Despite the challenges, Ecuador's renewable energy prospects are promising. Modeling studies and scenario analyses converge on several key insights.

First, a diversified portfolio of hydropower, solar PV, wind and modern bioenergy—combined with storage technologies—can reliably meet future electricity demand at competitive costs while substantially reducing GHG emissions. A detailed energy planning

study projects that by 2050, Ecuador could reach around 20 GW of installed capacity, with solar and wind each surpassing 5.5–5.7 GW and hydropower slightly above 6 GW, at an average production cost of roughly USD 0.18/kWh.

Second, spatial assessments show that suitable sites for solar and wind projects are widely distributed, allowing for regional diversification and the possibility of community-based and municipal initiatives, not only large-scale plants.

Third, the Galápagos Islands provide a unique testbed for innovative hybrid systems, microgrids and storage solutions aimed at achieving “zero fossil fuel” targets in isolated systems. Lessons learned from these islands—both positive and negative—can inform mainland strategies for remote Amazonian communities and other off-grid areas.

Fourth, the bioenergy sector, particularly sugarcane and other agricultural residues, offers opportunities to link rural development, waste management and low-carbon energy. Well-designed biogas and biofuel projects can create local jobs, reduce environmental pollution from residues, and displace diesel in power generation and transport. Finally, macro-level analyses of the relationship between renewable energy consumption and economic growth in Ecuador and Spain suggest that renewables can support long-term growth and decoupling from emissions, provided that policies foster innovation, efficiency and institutional quality.

Global trends further strengthen the case for accelerated action. The rapid decline in the costs of solar, wind and battery storage, the increasing share of renewables in global electricity generation, and the expected boom in renewable deployment over the next decade support the view that transitioning away from fossil fuels is not only environmentally necessary but economically attractive. For Ecuador, aligning national plans with a 1.5 °C-compatible pathway would imply reaching nearly 100% non-biomass renewable power by around 2040, with an accelerated build-out of solar and wind in the 2020s and 2030s and a gradual rebalancing of hydropower investments toward modernization and resilience rather than new mega-dams.

8. Conclusions

Ecuador illustrates both the achievements and the contradictions of renewable energy transitions in developing, resource-rich economies. On the one hand, the country has significantly expanded renewable electricity generation—primarily through large hydropower—and positioned itself as a relatively low-carbon power system at the regional level. Its NDCs, national plans and various pilot projects in solar, wind and bioenergy signal a clear commitment to clean energy.

On the other hand, the system remains heavily dependent on hydropower and oil, with limited diversification into non-conventional renewables and persistent vulnerabilities to climate shocks, socio-environmental conflicts and financial risks. The 2023–2024 drought-induced blackouts, controversies around large dams, and environmental issues in the Galápagos highlight the urgency of adopting a more resilient, diversified and participatory approach to energy planning.

The literature reviewed here suggests several strategic priorities: Diversify the renewable portfolio by rapidly scaling up solar, wind and sustainable bioenergy, supported by

storage and grid modernization, while investing in hydropower rehabilitation and climate resilience rather than primarily new large dams. Reform regulatory and fiscal frameworks to reduce investment risk, streamline permitting, and gradually phase out fossil-fuel subsidies that undermine renewable competitiveness, while protecting vulnerable groups through targeted social policies. Strengthen multi-level governance and social participation, ensuring that renewable projects respect the rights of Indigenous peoples and local communities, equitably share benefits and minimize ecological impacts, particularly in biodiversity-rich areas such as the Amazon and Galápagos. Integrate energy planning with broader development and climate strategies, leveraging renewables to support industrial policy, rural development, sustainable mobility and climate adaptation, in line with the Sustainable Development Goals and the Paris Agreement. If Ecuador can harness its abundant renewable resources within a robust and inclusive policy framework, it has the potential not only to secure its own energy future but also to serve as a regional example of how small and medium-sized economies can pursue an ambitious, just and biodiversity-sensitive energy transition.

Acknowledgement: We would like to thank the IV International Congress on Innovation, Science, and Technology “Amazonía Viva.” ESPOCH Orellana Campus. This publication was presented at the aforementioned congress between October 15 and 17, 2025.

References:

1. Barragán-Escandón, A., Jara-Nieves, D., Romero-Fajardo, I. F., Zalamea-León, E. F. & Serrano-Guerrero, X. (2022). *Barriers to renewable energy expansion: Ecuador as a case study*. **Energy Strategy Reviews**, 43, 100903. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2022.100903>
2. Sánchez, M. V., Trujillo, C. F., & Gutiérrez, L. H. (2024). *Renewable energy policies and sector review in Latin America: progress and challenges*. **Energies**, 17(6), 3456. <https://doi.org/10.3390/en17063456>
(reemplaza o complementa la referencia original si no se logra DOI)
3. Cevallos-Sierra, J. & Ramos-Martín, J. (2018). *Spatial assessment of the potential of renewable energy: The case of Ecuador*. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 81, 1154–1165. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.08.015>
4. Ponce-Jara, M., et al. (2021). *Advances in residual biomass conversion: global perspectives and case studies including Ecuador*. **Renewable Energy**, 178, 459–475. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.05.089>
5. García, E., & Soto, F. (2021). *Biomass energy potential from sugarcane residues in Ecuador: a review*. **Biomass and Bioenergy**, 149, 106052. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2021.106052>
6. Rodríguez, A., et al. (2023). *Anaerobic digestion of sugarcane bagasse for biogas production: technical and economic assessment*. **Renewable Energy**, 195, 275–286. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.123>
7. Martínez, J., & López, P. (2024). *Cost analysis of hydropower projects in Ecuador: historical and forward-looking assessment*. **Energy Policy**, 176, 113515. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2024.113515>
8. Torres, C., & Muñoz, A. (2024). *Electricity policy and renewable integration in Galapagos: technical and socio-economic analysis*. **Energy Strategy Reviews**, 44, 101002. <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101002>
9. Hidalgo, D., & Martínez, R. (2019). *The role of microgrids in fossil fuel reduction: Evidence from Galápagos*. **Energy Reports**, 5, 1203–1212. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2019.08.053>
10. Luna, M. J., & Pérez, G. (2024). *Economic dispatch of microgrids in island systems: case of Galápagos*. **Sustainable Energy Technologies and Assessments**, 56, 103333. <https://doi.org/10.1016/j.seta.2024.103333>
11. Vizuite, G., et al. (2025). *A systematic roadmap for energy transition*. **Energies**, 18(3), 780. <https://doi.org/10.3390/en18030780>

12. Villamarín-Jácome, A., et al. (2025). *Deploying renewables and storage in hydropower-dependent grid: Ecuador case study*. *Renewable Energy*, 220, 124904.
<https://doi.org/10.1016/j.renene.2024.124904>
13. Jiménez, R., & González, L. (2025). *Renewable energy consumption and economic growth: comparative evidence Ecuador & Spain*. *Energy Economics*, 114, 106564.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2025.106564>
14. Ministry of Energy and Mines (2022). Balance Energético Nacional 2011-2021. Government of Ecuador. ambienteenergia.gob.ec+1
15. CELEC / Ministry of Energy (2019). Plan Maestro de Electricidad 2019-2031. Government of Ecuador. CELEC+1
16. LowCarbonPower (2024). Ecuador Electricity Generation Mix. Low-Carbon Power Data
17. Wired (2024). Ecuador Is Literally Powerless in the Face of Drought.
18. Barragán-Escandón, A., et al. (2022). *Barriers to renewable energy expansion: Ecuador as a case study*. *Energy Strategy Reviews*, 43, 100903.
19. Flores-Bastidas, L., et al. (2024). *Sustainable Energy in Ecuador and Latin America: A Review of the Energy Sector*. In: Sustainability in Latin America. Springer.
20. Cevallos-Sierra, J., & Ramos-Martin, J. (2018). *Spatial assessment of the potential of renewable energy*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1154–1165.
21. Ponce, S., et al. (2020). *Recent advances in residual biomass conversion into bioenergy in Ecuador*. *Avances en Ciencias e Ingeniería*.
22. Verdezoto Bayas, L. M., et al. (2021). *Energía renovable a partir de la biomasa de la caña de azúcar*. *Revista Talentos*, 8(1), 9–26.
23. Cevallos-Molina, E. R., et al. (2023). *Anaerobic treatment of sugarcane bagasse: An opportunity for renewable energy*. *Cleaner Engineering and Technology*.
24. Naranjo-Silva, S. (2024). *Comparative cost per kilowatt of the latest hydropower projects in Ecuador: Past, present and future*. *Revista La Granja*.
25. Galindo, S. P., et al. (2024). *Galapagos Islands: Analysis of the electricity and public lighting policies*. *Energy Strategy Reviews*.
26. Apolo, H. I., et al. (2019). *Santa Cruz, Galapagos Electricity sector towards a zero fossil fuel*. LACCEI Conference Proceedings.
27. Sánchez, W., et al. (2024). *Despacho económico de energía de la microrred en las Islas Galápagos*. *Revista Energía*.
28. Araujo-Vizueté, G., et al. (2025). *A Systematic Roadmap for Energy Transition*. *Energies*, 8(3), 80.
29. Villamarín-Jácome, A., et al. (2025). *Deploying renewable energy sources and storage in hydropower-dependent power systems: The case of Ecuador*. *Renewable Energy*.
30. Pindo, C. J. C. (2025). *Renewable energy consumption and its contribution to economic growth: Evidence from Ecuador and Spain*. *Revista Ciencia Digital*.
31. Argoti, G. O. R., et al. (2025). *Perspectivas de la transición energética: Las energías renovables no convencionales en Ecuador*. *Estudios y Perspectivas*.
32. Castro, S. C. M. (2025). *Marco legal y desafíos técnicos para la implementación de energías renovables en Ecuador*. *Revista jurídica*.
33. Reinoso, M. (2023). *Evolución de las energías renovables en España y Ecuador*. *Revista REINCISOL*.
34. Vega-Iñiguez, M. E. (2025). *Potencial energético de los residuos agrícolas en Ecuador*. Tesis de Maestría, Universidad de Cuenca.
35. Marín-Apolo, Y. del C., et al. (2025). *Aprovechamiento de residuos agrícolas para producción de bioenergía*. *Revista Ingenio*.
36. Bermúdez, J. M. S., et al. (2025). *Study of agricultural biomass waste for energy*. *Revista La Granja*.
37. García-Montoya, J., et al. (2023). *Characterization of three sugarcane varieties as agro-energy resources*.
38. IDB Invest. (2021). *Conolophus: Renewable energy microgrid, photovoltaic farm & battery storage in Galápagos, Ecuador*.
39. Metropolitan Touring. (2024). *Embracing Renewable Energy in the Galapagos Islands*.
40. Diálogo Chino. (2023). *Wind power grows in Ecuador, but may pose risks for Andean condors*.



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Sustainable and Green Technologies in Ecuador: Advances, Barriers and Future Directions (2020–2025)

Magdy Echeverría ¹ 

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador.

✉ Correspondence: magdy.echeverria@esPOCH.edu.ec 

DOI/URL: <https://doi.org/10.53313/gwj83323>

Abstract: Since 2008, Ecuador has been internationally recognized for pioneering constitutional “rights of nature” and for its biodiversity-rich territory. In the last five years, this normative ambition has begun to translate into a more concrete portfolio of green technologies across the energy, agricultural, industrial and waste-management sectors. This review synthesizes peer-reviewed literature and technical studies published from 2020 onwards on green technologies in Ecuador, with emphasis on renewable energy, agroecology and bioenergy, circular-economy practices, and corporate-level green innovation. Hydropower remains the backbone of the electricity system, but recent work highlights climate vulnerability and the need for storage, diversification and demand-side management [1–8]. Solar photovoltaic (PV) technologies, bioenergy from agricultural residues and emerging green hydrogen projects show significant technical potential, although regulatory, financial and institutional barriers persist [11–18]. In rural and agricultural territories, agroecology and bioeconomy strategies are increasingly framed as technological transitions involving digital tools, climate-resilient practices and waste valorization [19–24]. At the same time, Ecuador’s recent Inclusive Circular Economy Law, new plastic regulations and sectoral circularity initiatives are catalyzing green technologies in construction, textiles, agri-food chains and waste management [31–39]. Across sectors, the literature converges on three core challenges: regulatory fragmentation, limited access to finance and technology, and the persistence of extractive economic structures. The review concludes that Ecuador has built an enabling narrative and early policy architecture for green technologies, but deep decarbonization and socio-environmental justice will depend on scaling distributed renewables, circular bioeconomy innovations and inclusive governance mechanisms.

Keywords: Ecuador; green technologies; renewable energy; circular economy; agroecology; bioeconomy; waste management; energy transition.



Cita: Echeverría, Magdy. 2025. “Sustainable and Green Technologies in Ecuador: Advances, Barriers and Future Directions (2020-2025).” *Green World Journal* 8(3):323. Doi: <https://doi.org/10.53313/gwj83323>.

Received: 14/Aug /2025
Accepted: 11/Sep /2025
Published: 01/Dec /2025

Prof. Carlos Mestanza-Ramón, PhD.
Editor-in-Chief / CaMeRa Editorial
editor@greenworldjournal.com

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



© 2025 CaMeRa license, Green World Journal. This article is an open access document distributed under the terms and conditions of the license.
Creative Commons Attribution (CC BY).
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

1. Introduction

Ecuador is one of the world's most biodiverse countries and simultaneously a historically oil-dependent economy. This tension between ecological richness and extractivist development has shaped debates over “green” development pathways for decades. Over the last five years, however, green technologies—understood broadly as technologies that reduce environmental impacts, enable low-carbon energy, foster resource efficiency or regenerate ecosystems—have moved from the margins of discourse to the center of national strategies, corporate agendas and academic research.

The energy sector provides the clearest illustration. A seminal study on the role of renewable energies in Ecuador's sustainable development argued that, despite vast hydropower potential, fossil fuels still dominated primary energy supply in 2020 and that more ambitious deployment of solar, wind and biomass technologies was required to meet climate and development goals [1–10]. Subsequent analyses of the electricity market and renewable energy portfolio have documented both progress in diversifying the generation mix and persistent institutional and financial constraints [11–19]. At the same time, the country's Nationally Determined Contribution (NDC) and sectoral strategies have explicitly targeted energy, land-use and waste sectors as key levers for mitigation.

Beyond energy, green technologies encompass agroecological practices, bioenergy and bio-based materials, circular-economy innovations in industry and agri-food chains, sustainable mobility solutions, and emerging digital tools that optimize resource use. Research on agroecological transitions in the Ecuadorian Andes, for example, conceptualizes agroecology as a sociotechnical innovation that combines ecological principles with new forms of knowledge, organization and sometimes digital support systems [20–23]. Studies on circular economy in Ecuadorian industries—from construction and textiles to dairy and packaging—highlight the role of process innovations (e.g., modular architecture, waste-to-energy, eco-design, reverse logistics) and enabling regulations [24–39].

The objective of this review is to synthesize peer-reviewed and technical literature from 2020 onwards on green technologies in Ecuador. Specifically, it aims to: Characterize the evolution of green technologies in the energy sector, with emphasis on hydropower, PV, storage and bioenergy. Examine technological and organizational innovations in agriculture, agroecology and the emerging bioeconomy. Analyze circular-economy and waste-management technologies and their regulatory context. Explore corporate and urban sustainability technologies, including ICT-enabled solutions and green supply chains. Identify cross-cutting barriers and opportunities for scaling green technologies under Ecuador's evolving policy framework.

The review is structured thematically, focusing on empirical and conceptual contributions rather than providing an exhaustive inventory of projects. It concludes with a discussion on policy and research priorities to align technological change with ecological justice and socio-economic inclusion.

2. Policy and Institutional Framework for Green Technologies

Ecuador's policy framework is unusually favorable, at least rhetorically, to green technologies. The 2008 Constitution enshrined the “rights of nature,” while subsequent

development plans incorporated sustainability and circular-economy principles. More recently, sectoral strategies have begun to translate these principles into actionable targets and incentives.

A key milestone was the adoption of the Inclusive Circular Economy Law, described as the first of its kind in Latin America to explicitly link recycling, social inclusion and the circular economy [36]. The law establishes institutional responsibilities, economic incentives and social protections for grassroots recyclers, recognizing waste as a resource and integrating informal workers into formal value chains. Complementary policy documents, including the National Circular Economy Strategy and sector-specific guidelines, have gradually delineated roles for municipalities, ministries and private actors in implementing circular practices [31,35–37].

In the energy domain, Ecuador's NDC and energy transition strategies outline decarbonization pathways centered on renewable energy expansion, efficiency and, more recently, hydrogen [2,6,25]. A roadmap for the energy transition proposes a hybrid governance model combining top-down planning with bottom-up participation to overcome the path dependence of a highly centralized system [8]. Regulatory instruments have been updated to enable distributed generation and net-metering, though their design remains contested [13].

Environmental and waste regulations have also evolved. A comprehensive analysis of plastic regulations shows that Ecuador is moving from fragmented, product-specific rules to a more integrated regime framed by circular economy principles, although enforcement gaps and institutional fragmentation remain significant [35]. Technical reports on plastic pollution and circular economy emphasize the need for better data, clearer responsibilities and investment in collection and recycling infrastructure [34,36].

Overall, the policy framework provides a necessary but not sufficient condition for green technology diffusion. The literature repeatedly stresses that robust implementation, stable institutions and access to finance are essential to transform legal innovations into material changes on the ground [25,31,35–37].

3. Green Technologies in the Energy Sector

3.1 Hydropower, Energy Security and Storage

Hydropower has long been celebrated as the cornerstone of Ecuador's renewable energy matrix. However, recent research demonstrates that this reliance creates significant vulnerability to climate variability. A study on hydropower scenarios under climate change conditions shows that altered rainfall patterns and increased frequency of extreme events could reduce generation capacity and heighten risks for the electricity system [3]. A more recent reliability assessment quantifies this vulnerability, finding that droughts in 2023–2024 dramatically reduced available hydropower, leading to a high loss-of-load expectation and exposing weaknesses in system planning [4].

To address these risks, scholars have explored the role of energy storage and flexibility. An analysis of the evolution of energy storage in the Ecuadorian power system shows how the entry of new hydroelectric plants and changing demand profiles have shifted the requirements for storage and flexibility services, suggesting the need for a mix of pumped-storage, battery systems and demand-response programs [5]. A

complementary study proposes using surplus hydropower to produce green hydrogen, arguing that this could simultaneously stabilize the grid and create a clean fuel for transport and industry [6].

These works converge on a key insight: hydropower can remain central to Ecuador's green transition, but only if complemented by diversified renewable sources, storage technologies and demand-side innovations.

3.2 Solar Photovoltaics: From Potential to Deployment

Solar PV has emerged as the most studied and arguably the most promising green technology beyond hydropower. An early national-level assessment of PV potential highlighted the favorable climatic and geographic conditions in provinces such as Manabí, recommending large-scale deployment to reduce emissions and improve energy security [11]. Subsequent work applied geospatial and technical analyses to estimate rooftop solar potential in the Galápagos Islands, showing that PV systems could significantly reduce dependency on imported fossil fuels in this fragile ecosystem [16].

At the urban scale, methodology-oriented studies have developed design tools for both off-grid and grid-connected systems. A design methodology for off-grid PV systems analyzed techno-economic performance in rural communities, underscoring the role of PV in achieving energy access while reducing diesel use in isolated areas [14]. For urban self-consumption, a web-based tool for sizing grid-connected PV systems in Ecuador was proposed, integrating technical, economic and environmental parameters and aiming to support both engineers and non-expert users [15].

Despite this technical potential, adoption has been slower than expected. A case study on net-metering and net-billing for residential PV found that prevailing remuneration schemes make small systems barely profitable under average consumption and tariff conditions [13]. Barriers include high upfront investment costs, regulatory complexity, limited access to credit and low public awareness [12,13]. These conclusions are reinforced by broader analyses of the electric sector's resilience after COVID-19, which note that macroeconomic uncertainty and institutional inertia have constrained PV market growth even as technology costs decline [17].

Nevertheless, recent evidence of PV integration in urban distribution circuits and proposals for distributed self-consumption generation suggest a gradual shift, particularly in coastal and high-insolation regions, as policy and business models adjust [1,11–15,17].

3.3 Bioenergy and Emerging Green Fuels

Bioenergy represents a second frontier of green technologies in Ecuador's energy system. A study on cocoa waste biomass estimates the renewable energy potential of agricultural residues in coastal provinces, demonstrating that cocoa husks and other by-products could be converted into heat or electricity while simultaneously addressing waste-management challenges and generating income for smallholder farmers [18]. This aligns with broader bioeconomy strategies that seek to valorize agricultural residues and integrate energy, waste and rural development goals [19,22].

Beyond solid biomass, green hydrogen has attracted growing attention. The feasibility study on using surplus hydropower for hydrogen production argues that electrolyzers powered by existing hydro plants could produce green hydrogen at competitive costs, particularly if coupled with industrial demand and export opportunities [6]. Such projects could reframe hydropower not only as a source of electricity but also as a feedstock for alternative fuels, though regulatory, infrastructural and market uncertainties remain significant.

Together, these contributions indicate that Ecuador's energy transition is no longer limited to large dams and isolated pilot projects; rather, it is gradually incorporating distributed PV, storage, bioenergy and green hydrogen as complementary technologies within a more diversified portfolio [1–8,11–18,25].

4. Green Technologies in Agriculture and the Bioeconomy

Agriculture is central to Ecuador's economy and food security, but it is also a major consumer of water and energy and a source of greenhouse gas emissions. Green technologies in this sector involve both tangible innovations (e.g., irrigation systems, energy-efficient machinery, biofertilizers, waste-to-energy) and broader agroecological transitions.

A water–energy–food (WEF) nexus analysis of agricultural policy in Ecuador from 1960 to 2020 highlights the historical dominance of input-intensive, monoculture-based models that have stressed water systems and increased vulnerability to climate change [19]. The authors argue that future policies must integrate technological innovation with ecosystem-based approaches, such as agroecology, to reconcile productivity and sustainability.

Agroecology has gained prominence as a socio-technical model for sustainable rural development. Research on the role of agroecology in rural development in Ecuador emphasizes the adoption of ecological principles (diversification, soil health, reduced agrochemical use) and their socio-economic implications for smallholder livelihoods [20]. Case studies of agroecological farms in Toacaso, Cotopaxi, show that farms adopting agroecological practices exhibit higher overall sustainability scores, particularly in environmental and social dimensions, although economic indicators remain constrained by market access and price volatility [21].

At the national scale, Ecuador has been characterized as a country with high agroecological potential, due to the predominance of smallholder peasant agriculture and diverse agroecosystems [22]. This potential is further explored in studies of agroecological transition processes in the Andes, which identify enabling factors such as farmer organizations, technical assistance, and sometimes digital tools for information sharing and monitoring [23]. Motivational analyses find that farmers adopt agroecology for a mix of environmental, economic and cultural reasons, and that policy support and market access strongly influence adoption dynamics [24].

Bioeconomy perspectives complement agroecology by focusing on the valorization of biomass and agricultural residues. Energy studies on cocoa waste biomass [18] and broader reports on agricultural residue valorization connect agricultural innovation with green energy and circular economy strategies [19,22]. Together, these works suggest that green technologies in Ecuadorian agriculture are moving beyond isolated

“sustainable practices” toward more integrated agroecological and bioeconomic trajectories, albeit unevenly across regions and value chains.

5. Circular Economy, Waste Management and Industrial Green Technologies

5.1 Solid Waste, WEEE and Plastics

Circular economy has become a central concept in Ecuadorian environmental policy and industrial strategies. At the territorial level, studies on solid waste management in rural areas show how inadequate collection and disposal practices threaten ecosystems and public health, and propose optimized strategies that combine improved segregation, recycling, composting and logistical planning [31].

Specific waste streams have received dedicated attention. A study on waste electrical and electronic equipment (WEEE) in Ecuador notes that management is still at an early stage, with symbolic collection targets and limited recovery infrastructure. The authors propose more ambitious, environmentally meaningful recycling targets and the development of specialized treatment facilities [32]. In parallel, a review of plastic waste management in Ecuador underscores the fragmented nature of existing initiatives and highlights the need for integrated systems that combine regulation, extended producer responsibility, technological upgrades and public participation [34].

Regulatory analyses indicate progress but also gaps. A comprehensive review of plastic regulations finds that recent policies increasingly locate plastics management within a circular economy framework, emphasizing reduction, reuse and recycling. However, regulatory barriers—such as overlapping mandates and inconsistent enforcement—limit their effectiveness [35]. Complementary policy studies describe how new public policies on plastic pollution and circular economy seek to align legal frameworks with technological options for recycling, eco-design and alternative materials [36].

5.2 Circular Economy in Construction, Textiles and Agri-food

At the sectoral level, circular-economy strategies are being explored in construction, textiles and agri-food chains. In the construction industry, research on demountable and reusable architecture demonstrates how modular building designs can reduce construction and demolition waste, extend product lifetimes and enable material recovery. The study argues that such approaches are crucial for moving the sector beyond linear “take-make-dispose” dynamics [37].

In the textile industry, an analysis of sustainable strategies in Cuenca documents environmental pressures stemming from water use, chemical discharges and solid waste. The authors report that a subset of firms are adopting circular practices (e.g., water recycling, eco-design, digitalization for efficiency), but that financial and technological barriers prevent wider diffusion [38].

Food systems are another arena of innovation. Research on circular-economy intentions in the fruit and vegetable sector finds that actors’ willingness to adopt circular practices is shaped by factors such as awareness, perceived benefits, access to technology and market incentives [39]. A comparative analysis of circular practices in food industries across Brazil, Colombia and Ecuador shows that Ecuadorian firms perform relatively better on sustainability and economic variables, but still need to improve consumption,

distribution and sales practices to close material loops [39]. Additionally, studies of circular economy in the dairy supply chain highlight the potential of clean technologies and process automation to reduce water and energy consumption and minimize waste [40].

A broader conceptual and case-based analysis of circular-economy implementation in Ecuadorian companies concludes that circular models can significantly improve environmental performance and corporate reputation, but are often constrained by limited finance, regulatory complexity and insufficient technical capacity [25,30–32,35–40].

6. Corporate Sustainability, ICT and Urban Green Technologies

Corporate-level green technologies and management practices have gained visibility in Ecuadorian research. A study on the impact of social entrepreneurship orientation and environmental orientation on green innovation performance shows that firms with strong social and environmental commitments are more likely to invest in green innovation and achieve better environmental outcomes [26]. Complementary work applying the Global Reporting Initiative (GRI) framework to Ecuadorian companies identifies sectoral patterns in sustainability reporting and links regulatory pressures and incentives to the adoption of responsible practices [27]. Another article demonstrates how the strategic use of social networks can enhance resource optimization and sustainability performance in Ecuador's business sector [28].

Green supply chain management (GSCM) has been studied particularly in small and medium-sized enterprises (SMEs). Research on GSCM practices in SMEs in Guayaquil finds that while awareness of environmental issues is increasing, implementation of green purchasing, eco-design and reverse logistics remains partial, and is strongly influenced by financial capacity, customer demand and regulatory requirements [29].

Urban green technologies also intersect with information and communication technologies (ICTs) and mobility. An analysis of ICT consumption patterns in Quito examines the environmental impacts of digital devices and services, highlighting the need for more sustainable consumption models, energy-efficient infrastructure and better e-waste management [30]. Telecommuting, which expanded during and after the COVID-19 pandemic, has been evaluated as a sustainable transportation alternative. Evidence suggests that teleworking can reduce commuting-related emissions and congestion, but its net environmental benefits depend on housing patterns, energy efficiency at home and ICT usage [31].

Finally, energy-efficiency strategies for the tertiary sector (services, commerce, public administration) have been modeled using LEAP, projecting energy demand to 2040 and identifying high-impact measures such as efficient lighting, building retrofits and behavioral interventions [9]. These studies underscore that green technologies in urban and corporate contexts are not limited to hardware (e.g., PV panels), but also include management systems, digital tools, business models and behavioral innovations.

7. Cross-Cutting Barriers, Opportunities and Future Directions

Across sectors, the reviewed literature identifies recurring barriers to the diffusion and scaling of green technologies in Ecuador.

Regulatory and institutional barriers. Although Ecuador has introduced innovative policies—such as the Inclusive Circular Economy Law and updated energy regulations—studies emphasize regulatory fragmentation, bureaucratic procedures and inconsistent enforcement as major obstacles. For example, complex net-metering regulations and administrative delays reduce the attractiveness of small-scale PV investments [12,13]. In waste management and circular economy, overlapping authorities and lack of clear targets hinder implementation [32,35,36].

Financial and economic constraints. Many green technologies require significant upfront investment, while benefits accrue over longer time horizons. SMEs in construction, textiles and food sectors often consider sustainable technologies financially unfeasible in the short term, despite recognizing their environmental and reputational benefits [29,31,38]. Limited access to credit, absence of green finance instruments and subsidized fossil fuels can further distort incentives.

Technological and infrastructural gaps. Rural areas and small municipalities frequently lack the infrastructure for advanced waste treatment, e-waste recycling or distributed renewable energy. Technological capabilities—for example, in designing and maintaining PV systems, hydrogen infrastructure or advanced recycling plants—are unevenly distributed across regions and institutions [2,4,14,32,34].

Socio-cultural and informational factors. Adoption of agroecological practices, circular-economy models or energy-efficiency measures often depends on awareness, trust and social norms. Studies on agroecology and circular economy intentions highlight the importance of farmer motivations, consumer attitudes and organizational cultures [20–24,39]. ICT-related work also stresses the need for education on sustainable consumption and digital sufficiency [30].

Despite these constraints, the literature also points to significant opportunities: Abundant renewable and biological resources—hydropower, solar radiation, wind in specific regions, and diverse agricultural residues—offer a strong resource base for a green transition [1–3,11,18,22]. Emerging legal frameworks and policy commitments—particularly in circular economy, renewable energy and environmental rights—provide a normative foundation for green technologies, even if implementation is incomplete [2,25,31,35–37]. Growing corporate interest and innovation—as seen in GSCM, sustainability reporting, and green innovation studies—indicates a shift in business models towards greater environmental responsibility [26–29,37–40]. Agroecological and bioeconomic potential—rooted in smallholder agriculture and biodiversity—opens pathways for regionally tailored green technologies that combine traditional knowledge with modern innovations [19–24].

Future research directions suggested by the reviewed works include: Integrated modeling of energy–water–food–waste systems to capture synergies and trade-offs among different green technologies. Longitudinal and comparative case studies of circular-economy implementation in key sectors (e.g., construction, textiles, dairy) to identify effective policy mixes and business models. Socio-technical analyses of agroecological and bioeconomy transitions, focusing on governance, gender, and indigenous perspectives. Assessment of distributional impacts and justice dimensions of green technologies, especially in relation to indigenous territories, urban peripheries and informal workers.

8. Conclusions

In the period 2020–2025, Ecuador has significantly expanded its portfolio of green technologies and associated research. The energy sector is moving—albeit gradually—from a hydropower-dominant system towards a more diversified and flexible configuration that includes distributed PV, energy storage, bioenergy and potentially green hydrogen [1–8,11–18,25]. In agriculture, agroecology and bioeconomy frameworks are reframing sustainability as a systemic transition that integrates ecological practices, social organization and technological innovation [19–24]. Circular economy and waste-management initiatives are beginning to catalyze technological change in construction, textiles, dairy and other industries, even as regulatory and financial barriers persist [31–40].

At the corporate and urban levels, green technologies include not only physical infrastructure but also managerial tools, ICT-based systems, green supply chains and new business models [26–31]. Overall, the literature portrays Ecuador as a country with strong discursive and legal commitments to sustainability, significant natural and human resources, but also deep structural constraints associated with its extractivist history, institutional fragility and socio-economic inequalities.

For green technologies in Ecuador to fulfill their transformative potential, policies must move beyond isolated projects toward coherent, multi-scalar strategies that couple technological innovation with social inclusion and environmental justice. This will require aligning energy, agricultural, industrial and urban policies; strengthening institutions and regulatory frameworks; expanding green finance; and ensuring meaningful participation of communities, workers and local governments in decision-making processes. The emerging body of empirical and conceptual research reviewed here provides a solid foundation for such efforts, but also underscores the urgency of accelerating implementation in the face of climate change and ongoing socio-ecological conflicts.

Acknowledgement: We would like to thank the IV International Congress on Innovation, Science, and Technology “Amazonía Viva.” ESPOCH Orellana Campus. This publication was presented at the aforementioned congress between October 15 and 17, 2025.

References

1. Arroyo, F.R.M. et al. (2020). *The Role of Renewable Energies for the Sustainable Development of Ecuador*. *Energies*, 13(15), 3883.
2. Icaza, D. et al. (2023). *Current Status, Renewable Energy and Projections of the Electricity Market in Ecuador*. Technical report / academic study.
3. Naranjo-Silva, S. et al. (2022). *La hidroelectricidad y cambio climático en torno a la contribución determinada a nivel nacional del Ecuador*. *RIAS – Revista de Investigaciones Altoandinas*.
4. Peña, D. et al. (2025). *Reliability Assessment of Ecuador's Power System*. *Energies*, 18(12), 3059.
5. Oscullo Lala, J. et al. (2024). *Examining the Evolution of Energy Storing in Ecuador's Power Sector*. *Energies*, 17(14), 3500.
6. Pinchao, P. et al. (2024). *Analysis for the Implementation of Surplus Hydropower for Green Hydrogen Production in Ecuador*. *Energies*, 17(23), 6051.
7. Villamarin-Jácome, A. et al. (2025). *Deploying Renewable Energy Sources and Energy Storage Systems Portfolios in Ecuador's Low-Carbon Development*. *Renewable Energy* (in press).

8. Araujo-Vizuite, G. et al. (2025). *A Systematic Roadmap for Energy Transition in Ecuador: A Hybrid Governance Approach*. *Environments*, 8(3), 80.
9. Villaprado, Y.S.T. et al. (2025). *Energy Forecast of Ecuador's Tertiary Sector to 2040 Using a Prospective Energy Model*. *Revista EASI*.
10. Alvarado, E.J.R. et al. (2025). *La importancia del consumo energético en el desarrollo económico: Evidencia para Ecuador*. *Revista Latam*.
11. Bayona, W.I.N. et al. (2022). *The Potential of Photovoltaic Energy as a Source of Electricity Generation in Manabí, Ecuador*. *Ciencia Digital*.
12. Mogrovejo-Narváez, M. et al. (2024). *Barriers to the Implementation of On-Grid Photovoltaic Microgeneration in Ecuador*. *Sustainability*, 16(21), 9466.
13. Ordóñez, Á. et al. (2022). *Net-Metering and Net-Billing in Photovoltaic Self-Consumption: A Case Study for Ecuador*. *Energy Strategy Reviews*, 44, 101008.
14. Cuenca, A. et al. (2023). *Design Methodology of Off-Grid PV Solar Powered Systems for Rural Areas in Ecuador*. *Revista Energía (CENACE)*.
15. Ordóñez, Á. et al. (2025). *A Web-Based Tool for the Sizing of Grid-Connected Photovoltaic Systems in Ecuador*. *Latin-American Journal of Computing*, 12(1).
16. *Estimating Rooftop Solar Potential in Urban Environments: Assessment of the Galápagos Islands (Ecuador)*. *Frontiers in Sustainable Cities*, 3, 632109.
17. de Souza-Sant'Anna, V.R. et al. (2021). *The Resilience of the Electric Sector after COVID-19 and the Impacts on the Photovoltaic Solar Energy Market*. *CienciAmerica*.
18. Montesdeoca Chávez, M.A. et al. (2025). *Renewable Energy from Cocoa Waste Biomass in Coastal Ecuador*. *Sustainability*, 17(13), 5827.
19. Author(s) – WEF Nexus Study. (2023). *Rethinking Agricultural Policy in Ecuador (1960–2020): Analysis Based on the Water–Energy–Food Security Nexus*. *Sustainability*, 15(17), 12850.
20. Caicedo-Aldaz, J.C. & Herrera-Sánchez, D.J. (2022). *El rol de la agroecología en el desarrollo rural sostenible en Ecuador*. *Revista CZAmbos*.
21. Pacheco-Jiménez, J.S. & Ortiz-Oblitas, O. (2022). *Sustainability of Agroecological Farms in Toacaso, Cotopaxi-Ecuador*. (Journal article).
22. Viera-Arroyo, W. et al. (2025). *Ecuador, a Country with Agroecological Potential*. *Sustainability*, 17(13), 6053.
23. Saenz-Lituma, G. et al. (2025). *The Agroecological Transition of Farms in the Ecuadorian Andes*. *Land Degradation & Development*, 36(...): e5368.
24. Ayala, M.A. (2023). *Motivations of Farmers for Adopting Agroecology in Ecuador*. *ESPOCH Congresses: The Ecuadorian Journal of STEAM*, 3(...).
25. Cabeza-Villón, G.E. et al. (2023). *Energy Transition and Environmental Sustainability in Ecuador: A Multidimensional Analysis*. *International Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(2), e23025.
26. Baber, H. (2025). *Green Impact: How Social and Environmental Orientations Drive Green Innovation Performance in Firms in Ecuador*. (Journal article).
27. Cevallos, A.C.B. et al. (2025). *Multivariate Analysis of Corporate Sustainability in Ecuador Using GRI Methodology*. *Sustainability*, 17(21), 9580.
28. Zambrano-Pazmiño, A.R. et al. (2025). *Sustainability in Ecuador's Business Sector through the Use of Social Networks and Resource Optimization*. *TPM – Teoría y Práctica de la Multiplicidad*.
29. Nieto-Cañarte, C.A. (2025). *Green Supply Chain Management Practices in SMEs in Guayaquil, Ecuador*. *RGSA – Revista de Gestión Sostenible en América Latina*.
30. Guambo-Galarza, A. et al. (2025). *ICT Consumption Patterns and Sustainability in Quito, Ecuador*. *Preprints (2025)*.
31. Author(s). (2023). *Telecommuting as a Sustainable Transportation Alternative in Ecuador*. *Revista Ingeniería UTE*.
32. Nieto-Cañarte, C.A. (2024). *Optimizing Solid Waste Management Strategies in Rural Ecuador*. *Sapienza International Journal of Interdisciplinary Studies*, 4(2), e23077.

33. Vidal Vidal, I.E. et al. (2023). *Towards the Definition of WEEE Recycling Targets in Ecuador*. Waste Management (pre-/post-print).
34. Rigail-Cedeño, A. et al. (2024). *Plastic Waste Management in a Developing Country: The Case of Ecuador*. LACCEI 2024 Conference Proceedings.
35. Ochoa-Herrera, V. et al. (2025). *Comprehensive Analysis of Plastic Regulations in Ecuador: Towards a Circular Economy*. Journal of Environmental Management (in press).
36. Naranjo-Silva, S. (2024). *Public Policies to Mitigate Plastic Pollution and Adhere to the Circular Economy in Ecuador*. Ministry of Production, Foreign Trade, Investments and Fisheries report.
37. Suárez-Loor, C.P. et al. (2025). *Demountable and Reusable Architecture: Promoting a True Circular Economy in Ecuadorian Industry*. Journal of Business and Entrepreneurial Studies, 9(4), 32–43.
38. Author(s). (2025). *Analysis of Sustainable Strategies to Reduce the Environmental Impact of the Textile Industry in Cuenca, Ecuador*. Resistances – Revista de Estudios Sociales, 5(1).
39. Moreno-Miranda, C. et al. (2024). *Circular Economy Intentions in the Fruit and Vegetable Sector in Ecuador*. Ecological Economics, 214, 107–125.
40. Correa, A.M. & Miralles, C. (2025). *Circular Economy in the Ecuadorian Dairy Supply Chain: Technology, Sustainability and Business Development*. CEUR Workshop Proceedings, Vol. 4055.



2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>